

## PROPRIEDADES DA FIBRA DE SEDA (BOMBYX MORI) NO TECIDO FINAL : REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Camila de Medeiros Alves

Dany Geraldo Kramer

### Resumo

A seda *Bombyx mori* ocupa um papel singular na indústria têxtil devido à sua história milenar, ao alto valor agregado e às propriedades que a distinguem entre as fibras naturais. Sua obtenção envolve etapas específicas da sericultura e processos industriais que influenciam diretamente o comportamento do tecido. O objetivo deste artigo de revisão das literaturas, foi promover a discussão a respeito do quanto as propriedades da fibra de seda ainda permanecem no tecido final após processos industriais. Revisando assim, aspectos essenciais da composição da fibra, destacando a interação entre fibroína e sericina, e apresenta uma visão geral sobre como procedimentos como desgomagem, tingimento e estamparia interferem na aparência e no desempenho do material. A partir das literaturas consultadas, buscou-se reunir informações que permitam compreender de forma ampla como a seda se transforma do casulo ao tecido final, apontando elementos que contribuem para sua qualidade, funcionalidade e relevância no cenário contemporâneo.

Palavras-chaves: Seda; *Bombyx mori*; Fibroína; Propriedades; Meio ambiente

### 1 INTRODUÇÃO

A seda proveniente da lagarta bicho-da-seda ou *Bombyx Mori* é reconhecida por sua relevância histórica com mais de 5000 anos (Mohamed et al., 2024), seu alto valor comercial e também por suas propriedades, a tornando mais popular entre as sedas produzidas (Wang et al., 2023). Para

adentrar no universo da seda é importante destacar a sericultura, a indústria que é responsável desde de o cultivo da amoreira-branca (*Morus alba*) até a colheita dos casulos do bicho-de-seda, esse processo é longo e inclui quatro estados da metamorfose da lagarta: ovo, larva, pupa e por fim o adulto. Para essas etapas é necessária intensiva e minuciosa mão-de-obra (Barajas-Gamboa et al., 2016).

Os processos industriais que se seguem após a colheita do casulos de acordo com a literatura trazem impactos no resultado final do tecido, destacaremos a desgomagem, o tingimento e a estamparia. A seda abarca em seu cenário dentro da indústria têxtil e mercado de moda um altíssimo valor agregado conhecida como "rainha dos têxteis" (Sundari; Ramalakshmi, 2018).

Bem como sua reputação, que é cercada por história milenar e acompanhada por um mercado consumidor seletivo, que apesar de não apresentar grandes volumes de produção mundial frente a outras fibras como algodão, é muito representativo em valor dos produtos. Os países produtores mais relevantes são: China, sendo o principal e também maior fornecedor de seda para o mundo; Uzbequistão; Brasil e Japão. A maior parte entre os outros produtores está na Ásia, somando 90% da produção de amoreira-branca (Sundari; Ramalakshmi, 2018).

A fibroína apresenta propriedades mecânicas, brilho, manuseio suave, biodegradabilidade possível de se controlar, flexibilidade, estabilidade térmica (Wang et al., 2023). A importância deste artigo de revisão é entender a relação entre as propriedades e o tecido final, através disso clarificar as informações a respeito dos processos industriais e assim destacar possíveis alternativas para a preservação das propriedades que o tornam tão valorizado, incluindo características adicionais obtidas por meio de incrementos como fator UV e resistência antimicrobiana (Haggag et al., 2022). O objetivo deste artigo por meio das literaturas consultadas, foi discutir o quanto dessas propriedades ainda permanecem no tecido final após processos industriais.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 METODOLOGIA

Este estudo se trata de um artigo de revisão que visa encontrar e unir informações a respeito dos processos pelos quais o tecido de seda proveniente do bicho-da-seda (*Bombyx Mori*) passam dentro da indústria têxtil. Através da pesquisa descritiva se busca detalhar os processos e a partir das noções observadas e detalhadas, o apontamento de alternativas sustentáveis para as etapas abordadas através da literatura serão levantadas. Todos os artigos foram encontrados através de bases de pesquisa como ScienceDirect, Emerald Publishing. Para as palavras-chaves de maior impacto na busca, foram feitos 23 testes. Dentro dos 23, 10 foram em português e 13 em inglês, sendo estas com melhores resultados, e os testes mais acertivos foram com " Bombyx Mori Silk Fiber" ; "Added Value Silk Fabric" ; "Degradation AND Silk Textile Properties" ; "Silk Print Fabric".

Para o critério de exclusão dos artigos foi submetido todos os que não estavam de acordo ou com acessos restritos, posterior a isto, em leituras prévias dos títulos e resumos os que não apresentaram conexão com o tema ou se direcionavam apenas para um aspecto da seda, não estando voltado ao universo da pesquisa. Ao final das seleções que iniciaram com um número total de 5.252 artigos, entre português e inglês, após a aplicação do critério, este número caiu para 262 artigos, e por fim 26 restaram, sendo 12 escolhidos para serem referenciados.

### 2.2 SEDA

A obtenção da seda a partir dos casulos envolve igualmente a sericultura descrita inicialmente com diversos procedimentos. Sendo eles: sacagem dos casulos em até 115°C; processo de remoção do "fluff" que é uma espécie de tecido solto que é produzido antes do casulo, o mantendo preso a uma estrutura; em seguida o cozimento em água quente que ajuda a amolecer o casulo e parte da sericina, desta forma os filamentos são separados; os filamentos, agora soltos, juntos de outros se tornam feixes de seda bruta; as etapas finais para transformação dos filamentos em fios é sua torção e depois de torcidos, passam para o processo de carretel onde entram

em bobinas, ganhando um tamanho maior pela junção através de nós (Barajas-Gamboa et al., 2016).

É igualmente fundamental compreender sua estrutura enquanto fibra. A fibra, tem duas partes principais sendo a fibroína uma estrutura semicristalina sendo 70-75% na camada interna, e na camada externa 25-30% a sericina agindo como uma goma ou "cola" amorfa, oferecendo estrutura para a fibroína (Bhowmik et al., 2023). A fibroína que faz parte do núcleo da fibra, apresenta duas microfibras de fibroína, é constituída por nanofibrilas alinhadas de fibroína, essa que demonstra propriedades que podem ser utilizadas em muitas indústrias para além da têxtil, que são desempenho mecânico, permeabilidade à água, biodegradabilidade entre outras funções citadas em algumas das literaturas (Eliaz et al.; 2025).

Já a sericina que no caso da indústria têxtil precisa ser removida para que outras etapas possam ocorrer na fibra de seda, e posterior a isto, no fio de seda como por exemplo o tingimento (Barajas-Gamboa et al., 2016). A sericina é composta pela serina (32%), ácido aspártico (18%), glicina (16%) e alguns outros aminoácidos de menor relevância, esta proteína que solúvel apenas em água quente (Cao; Zhang, 2016), tem como objetivo proteger e manter alinhados os filamentos de seda durante todas as etapas necessárias. O procedimento de retirada da sericina é chamado desgomagem, e com o resíduo desta proteína muitas outras indústrias podem ser beneficiadas, por apresentar inúmeras propriedades, contudo esta utilização não faz parte diretamente do assunto proposto, mas apresenta grande relevância no tocante para assuntos relacionados à seda e suas abrangências.

Ao analisar os processos industriais pelos quais as fibras seda, e por consequência, os tecidos são submetidos, é relatado nas literaturas detalhes importantes dessas etapas, os que serão pontuados nesta revisão foram os considerados mais impactantes.

### 2.3 DESGOMAGEM

Após o enrolamento dos filamentos da seda crua, agora transformados em feixes, a desgomagem é aplicada para que o resíduo de sericina seja retirado (Cao; Zhang, 2016). Ao eliminar por meio de procedimento

termoquímico a camada de goma ou cola que liga os filamentos de fibroína, existe um melhor proveito da seda (Wang et al., 2023). Essa etapa pode fazer uso de diversos métodos como através de enzimas, alcalinos, ácido, espuma, detergentes, microondas entre outros (Ninpetch et al., 2015).

Estando entre eles a água fervente, ainda que considerado um método mais limpo por não utilizar produtos químicos, a desgomação desse tipo faz uso de altíssimas temperaturas e um processo longo e de repetição, que apesar disso não retira toda a sericina desejada e pode inferir danos por sua temperatura elevada à fibroína. No caso da desgomação ácida, o processo é mais veloz e não requer altas temperaturas, entretando sua aplicabilidade é mais restrita em relação a alcalina por colocar em detrimento a integridade da fibroína (Wang et al., 2023).

Enquanto que nos procedimentos alcalinos, segundo Eliaz et al. (2025) o carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), que pode danificar a fibroína, e assim considerar a redução do desempenho mecânico, sensibilizando sua estabilidade e comprometendo sua qualidade. Por sua vez o hidróxido de sódio ou soda cáustica ( $\text{NaOH}$ ) a aplicação desenvolvida na literatura melhorou as características mecânicas e térmicas da fibra por meio da preservação da fibroína. Ao passo que métodos alcalinos são os mais utilizados, eles podem causar uma grave irritação à fibroína, e junto inferir danos como perda de força e brilho do tecido (Ninpetch et al., 2015) sendo um dos pontos que agrega muito valor a seda.

Como citado anteriormente, a desgomagem também pode ser feita através de enzimas, " as enzimas proteolíticas clivam as ligações peptídicas e amidas da sericina e as convertem em aminoácidos " (Wang et al., 2023, p.166). Essa alternativa para desgomagem oferece menos danos a fibra de seda, porém algumas impurezas podem não ser totalmente eliminadas e seu uso para grande volumes não é tão eficiente (Wang et al., 2023).

Por outro lado mediante Ninpetch et al. (2015) a enzima bromelaína, que é produzida a a partir dos resíduos do abacaxi, oferece uma alternativa de desgomagem ecológica e eficiente, além de econômica. Conseguiu remover em 90% as camadas de sericina, sem causar deteriorações à fibroína,

mantendo as características de tração e promovendo uma melhora no brilho e também suavidade da superfície. Dentro de alguns testes apresentados na literatura, a recuperação do vinco do tecido foi superior em relação ao desgomado com  $\text{NaCO}_3$ , somado a isso a resistência do tecido para força aplicada foi superior ao tecido desgomado por processo alcalino.

#### 2.4 TINGIMENTO

Esta etapa é de suma importância, no campo estético (Haggag et al.,2022) e também funcional à depender dos agentes utilizados. A utilização de corantes reativos, ácidos e básicos é comumente utilizado na indústria têxtil para tingimentos em seda (Haggag et al.,2022). Soma-se a isso os resultados esperados pela utilização desses tipos de corantes, tendo a partir de aplicação proveitos nos resultados como tons mais brilhantes e com boa solidez no processo de lavagem (Faisal et al., 2020) essa é uma das qualidades esperadas na seda, o que reafirma um dos motivos de sua superioridade em relação a outras fibras.

Por consequência muito se debate a respeito dos efeitos dos corantes sintéticos utilizados no tingimento que afetam o meio ambiente conecta-se a isso a busca por tingimentos alternativos que sejam mais limpos e menos agressivos ao ecossistema, os corantes naturais em contrapartida apresentam biodegradabilidade e oferecem maior afinidade com o meio ambiente, bem como por exemplo a proteção contra raios ultravioleta (Haggag et al.,2022). Os corantes podem ser extraídos de diversas formas a partir das plantas, como utilizando suas cascas, raízes, folhas e outras partes à depender do tipo de planta utilizada. Algumas das plantas mencionadas na literatura são cânfora; flores de *Jatropha*; cascas de noqueira; *Bauhinia vahliibark*; casca de manga.

Outra planta citada e testada é o extrato de folhas de amoreira, por conta da presença de ácidos fenólicos em sua composição foi submetido a testes para verificar sua resistência à algumas bactérias como *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Candida albicans* e também os raios UV. Obtendo um bom resultado e oferecendo ao tecido de seda, propriedades antimicrobianas e com alta proteção segundo o teste de Fator de Proteção Ultravioleta (UPF) mencionado na literatura que foi superior a 48, este resultado apontado é

fazendo uso ou não de um mordente, neste caso foi empregado o sulfato de ferro heptahidratado (Haggag et al.,2022).

Vale pontuar a importância do mordente para o tingimento, que em excesso pode impedir o rendimento de cor e a uniformidade do corante, causando sua preceptação (Mia et al.,2024). Por sinal, é relevante citar o plasma que pode ser também uma técnica possível no cenário do tingimento, quando falamos da absorção que ele promove, colaborando com a rápida absorção do corante e níveis de tingibilidade mais profunda, além das melhorias nas propriedades da fibra, que neste caso, estariam em destaque a molhabilidade e capilaridade (Mohamed et al., 2024).

## 2.5 ESTAMPARIA

A "rainha do têxteis" como é chamada por diversos autores e conhecida mundialmente carrega em sua história belíssimas gravações através da estamparia, recurso que agrega muitíssimo valor a beleza da seda, destacando o brilho e cores do tecido.

A impressão pode ser feita utilizando diversos corantes, como os reativos, bem próximo do que foi explanado em relação ao tingimento, à medida que alguns pontos são distintos como o uso do espessante que é aplicado diretamente a tinta que será utilizada para impressão, para o caso da serigrafia (Faisal et al., 2020) e junto a isto a aplicação propriamente dita da estampa sobre o tecido. Para aprofundar este tópico é plausível fazer menção a duas técnicas de suma importância dentro da indústria têxtil e do mercado de moda.

A serigrafia é uma das opções mais utilizadas dentro da estamparia, sua versatilidade e alto desempenho produtivo, que gera por consequência alta lucratividade. De acordo com Faisal et al. (2020) dentro dos pontos levantados, a seda entrega lotes de tamanho menor e de tamanhos exclusivos, o que ocasionaria um entrave para serigrafia em relação ao seu potencial produtivo.

A partir disso, a estamparia ou "impressão" digital ganha destaque, sendo bastante versátil e não se limitando a quantidades, limites de tamanho e cores, possibilitando um design com leque de opções mais amplo e

personalizado, o que dentro do mercado de seda por seu público mais exclusivo e seletivo, preza e colabora para a continuação da técnica sobre o tecido. A propósito, é considerada de menor impacto ambiental, por questões como mitigação do desperdício de tinta e diminuição do consumo de água (Gooby, 2020). O pré-tratamento do tecido que receberá a impressão digital influencia no resultado final da estampa, alguns estudos dentro da literatura apontam o uso da ureia, bicarbonato de sódio( $\text{NaHCO}_3$ ), poliacrilamida(PAM) e ácido poliacrílico(PAA) como melhora na força de cor, preservação da nitidez das imagens impressas, inclusive a importância da concentração alcalina nessa etapa é fundamental para a boa fixação do corante reativo. Não obstante, o uso do espessante e ureia em excesso podem implicar uma redução na força de cor. Para a vaporização, a relação com o espessante, tempo de vaporização e suas quantidades estão diretamente ligadas e podem influenciar na fixação do corante e força de cor, em síntese a informação a respeito da vaporização trás 12,5 minutos como uma melhoria substancial para fixação dos corantes (Faisal et al., 2020).

A produção deste tipo de beneficiamento, requer também uma mão-de-obra especializada principalmente quando falamos da operacionalidade dos softwares e maquinários (impressoras). Os diversos parâmetros entre as impressoras e também as inúmeras cores de tela versus as cores viáveis a serem estampadas com o modelo CMYK (ciano, magenta, amarelo, preto) podem ocasionar divergências no âmbito técnico, se tornando necessária a realização de testes para verificação dos aspectos esperados no resultado de cor e qualidade da imagem(Gooby, 2020), para enfim a obtenção do produto desejado a partir deste tipo de impressão.

### 3 CONCLUSÃO

Esse artigo de revisão propôs entender a relação entre as propriedades e o tecido final, por meio de literaturas que trouxessem não somente a

construção da fibra e montagem dos processos, mas igualmente métodos que oferecessem uma aplicação benéfica às propriedades da seda, evidenciando da melhor forma, somado a isso abordagens que também fossem de carácter mais ecológico. Como é o exemplo das plantas para o tingimento, ou impressão digital para criar uma estampa e até mesmo a utilização dos resíduos do abacaxi para o processo de desgomagem. Todos esses empregos no tecido de seda trazem luz às suas propriedades, a escolha certa das técnicas, químicos e temperaturas podem construir, como no caso das literaturas expostas neste artigo, uma fibra que apesar de tantos procedimentos é bem resistente e considerada de altíssimo valor.

As propriedades que ainda são mantidas no tecido final após processos industriais dependem de como tais são conduzidos, há uma perda desde o casulo até o tecido final, como o próprio exemplo da sericina, conseqüentemente podemos falar que se perdem propriedades, porém algumas podem ser evidenciadas como brilho, propriedades mecânicas, biodegradabilidade e algumas outras acrescentadas por meio de incrementos como fator UV e resistência antimicrobiana.

## REFERÊNCIAS

BARAJAS-GAMBOA, Jaime A. et al. Aplicaciones de la sericina: una proteína globular proveniente de la seda. *Ingeniería y Competitividad*, v. 18, n. 2, p. 193-206, 2016.

DOI: <https://doi.org/10.25100/iyc.v18i2.2167>

BHOWMIK, Papiya; KANT, Ravi; SINGH, Harpreet. Effect of degumming duration on the behavior of waste filature silk-reinforced wheat gluten composite for sustainable applications. *ACS omega*, v. 8, n. 7, p. 6268-6278, 2023.

DOI: <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c05963>

CAO, Ting-Ting; ZHANG, Yu-Qing. Processing and characterization of silk sericin from *Bombyx mori* and its application in biomaterials and biomedicines. *Materials Science and Engineering: C*, v. 61, p. 940-952, 2016.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msec.2015.12.082>

ELIAZ, D. et al. Fine structural analysis of degummed fibroin fibers reveals its superior mechanical capabilities. *ChemSusChem*, v. 18, n. 1, p. e202401148, 2025.

DOI: <https://doi.org/10.1002/cssc.202401148>

FAISAL, Saira et al. Pretreatment of silk for digital printing: identifying influential factors using fractional factorial experiments. *Pigment & Resin Technology*, v. 49, n. 2, p. 145-153, 2020.

DOI: <https://doi.org/10.1108/PRT-07-2019-0065>

GOOBY, Becky. The development of methodologies for color printing in digital inkjet textile printing and the application of color knowledge in the ways of making project. *Journal of Textile Design Research and Practice*, v. 8, n. 3, p. 358-383, 2020.

DOI: <https://doi.org/10.1080/20511787.2020.1827802>

HAGGAG, Karima Mohamed et al. Synchronized dyeing and finishing of natural silk fabrics with mulberry leaves extract. *Egyptian Journal of Chemistry*, v. 65, n. 131, p. 769-779, 2022.

DOI: [10.21608/EJCHEM.2023.157077.6811](https://doi.org/10.21608/EJCHEM.2023.157077.6811)

MIA, Rony et al. Ultrasonic Assisted Environmentally Friendly Extraction of Natural Dyes From *Beta vulgaris* for the Coloration of Silk Fabric Using Different Mordants. *Energy Science & Engineering*, v. 13, n. 1, p. 323-334, 2025.

<https://doi.org/10.1002/ese3.2001>

MOHAMED, Amina L. et al. Plasma Techniques for Enhancing Silk Fabric Properties. *Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science*, v. 21, n. 3, p. 135-144, 2024.

DOI: [10.21608/jtcps.2024.300100.1382](https://doi.org/10.21608/jtcps.2024.300100.1382)

NINPETCH, Uraiwan; TSUKADA, Masahiro; PROMBOON, Amornrat. Mechanical properties of silk fabric degummed with bromelain. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, v. 10, n. 3, p. 155892501501000319, 2015.

DOI: <https://doi.org/10.1177/155892501501000319>

SUNDARI, K. Thiripura; RAMALAKSHMI, P. Silk production: The global scenario. *Asian Review of Social Sciences*, v. 7, n. 2, p. 22-24, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.51983/arss-2018.7.2.1435>

WANG, Ke et al. Review on fabrication and application of regenerated *Bombyx mori* silk fibroin materials. *AUTEX Research Journal*, v. 23, n. 2, p. 164-183, 2023.

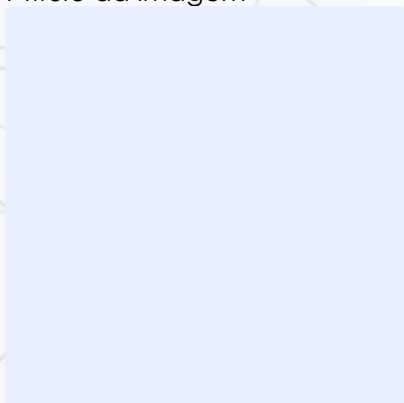
DOI: <https://doi.org/10.2478/aut-2021-0059>

Sobre o(s) autor(es)

1. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Têxtil. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. millaa.medeiros@gmail.com

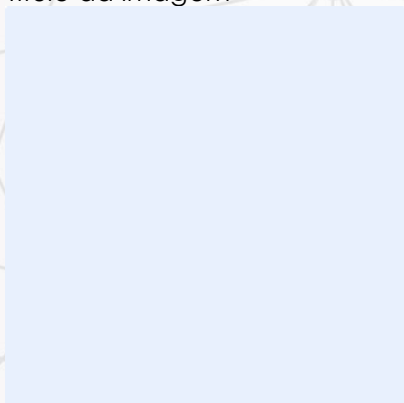
2. Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Têxtil. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. dgkcs@yahoo.com.br

PTítulo da imagem



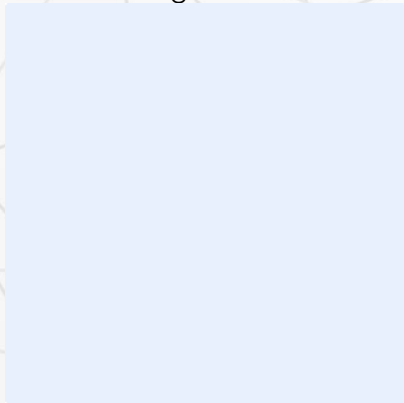
Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem