

O DESENVOLVIMENTO DE UM NÃO TECIDO A PARTIR DA PAINA: Uma Alternativa Sustentável Para a Indústria Têxtil

XAVIER, Luana ¹

STEIN, Vandr  ²

PICCOLI, Heiderose Herpich ³

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo sobre a viabilidade de produ o de um nãotecido sustentável, feito 100% a partir da paina. A fibra, oriunda do fruto da árvore paineira,   um material natural com diversas qualidades, como maciez, leveza e brilho. Além disso,   composto em média por 54,1% de celulose. Entretanto, devido ao seu comprimento limitado,   utilizada principalmente para enchimento de almofadas e travesseiros. O presente trabalho indica uma nova alternativa para seu uso, além do estudo e tingimento natural da paina. Para uma aplica o prática, foi desenvolvida uma bolsa, desde o molde até a costura. A pesquisa incluiu a produ o do não tecido por meio de um processo semelhante ao do papel, também conhecido industrialmente como "wetlaid", porém, realizado de forma artesanal. Inicialmente, foram desenvolvidos testes em laboratório para avaliar a possibilidade de produ o e tingimento. Posteriormente, foram feitos todos os processos necessários, como a polpa o química em meio alcalino e o branqueamento (deslignifica o) dos filamentos, para que então fosse possível a realiza o do tingimento natural com o urucum e a forma o da manta. Por fim, no produto desenvolvido, foi necessário aplicar um feltro termocolante em um dos lados, para gerar maior resistência na produ o da bolsa. O experimento demonstrou a viabilidade de produ o de nãotecidos a partir da fibra de paina, mesmo em condi es artesanais. No entanto, a resistência do tecido obtido ainda   um desafio a ser superado, logo, são necessárias pesquisas adicionais sobre o processo de produ o.

PALAVRAS-CHAVES: Fibra da Paina. Nãotecido. Sustentável. Tingimento Natural. Bolsa.

1 INTRODU O

Não   de hoje que existe uma discussão em rela o a um conceito chamado *fast-fashion* na indústria da moda, causado pelo fen meno de tendência na aplica o da curta vida útil dos produtos têxteis. Segundo estudos de Clark (2008 *apud* Queiroz, 2014), o *fast-fashion*   um dos principais causadores do agravamento de problemas ambientais e socioculturais relacionados   indústria da moda. Promovendo a explora o de seus trabalhadores, desperdícios massivos de recursos naturais e má administra o de materiais e processos envolvidos na produ o. Sendo assim, a indústria têxtil se tornou uma das mais poluentes no mundo.

Em vista do cenário atual, se faz necessário a cria o de produtos incentivadores de um mercado mais sustentável, para uma melhor rela o com a sociedade e o meio ambiente. Portanto, a utiliza o e pesquisa de novas fibras não prejudiciais ao meio ambiente   indispensável. O que nos traz a paina, fibra que segundo Queiroz (2014) possui características favoráveis, como elasticidade, leveza, toque macio e aspecto sedoso, tornando-a uma op o atrativa na indústria têxtil.

No entanto, devido   sua lisura e tamanho, existem desafios no processo de fia o e

¹ Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Design de Moda pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Email: xavierluana06@gmail.com

² Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2013). Email: vandres@ifsc.edu.br

³ Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (2014). Email: heide@ifsc.edu.br

poucos estudos sobre seu tingimento. Embora tenham sido encontrados registros de produção de fios e tecidos de paina por populações rurais, nem a qualidade do fio ou a produção em escala industrial obtiveram sucesso, limitando assim o seu uso. (Paola Iturralde Torrico, 2022).

Diante disso, esta pesquisa optou pelo desenvolvimento de um nãotecido 100% de paina, promovendo assim o estudo de viabilidade de produção do mesmo. Além do mais, tem-se o objetivo de tingir a fibra, com isso será realizada uma análise do comportamento tintorial da fibra, com foco em métodos de tingimento natural. Por fim, será desenvolvida uma bolsa a partir deste material.

Este estudo foi conduzido como uma pesquisa de natureza qualitativa, enfatizando a descrição, compreensão e interpretação criteriosa de fatos e fenômenos. Enquadra-se na área da pesquisa aplicada, embasando-se no método científico para solucionar problemas práticos e gerar resultados relevantes. Além disso, classifica-se como uma pesquisa de caráter técnico-experimental, pois manipulará diretamente variáveis relacionadas ao objetivo do estudo, visando testar hipóteses.

Em um primeiro momento, foi realizada uma pesquisa bibliográfica abrangente sobre a fibra de paina. Após isso, realizou-se a colheita dos frutos provenientes da árvore paineira, encontrada em Araquari, SC. Com os frutos já maduros foi realizado o processo de limpeza manual, e os testes. Posteriormente realizou-se a formação do não tecido por meio dos seguintes processos: polpação química em meio alcalino, branqueamento, tingimento, refinamento, peneiramento, consolidação por hidroentrelaçamento e secagem. Após o nãotecido formado, esse foi cortado, modelado e costurado.

Essas etapas sequenciais conferiram a este estudo uma abordagem sistemática e abrangente, objetivando alcançar os propósitos estabelecidos de maneira precisa e consistente. Com tudo, a pesquisa responderá a seguinte pergunta: Qual a viabilidade de fabricação de um tecido não tecido sustentável provindo 100% de fibra de paina e como essa fibra se comporta em relação ao tingimento?

2 SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade é obtida quando os recursos naturais são extraídos de forma responsável, respeitando os seus limites, e quando se evita o desperdício de materiais, garantindo que não ultrapassem a capacidade de assimilação de cada ecossistema. (Jennings; Zandbergen, 1995 *apud* Refosco, 2012, p.9). O uso de materiais na fabricação de vestuário engloba diversos impactos relacionados à sustentabilidade, como mudanças climáticas, poluição química, perda de biodiversidade, geração de resíduos e efeitos negativos na saúde humana, entre outros.

A indústria de tecidos é conhecida por sua alta taxa de poluição, sendo uma das principais fontes de impacto ambiental no mundo. Além disso, trata-se de um setor de dimensões enormes, movimentando uma quantia superior a um trilhão de dólares apenas em roupas e proporcionando emprego a milhões de pessoas. Portanto, é fundamental que a busca por soluções sustentáveis seja um dos principais objetivos dessa indústria. Seu funcionamento abrange desde a matéria-prima até a venda final para o consumidor, passando por processos de fiação, tecelagem, tinturaria, confecção e beneficiamento. Nesse sentido, uma das alternativas seria começar de maneira adequada, utilizando recursos naturais da Terra, como fibras naturais e biodegradáveis, (Fletcher e Grose, 2011, p.14 *apud* Capeletti, 2013, p.183) destacam que:

Os recursos naturais da Terra são limitados pela capacidade do planeta de renová-los, florestas e produtos cultivados são renováveis após alguns anos ou meses, desde que a exploração não exceda a regeneração. Fibras cultivadas como o algodão e o cânhamo, ou feitas de celulose das árvores, como o liocel, podem estabelecer o equilíbrio crucial entre velocidade de colheita e velocidade de reposição e são renováveis. Com as fibras derivadas de minerais e petróleo, há um desequilíbrio [...] descritas como não renováveis.

Encontrar um equilíbrio entre os hábitos de consumo, o custo dos materiais, a qualidade e a durabilidade, é de suma importância. Isso demanda uma transformação social em direção a um estilo de vida menos materialista, estabelecendo uma reciprocidade entre o meio ambiente e a natureza. (Refosco, 2012). Por este motivo, é tão importante estabelecer uma conexão entre as fibras utilizadas e as peças de roupa, bem como seus consumidores, de modo que os usuários busquem grandes impactos e mudanças em relação aos produtos e seus comportamentos.

3 FIBRAS TÊXTEIS

As fibras têxteis apresentam diversas origens e são classificadas como fibras naturais e manufaturadas. As naturais se dividem entre vegetais, animais e minerais, enquanto as manufaturadas são classificadas como artificiais e sintéticas. (Queiroz, 2014). Segundo Sette (2018), as fibras animais são derivadas de secreções glandulares ou pelos de animais, enquanto as fibras vegetais são derivadas de partes de plantas, como sementes, caules, folhas, frutos ou raízes. Pode-se afirmar que as fibras naturais desempenham um papel essencial na indústria têxtil devido às suas características únicas e ecológicas, proporcionando uma variedade de benefícios tanto para o meio ambiente quanto para os consumidores.

Uma das principais vantagens das fibras naturais é a sua biodegradabilidade, contribuindo para a redução do impacto negativo no ecossistema. Além disso, elas oferecem uma ampla gama de opções estéticas, pois cada tipo de fibra apresenta suas próprias características visuais. Conforme diz Alves e Ruthschilling, (2008) *apud* Refosco (2012), no setor têxtil são encontradas diversas fibras naturais, destacando-se as seguintes:

- Algodão: é uma das fibras mais populares no mundo, conhecida por sua maciez, conforto e respirabilidade. O tecido de algodão orgânico é obtido sem tratamento de branqueamento com cloro, tingimento com corantes metálicos ou acabamentos químicos.
- Linho: obtido do caule da planta de linho, é reconhecido por sua resistência e propriedades de resfriamento, apresentando alta durabilidade e baixa deformação.
- Seda: Produzida pelos casulos dos bichos-da-seda, a seda é valorizada por sua suavidade, brilho e capacidade de regular a temperatura corporal. No entanto, seu preço é consideravelmente mais elevado que o do algodão e representa apenas uma pequena parcela do mercado de têxteis.
- Lã: proveniente de ovelhas, a lã é valorizada por sua maciez, isolamento térmico e capacidade de absorção de umidade. É utilizada na produção de tecidos quentes e duráveis. (Adelina, 2009)
- Cânhamo: extraído do caule da planta *Cannabis sativa*, o cânhamo é uma fibra resistente e durável, tem uma aparência rústica e sua produção é sustentável.

Além dessas, existem diversas outras fibras naturais, como o rami, abacá, sisal, bananeira, coco, entre outras. Cada fibra possui suas próprias características e propriedades únicas. Ao optar por produtos fabricados com fibras naturais, promove-se a sustentabilidade e contribui-se para um futuro mais consciente em relação ao meio ambiente.

4 PAINA

A paina é proveniente do fruto da árvore paineira, pertencente à família Bombacaceae. Dentre as espécies que produzem a fibra, destacam-se *Chorisia speciosa*, *Ceiba pentandra* e *Ceiba sumaúma*. Segundo Medina (1959) e Erhardt *et al.* (1976 *apud* Queiroz, 2014) a espécie *Ceiba pentandra* é reconhecida como a fonte legítima da paina. Neste estudo, foi selecionada a espécie

Chorisia speciosa para análise.

A árvore paineira, de porte grande e dotada de fortes espinhos em seu tronco, geralmente atinge uma altura de 15 a 30 metros, com copa globosa e ampla. Sua ocorrência natural abrange o sul do Brasil, Paraguai e Argentina (Carvalho,2003). A planta demonstra boa adaptabilidade, podendo ser cultivada em solos pouco férteis, secos e arenosos. Segundo Lorenzi (1992 *apud* Sette, 2018), a paineira possui uma taxa de germinação superior a 80%, levando de 5 a 8 dias. A sua floração ocorre entre dezembro e janeiro, e os frutos começam a ser produzidos entre junho e outubro. Vale ressaltar que a árvore inicia a frutificação a partir do quinto ano, podendo produzir cerca de 300 a 600 frutos, cada um contendo aproximadamente 10 a 20 gramas de fibra. (Queiroz, 2014)

O fruto da paineira é uma cápsula com cerca de 20 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro. Ao se abrir, revela sementes e seus filamentos brancos, que constituem a fibra de paina, que são definidos como apêndices que se desenvolvem das células epidérmicas internas do fruto. Esses filamentos assemelham-se à pluma de algodão, porém são mais finos, sedosos e elásticos ao toque. (Pio Corrêa, 1984; Erhardt, Blümcke, *et al.*, 1976; Medina, 1959. *apud* Queiroz, 2014).

Os filamentos da paina possuem características que a tornam atrativa para aplicações têxteis, como sua textura suave e sedosa, proporcionando uma sensação agradável ao toque, conferindo conforto ao vestuário e outras aplicações. Além disso, apresenta excelentes propriedades de isolamento térmico, retendo o calor do corpo em climas frios e permitindo a circulação de ar em climas mais quentes, proporcionando uma sensação refrescante. A fibra também é hipoalergênica, e possui uma boa resistência a fungos e bactérias. De acordo com Medina (1959 *apud* Queiroz, 2014), os frutos devem ser colhidos antes de se abrirem, para assim a paina não se desprender e voar. Adicionalmente, é importante mencionar que a fibra de paina pode ser tingida, possibilitando uma ampla gama de opções de cores para sua utilização em diferentes projetos. (Paola Iturralde Torrico 2022), (Queiroz, 2014).

De acordo com Adelina (2009), a capacidade de absorção de umidade (regain) da paina é de aproximadamente 7,5%, semelhante ao algodão, e a sua densidade é de 0,172 kg/m³. Segundo a tabela descrita por Annunciado, Amico e Sydenstricker (2005), a composição da fibra é: celulose (54,1%), hemicelulose (27,5%), lignina (15,1%), extrativos (3,2%), cinzas (0,62%) e umidade (9,2%).

A utilização da fibra na indústria têxtil remonta a mais de 7000 anos, com registros de seu uso na fabricação de tecidos pelos nativos africanos. Devido aos filamentos curtos e lisos da paina, a fiação industrial de têxteis com base na fibra ainda não foi alcançada, sendo necessários estudos e desenvolvimento de máquinas específicas para atender às características destes filamentos.

Figura 1. Árvore paineira



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Figura 2. Fruto da paineira aberto



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Ao estudar a decomposição da fibra, Vieira (2015) apud Sette (2018), escreve: “A 700°C o teor de massa encontrada nas fibras foi de 7,2%, confirmando que as mesmas apresentam a menor quantidade de material amorfo e maior quantidade de celulose”. Desta forma faz perceber-se dois fatores, o de que a fibra é de fácil decomposição, e da sua possibilidade para o uso em não tecidos devido a quantidade de celulose.

5 NÃO TECIDOS

Os não tecidos são materiais versáteis com diversas aplicações, incluindo roupas, produtos hospitalares, filtros, entretelas, produtos de limpeza, decorações, entre outros. Para entender como eles funcionam, é importante saber que, ao contrário dos tecidos e malhas, que são formados por fios entrelaçados, o não tecido é definido segundo a norma (ABNT NBR-13370: 2017) como uma estrutura plana, flexível e porosa, sendo composto por um véu ou manta de fibras, com orientação ou não, podendo ser consolidado por fricção, adesão ou coesão. (ABINT, 1999).

A formação do tecido não tecido pode ser feita via seca (*Dry Laid*), similar ao processo utilizado na indústria têxtil, realizado via carda onde são alinhadas por cilindros penteadores ou via aérea/fluxo de ar, quando as fibras são suspensas em um fluxo de ar e coletadas em uma tela. A segunda opção de processo a ser utilizado é por via úmida (*Wet Laid*), derivada da tecnologia de fabricação do papel. Este sistema consiste nas fibras sendo dispersas na água, e em seguida são coletadas por um filtro em que retém as fibras formando uma manta. A terceira opção, e uma das mais utilizadas na indústria, é a via fundida (*Molten Laid*), neste processo é trabalhado apenas com matérias primas na forma de polímeros, pois são produzidos via extrusão, que são os de fiação contínua e por via sopro, formando assim o tecido não tecido. (ABINT, 1999).

No processo por via úmida podem ser utilizadas tanto fibras sintéticas como naturais, porém devido ao alto custo das fibras sintéticas cortadas, acabam não sendo muito usadas. (Rewald, 2006, apud Rinaldi, 2018). Apesar do alto consumo de água deste processo, ele se destaca devido a sua alta produtividade e ampla gama de aplicações.

Após a formação da manta é necessário um processo de consolidação, já que nesse momento o material ainda apresenta uma baixa resistência mecânica. Segundo Rangel (2013), a consolidação pode ser realizada por via química (adesão) através de uma resina, por via térmica (coesão) sendo ligadas pela ação do calor ou pelo método de calandragem e fornos. Ainda assim, o tecido não tecido pode ser consolidado de forma mecânica, por agulhagem, costura ou hidroentrelaçamento (jatos d'água a altas pressões na manta).

Diante disso é perceptível notar que o não tecido é um material versátil, com inúmeras aplicações e um grande potencial de crescimento, tornando-se cada vez mais importantes na indústria e no cotidiano.

6 TINGIMENTO NATURAL

O tingimento é um processo essencial na indústria têxtil, podendo ser realizado de forma natural ou sintética. No entanto, é importante destacar que o tingimento sintético, amplamente utilizado na indústria, é uma etapa com potencial para causar impactos negativos no meio ambiente a partir do descarte de efluentes e do descarte dos corantes com os corantes incorporados. Os corantes naturais são utilizados desde os primórdios da civilização e foram gradualmente substituídos pelos corantes sintéticos na indústria têxtil, em busca de praticidade e eficiência. (Diniz, Franciscatti e Silva, 2011, apud Silva, 2014).

De acordo com Fiadeiro (1993 apud Silva, 2015), o tingimento ocorre em quatro fases distintas. Na primeira ocorre a difusão, onde as moléculas do corante se movem em meio líquido no banho de tingimento. Na segunda ocorre a adsorção, onde o corante passa da fase líquida para a sólida, sendo absorvido pela fibra têxtil. Na terceira ocorre a difusão interna, onde o corante migra

da superfície para o interior da fibra. E por fim, na quarta ocorre a fixação, onde as moléculas do corante se ligam com a fibra, assegurando a durabilidade da cor, conhecida por solidez.

O tingimento natural têxtil se destaca por ser uma opção mais sustentável. Os corantes naturais geralmente são biodegradáveis e menos prejudiciais ao meio ambiente. No entanto, é importante ressaltar que esse tipo de tingimento também apresenta desafios, como a obtenção de cores estáveis e a padronização dos resultados. Para superar esses desafios, o uso de substâncias chamadas de "mordentes" se faz necessário. Conforme Pezzolo (2007 *apud* Silva, 2014) os mordentes são substâncias que permitem a fixação do corante no tecido. Embora a maioria dos mordentes seja de origem mineral, como o alúmen e sais de ferro, existem opções mais sustentáveis como o sal, vinagre e as cinzas de madeira.

Nesta pesquisa foi utilizado o corante natural colorau. O colorau é extraído da planta urucum e é comumente utilizado como condimento e colorífico. Este corante é importante em diversas indústrias, incluindo as alimentícias, têxteis, cosméticas e de perfumaria. (Fabri e Teramoto, 2015). As sementes do urucum são a fonte desse corante, que foi o primeiro a ser comercializado nas Américas e na Europa. O urucum também foi utilizado como tinta pelos índios e peruanos há muitos anos, o próprio nome "urucum" tem origem tupi e significa vermelho. (Andréa, 2022). Essa denominação reflete diretamente a forte pigmentação do corante.

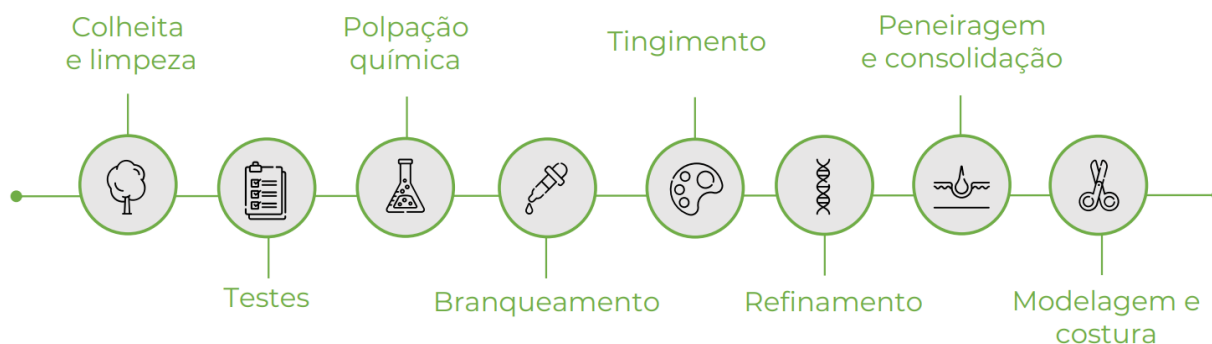
7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta fase da pesquisa, foram realizados os procedimentos necessários para o tingimento da fibra e a formação do não tecido, até o desenvolvimento do produto final. Com base no artigo de Teixeira *et al.* (2017), a formação da folha requer o uso de fibras de celulose, que devem ser separadas das demais composições para formar a massa celulósica, também conhecida como polpa. Este processo é chamado de polpação química, e consiste na remoção da lignina (deslignificação), que pode ocorrer em meio alcalino ou ácido – (na presente pesquisa a polpação ocorreu em meio alcalino).

Após a polpação, foi necessário remover a lignina residual, para viabilizar o tingimento. Esse processo é conhecido como branqueamento. Por fim, as fibras obtidas foram refinadas, no que se compreende como o rompimento mecânico que aumenta a área superficial. Como resultado, a folha formada apresentou maior entrelaçamento das fibrilas, além de maior maciez e resistência a rasgo.

Depois de todas as etapas, a polpa foi suspensa na água e peneirada, formando uma lâmina de celulose. É importante mencionar que para deixar o processo mais sustentável, algumas quantidades e produtos foram alterados em relação ao artigo usado como base, como por exemplo: em vez da soda cáustica utilizamos o carbonato de sódio, e em menores quantidades. Segue abaixo a figura de todos os processos realizados na pesquisa:

Figura 3. Processo para a formação do não tecido de paina

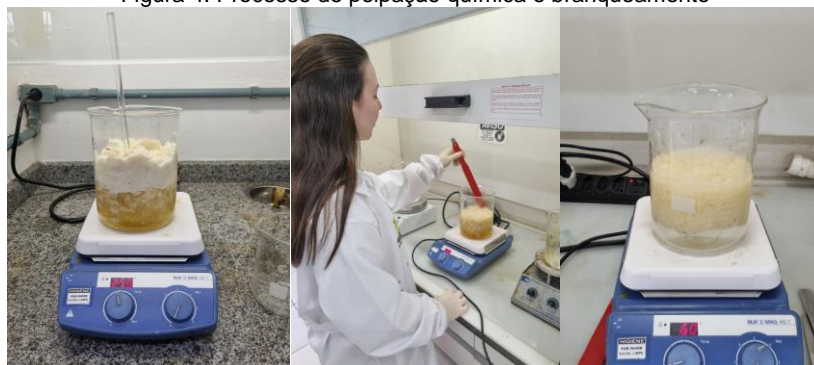


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

7.1 PRIMEIRO TESTE: POLPAÇÃO QUÍMICA E BRANQUEAMENTO

Para o primeiro teste, realizado no dia 02 de outubro, foram adicionados em um becker: 1 litro de água, 1 g de detergente não-iônico e 10 g de paina. A solução foi aquecida e em seguida foi acrescentado: 1,5 g de carbonato de sódio (Na_2CO_3) e 12 g de peróxido de hidrogênio (H_2O_2). A solução ficou cozinhando por aproximadamente 2 h. Após isso, o banho foi descartado. Foi preparado um novo banho adicionando: 1 L de água limpa; a fibra já enxuta; 11 g de carbonato de sódio e 6g de peróxido de hidrogênio. Foi medido o PH que estava em 10,5. Após 30 min de aquecimento, a polpa foi lavada 2 vezes em água quente, e 1 vez em 1 L de água fria com 0,2 g de ácido acético.

Figura 4: Processo de polpação química e branqueamento



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

7.1.1 Refinamento e peneiragem

Em seguida a fibra precisava ser refinada, então como alternativa ela foi batida no liquidificador com água até ficar homogênea. Finalmente com a polpa pronta, em uma bacia com água ela foi despejada e misturada, para formar a folha. Foi então colocada uma peneira em formato de quadro dentro da água com as fibras, filtrando-as, e em seguida a folha foi prensada para retirar o excesso de água.

Figura 5: Imagem da peneiragem e folha pronta



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

7.1.2 Teste de formação de um fio e sua tecelagem

Após esta lâmina de paina seca, foi realizada a tentativa de produzir um fio desta folha, com base na técnica milenar japonesa de criação do *SHIFU* (papel tecido). Primeiramente foram cortadas tiras de 0,5 cm, em seguida foi necessário deixar as tiras úmidas para que pudessem ser enroladas. Porém, o processo não pode ser realizado inteiramente com sucesso, pois estavam

muito frágeis, e assim o que sobrou foi apenas um fio curto para tecer. O processo de tecelagem igualmente não foi realizado com sucesso, pois o fio estava com baixa resistência, então acabava rasgando durante o processo, gerando muito desperdício.

Figura 6: Processo de formação do fio



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

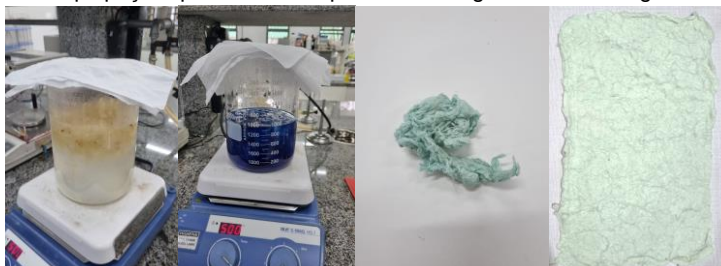
7.2 SEGUNDO TESTE: POLPAÇÃO, BRANQUEAMENTO E TINGIMENTO

No segundo teste, realizado no dia 09 de outubro, algumas proporções foram alteradas conforme o processo de branqueamento industrial. Em um becker foi adicionado 1 L de água e 1 g de detergente não-iônico. Essa solução foi aquecida até 40°C, e em seguida foi acrescentado 5 g de paina aos poucos. É importante informar que neste momento foi preciso mexer a solução até que a fibra absorvesse água. Após isso, foi acrescentado 1,5 g Na_2CO_3 . Novamente foi necessário aguardar que a solução aquecesse até 60°C. Posteriormente, foi adicionado 0,5 ml de H_2O_2 50% na solução, e a mesma ficou em aquecimento até chegar à ebulição, permanecendo nessa condição por 30 min. Esse processo foi repetido por mais 2 vezes, ou seja, mais dois banhos utilizando as mesmas proporções, com a diferença de que o tempo final de aquecimento em vez de 30 min foi de 15 min cada. Por fim a polpa foi lavada em água quente e água fria.

7.2.1 Teste de tingimento

Em um recipiente foi adicionado 1 L de água aquecida, a polpa já preparada anteriormente, 1% de corante artificial na cor azul e 40 g de sal. Essa solução ficou em aquecimento por 10 min. Depois de retirar a fibra e lavar em água fria, foi constatado que o período em que a solução ficou aquecendo, foi curto.

Figura 7: Processo de polpação química e branqueamento/ tingimento/ fibra tingida/ não tecido formado



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

7.3 PROCEDIMENTO PARA A PRODUÇÃO DO TECIDO NÃO TECIDO: POLPAÇÃO QUÍMICA E BRANQUEAMENTO.

Para o material final foi seguido o método do segundo teste, porém em uma escala maior. No total foram utilizados 115 gramas de paina, divididas entre 5 recipientes, de acordo com a capacidade de água de cada um, conforme explicado no fluxograma abaixo. Vale ressaltar que o

acrescentado metade da polpa feita de paina, e 1,5 g de carbonato de sódio. Essa solução ficou em aquecimento no fogo baixo por 1 hora. Além disso a fibra ficou dentro deste banho frio por mais 20 horas. Por fim, a paina foi bem lavada em água fria, estando pronta para a próxima etapa. Importante mencionar que o processo de tingimento foi feito com base nas informações da dissertação de Piccoli (2008).

Figura 10: Processo de tingimento da paina com urucum



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

7.3.2 Refinamento, formação do nãotecido e consolidação.

É necessário observar que o processo de refinar a fibra, normalmente é feito em maquinários como bateladas (Holandesas) ou contínuos. Porém, como alternativa, e com uma função semelhante, foi utilizado o liquidificador para tal. Devido às limitações de tamanho e capacidade, foram adicionadas pequenas porções da polpa e água por vez, cada parte bateu em média por 2 minutos, e durante este período a água era trocada, para assim retirar as impurezas restantes.

Em seguida, a paina laranja foi dispersada na água com a peneira já submersa em um grande reservatório. Posteriormente foi adicionada a paina não tingida (branca), formando assim um efeito *Tie-dye*. Após a formação da folha, com a ideia de realizar o processo de consolidação por hidroentrelaçamento, o tecido não tecido foi submetido a jatos de água de baixa pressão. Por seguinte, o mesmo foi retirado do filtro e seco.

Com o restante da fibra branca foi produzida outra folha, porém o resultado não estava como esperado, então a fibra voltou para o processo de refinação para assim ficar mais uniforme. Por fim, os processos de peneiragem e consolidação foram realizados, resultando em uma manta mais resistente.

Figura 11: Processo de formação do tecido não tecido



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

7.3.3 Modelagem, corte e costura

Para o processo de costura notou-se que o nãotecido precisaria de mais resistência, portanto foi colocado um feltro termocolante de algodão no seu verso, assim começou o processo de modelagem. Para a criação de uma bolsa foram cortados 2 retângulos de 45 cm x 25,5 cm, no meio deste, retiramos 1 quadrado de 5 cm x 5 cm em cada lado, as alças foram cortadas com 30 cm x 3 cm e por fim o bolso ficou com 13 cm x 13 cm (mais 1cm de costura em dois lados), o não tecido branco foi usado como forro.

Depois de cortado, deu-se início a realização das costuras verticais em todo o molde colorido, e nas alças. Isso foi feito para dar mais resistência à bolsa, processo semelhante a consolidação mecânica do TNT. Em seguida, o forro e o bolso foram costurados ao molde principal, e como acabamento foi feito uma bainha no bolso e nas bordas da bolsa. Por fim, as alças foram fixadas ao molde principal, as laterais e o fundo foram fechados, e a bolsa foi virada para o lado direito, finalizando assim a peça.

Figura 12: Etapa do molde até a bolsa



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Figura 13: Foto da bolsa concluída



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Figura 14: Fotos da bolsa concluída em outro ângulo e com a fibra paina dentro



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

8 CONCLUSÃO

Como delineado nos objetivos iniciais desta pesquisa, que incluíam a colheita da fibra paina, o desenvolvimento de um nãotecido, o tingimento e a construção de uma bolsa, os resultados alcançados, apesar de promissores, destacam áreas que requerem atenção e aprimoramentos específicos, para a incorporação bem-sucedida da paina na produção têxtil sustentável em escala industrial.

A obtenção da manta de paina, apesar de suas propriedades estéticas notáveis, como maciez, revelou-se desafiadora quanto à resistência ao rasgo. A necessidade de aplicar um feltro termocolante na construção da bolsa, embora tenha solucionado temporariamente esse obstáculo, enfatiza a importância de pesquisas adicionais, como por exemplo: o uso de refinadores adequados, resultando em um entrelaçamento melhor das fibras, ou o teste de outros processos de consolidação. Além do mais, a utilização de mais camadas da manta, e a realização de acabamentos como a prensagem iriam gerar mais resistência ao nãotecido.

No âmbito do tingimento, os resultados positivos ficam evidentes na coloração obtida pela fibra paina através do urucum. O tom laranja suave alcançado após a secagem confirma a eficácia do método, apesar de variações possíveis decorrentes da colheita de frutos não totalmente maduros. Esta coloração uniforme reforça a viabilidade do processo de tingimento e adiciona um componente estético atraente ao material.

Portanto, para aprimorar a qualidade do produto final em uma escala industrial, reconhece-se a necessidade de pesquisas adicionais. Mesmo em um contexto artesanal, o material demonstrou ser intrigante para diversas aplicações, destacando-se pela criação de uma bolsa sustentável para vestuário. A versatilidade do nãotecido abre portas para potenciais utilizações em setores como higiene pessoal, agricultura, indústria automobilística e embalagens. Destaca-se, ainda, o potencial do nãotecido em produtos de alta absorção, como filtros, absorventes ou protetores de fraldas. Assim este material sustentável abre portas para inovações e aplicações multifacetadas em diferentes setores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela sabedoria e força concedidas para a realização deste trabalho. Expresso minha gratidão ao professor Vandr  Stein, meu orientador, e   professora Heiderose Herpich Piccoli, minha co-orientadora, pela orienta o e apoio constantes em todas as etapas. Suas experiências e conhecimentos foram inestimáveis.

Agradeço igualmente   minha família, amigos e ao meu namorado Samuel Willian Gregório, pelo apoio e incentivo ao longo de todo o processo. A realiza o deste trabalho representou desafios e conquistas significativas para mim. Não seria possível alcançar este ponto sem o apoio e a orienta o de todos vocês.

REFERÊNCIAS

ABINT - ASSOCIA O BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE NÃOTECIDOS. **Classifica o, Identifica o e Aplica es de Nãotecidos**, 1999. 36 p. Disponível em: <https://www.abint.org.br/informacao/publicacoes/download/manual-de-naotecidos>. Acesso em: 10 de nov 2023.

ABNT - ASSOCIA O BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 13370: Nãotecidos - Terminologia**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2017.

ADELINA, Maria *et. al.* **Apostila de Ciências das Fibras**. FATEC Americana. Trabalho Realizado pelos Alunos do 3  Semestre Noturno do Curso de Tecnologia Têxtil do 1  Semestre de 2009. Disponível em https://docplayer.com.br/19455174-Fatec-americana-disciplina-ciencia-das-fibras-texteis-professora-maria-adelina-simbologia-co.html#show_full_text. Acesso em: 25 mai 2023.

ANNUNCIADO, Teoli R.; AMICO, Sandro C.; SYDENSTRICKER, Thais H.D.. **UTILIZA O DA FIBRA DE PAINA (CHORISIA SPECIOSA) COMO SORVENTE DE ÓLEO CRU. PARTE II: CARACTERIZA O DA FIBRA X CAPACIDADE DE SOR O**. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS*, 3, 2005, Salvador. **Trabalho Técnico Científico** [...]. Salvador: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP, 2005. Disponível em: https://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0185_05.pdf. Acesso em: 15 de nov 2023.

ALVES, G. J. S; Ruthschilling, E. A. (2008) **Vestuário Convencional: Aplica o e Comercializa o de Eco-Têxteis**. Revista online de Produ o Intelectual NDS/Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.nds.ufrgs.br>. Acesso em: 15 de nov 2023.

B RDEK, B. E. **História, Teoria e Prática do Design de Produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

CAPELETTI, Soleni dos Santos Kuhn. Sustentabilidade no desenvolvimento de fios para tecidos antitérmicos: uso da fibra da paineira. **ModaPalavra e-periódico**, v. 12, p. 178-195, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=514051625012>. Acesso em: 23 mai 2023.

CARVALHO, P. E. R. Paineira: *Chorisia speciosa* In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informa o Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, p. 690-698.

CLARK, H. Slow + Fashion: An oximoron or a promise for the future.? **Fashion Theory**, Berg, 12, n.4, 2008. 427- 446. Acesso em 24 de mai de 2023.

COSTA, Andréa Fernanda de Santana; CRUZ, Anierly Moraes de Lima. Tingimento Natural Uma Alternativa Sustentável para a área Têxtil. **VIII Colóquio de Moda: 5º Congresso Internacional**, Rio de Janeiro - RJ, 2012.

DINIZ, Juliana Furian; FRANCISCATTI, Patricia; SILVA, Tais Larissa. **Tingimento de tecidos de algodão com corantes naturais açafraão (cúrcuma) e urucum**, Iniciação Científica CESUMAR, Maringá, 2011.

ERHARDT, T. *et al.* **Curso técnico têxtil: Física e química aplicada- Fibras têxteis- Tecnologia**. São Paulo: EPU, 1976.

FABRI, Eliane Gomes; TERAMOTO, Juliana Rolim Salomé. Urucum: fonte de corantes naturais. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 140–140, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/yTwR3dFPVW4rLHmKpQxNnrj/?format=html&lang=pt&stop=next#>. Acesso em 21 de nov de 2023.

FIADEIRO, José Miguel F. P.. **O tingimento de matérias têxteis: de arte a ciência**. Oração de sapiência. Universidade da Beira Interior, 1993.

GOMES, Laís Q. CHAGAS, Beatriz S.; MANO, Eloisa B. Aspectos morfológicos das fibras naturais de plantas brasileiras - Paina (*Chorisia speciosa*). In: **Congresso Brasileiro de Polímeros**, 10., 2009, Foz do Iguaçu. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbpol/2009/PDF/704.pdf> . Acesso em: 25 mai 2023.

GROSE, Lynda; FLETCHER, Kate. **Moda e Sustentabilidade: Design para Mudança**. 1ª edição. São Paulo: Senac, 2012.

ITURRALDE TORRICO, Paola. Fio de fibra Toborochoi feito à mão. **Rev. contribuições da comunicação**, Santa Cruz de la Sierra, n. 32, pág. 9-20, agosto de 2022. Disponível em http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-86712022000100002&lng=es&nrm=iso. Acesso em 25 de mai de 2023.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000.

MARIANO, Márcia. Panorama da Indústria Têxtil de Minas Gerais. **Revista Textilia**. Editora Brasil Têxtil, Jan/Fev/Mar 2002, ano 12, n. 43.

MEDINA, J.C. **Plantas Fibrosas da Flora Mundial**. Campinas. Instituto Agrônomo de Campinas, 1959.

PEREIRA, G. S. **Introdução à tecnologia têxtil**. Apostila do curso têxtil em malharia e confecção, módulo II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, Unidade de ensino Araranguá, 2010.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. São Paulo: Senac, 2007.

PICCOLI, H.H. **Determinação do comportamento tintorial de Corantes naturais em substrato de algodão**. Dissertação de Mestrado, Florianópolis, 2008

PIO CORRÊA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: IBDF, v.I a VI, 1984.

QUEIROZ, Rayana Santiago de. **Pesquisa e criação: desenvolvimento de coleção de fios de fibras de paina**. 2014. 124 f. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-26092014-100039/pt-br.php>. Acesso em: 24 mai 2023.

RANGEL, Wellington M.. **TECNOLOGIAS DE FABRICAÇÃO DOS NÃO-TECIDOS**. **Revista Técnico-Científica do IFSC**, Araranguá, v. 02, n. 2, 2013 Trabalho apresentado no 2º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul, Araranguá, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1447>. Acesso em: 13 de nov de 2023.

REFOSCO, Ereany Cristina. **Estudo do ciclo de vida dos produtos têxteis**: um contributo para a sustentabilidade na moda. Tese de Mestrado em Design e Marketing. Universidade do Minho, julho de 2012. Orientadores: Noémia Carneiro Pacheco, Mário de Araújo. Coorientador: Mário de Araújo. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/24689>. Acesso em 23 mai 2023.

REWALD, F. G. **Tecnologia de Nãotecidos: matérias-primas, processos e aplicações finais**. São Paulo: Lcte Editora, 2006. 204 p.

RINALDI, Larissa Soeiro. **Desenvolvimento de um nãotecido a partir de uma matéria-prima secundária para aplicação de bojos de sutiã**. 2018. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2018.

SETTE, S. D. S. K. **Fios e tramas têxteis: técnicas e processos ambientalmente amigáveis por meio da integração entre fibras de bananeira e da paineira**. 2018. 131 f. Relatório técnico (Mestrado em Design) - Universidade da Região de Joinville, Joinville. Disponível em: https://www.univille.edu.br/account/ppgdesign/VirtualDisk.html/downloadDirect/1276145/Soleni_do_s_Santos_Kuhn_Sette.pdf. Acesso em 23 de mai 2023.

SILVA, Izabelle Todsquini. **O Resgate do Uso de Técnicas de Tingimento Natural em Produtos de Moda Visando a Minimização de Impactos Ambientais**. 2014. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Design de Moda) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2014.

SILVA, P. M. S. **Levantamento de plantas corantes no Brasil**. 147 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

TEIXEIRA, Maria Betânia d’Henri *et al.* O Papel: Uma Breve Revisão Histórica, Descrição da Tecnologia Industrial de Produção e Experimentos para Obtenção de Folhas Artesanais. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 3, p. 1364–1380, 2017.

ANDRÉA, L. **Urucum ou Colorau - da pintura corporal ao uso medicinal**. Disponível em: <https://pagina3.com.br/colunistas/banhodemato/urucum-ou-colorau-da-pintura-corporal-ao-uso-medicinal/>. Acesso em: 23 dez 2023.

VIEIRA, Daniela. **Obtenção e caracterização de nanocelulose a partir de fibras de Chorisia Speciosa St. Hil.** Trabalho Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Guaratinguetá, 2015.