



Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

CLAUDEANE CARVALHO DA SILVA

**ESTUDO DA PROPENÇÃO DE FORMAÇÃO DE *PILLING* EM
TECIDOS SUSTENTÁVEIS**

AMERICANA

2024

**ESTUDO DA PROPENÇÃO DE FORMAÇÃO DE *PILLING* EM
TECIDOS SUSTENTÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso de Tecnologia em Produção Têxtil pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/ Americana.

Área de concentração: Sustentabilidade

Orientadora: Prof^a Maria Adelina Pereira

AMERICANA

2024

SANTOS , Claudeane Carvalho da Silva

Estudo de propensão de pilling em tecidos sustentáveis . / Claudeane Carvalho da Silva Santos – Americana, 2024.

46f.

Estudo de caso (Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil) - - Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Orientadora: Profa. Ms. Maria Adelina Pereira

1. Tecidos – qualidade 2. Têxtil – processos industriais 3. Tingimento. I. SANTOS , Claudeane Carvalho da Silva II. PEREIRA , Maria Adelina III. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi

CDU: 677.074: 658.6

677.02

677.027.4

Elaborada pelo autor por meio de sistema automático gerador de ficha catalográfica da Fatec de Americana Ministro Ralph Biasi.

Claudeane Carvalho da Silva Santos

ESTUDO DE PROPENSAO DE FORMAÇÃO DE PILLING EM TECIDOS SUSTENTAVEIS

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Curso Superior de Tecnologia em Produção Textil pelo Centro Paula Souza – FATEC Faculdade de Tecnologia de Americana – Ralph Biasi.

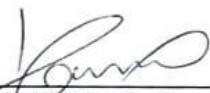
Área de concentração: Sustentabilidade e Qualidade.

Americana, 19 de junho de 2024

Banca Examinadora:



Maria Adelina Pereira (Presidente)
Professor Mestre
Faculdade de Tecnologia de Americana, SP



Magaly Pitolli (Membro)
Professor Mestre
Faculdade de Tecnologia de Americana, SP



Valdecir Jose Tralli (Membro)
Professor Mestre
Faculdade de Tecnologia de Americana, SP

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Deus, que me deu forças para percorrer todo curso, me dotando de sabedoria e conhecimentos em todas as etapas desenvolvidas.

E a todos meus familiares pelo apoio incondicional, por impulsionarem e fazerem acreditar que eu era capaz de realizar tudo aquilo que era possível sonhar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles de alguma maneira contribuíram para a elaboração do presente trabalho de conclusão de curso. Em especial aos meus professores e orientadores, por todo apoio durante o curso, por cada lição, por cada instrução, por cada cobrança e por cada etapa vencida.

RESUMO

O estudo aborda a propensão de formação de *pilling* em tecidos sustentáveis, ressaltando a importância de avaliar a durabilidade e qualidade desses materiais. A ocorrência de *pilling* está intrinsecamente relacionada a diversos fatores, como a composição das fibras, a estrutura do tecido e o processo de fabricação. Embora tecidos sustentáveis feitos de materiais naturais possam apresentar essa característica, é possível influenciar a resistência ao *pilling* por meio do cuidado durante o uso e do processo de fabricação. A metodologia adotada neste estudo compreendeu uma revisão bibliográfica sobre o conceito de *pilling* e sua relação com a sustentabilidade na indústria têxtil, seguida pela seleção de tecidos sustentáveis com características distintas. Testes de propensão de formação de *pilling* foram realizados em laboratório. As conclusões destacam a importância de seguir as instruções de cuidado, evitar temperaturas elevadas e reduzir o atrito excessivo, a fim de minimizar a propensão de formação de *pilling*. O estudo contribui para promover práticas e materiais mais ecológicos na indústria têxtil, visando um futuro mais sustentável na moda. A conscientização sobre os desafios enfrentados e a busca por soluções sustentáveis são fundamentais para impulsionar a utilização de tecidos sustentáveis com menor propensão de formação de *pilling*, promovendo, assim, uma moda mais consciente e responsável em relação ao meio ambiente.

Palavras-chave: *Pilling*. Sustentabilidade. Tecido Sustentável.

ABSTRACT

The study addresses the propensity for *pilling* to form in sustainable fabrics, highlighting the importance of evaluating the durability and quality of these materials. The occurrence of *pilling* is intrinsically related to several factors, such as the composition of the fibers, the structure of the fabric and the manufacturing process. Although sustainable fabrics made from natural materials may exhibit this characteristic, it is possible to influence *pilling* resistance through care during use and the manufacturing process. The methodology adopted in this study comprised a literature review on the concept of *pilling* and its relationship with sustainability in the textile industry, followed by the selection of sustainable fabrics with distinct characteristics. *Pilling* propensity tests were carried out in the laboratory, comparing the results obtained with non-sustainable fabrics. The findings highlight the importance of following care instructions, avoiding high temperatures and reducing excessive friction in order to minimize the propensity for *pilling* to form. The study contributes to promoting more ecological practices and materials in the textile industry, aiming for a more sustainable future in fashion. Awareness of the challenges faced and the search for sustainable solutions are essential to boost the use of sustainable fabrics with a lower propensity to form *pilling*, thus promoting more conscious and responsible fashion in relation to the environment.

Key-words: *Pilling*. Sustainability. Sustainable Fabrics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 TÊXTEIS SUSTENTÁVEIS	12
2.1 Situação da Sustentabilidade Têxtil	12
2.2 Produção de Fios Sustentáveis	13
2.3 Definição e Vantagens dos Tecidos Sustentáveis.....	14
3 PROBLEMAS DE <i>PILLING</i>.....	25
3.1 Normas Técnicas	26
4 PESQUISA DE CAMPO.....	29
5 MEDIÇÃO - TESTES COM MARTINDALE.....	37
5.1 Materiais	38
5.1.1 Padrões Fotográficos	39
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS E SUGESTÕES DE MELHORIAS.....	42
CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil desempenha um papel crucial ao fornecer materiais para vestimentas na sociedade. No entanto, a busca por roupas sustentáveis tem ganhado destaque diante dos desafios ambientais cada vez mais evidentes. Nesse contexto, a propensão à formação de *pilling* em tecidos sustentáveis emerge como um tema de grande relevância.

A propensão de formação de *pilling* refere-se à tendência de um tecido em formar bolinhas durante o uso. Essa característica está relacionada a diversos fatores, como a composição das fibras, a estrutura do tecido, a qualidade do fio e o processo de fabricação. No contexto dos tecidos sustentáveis, é essencial que a propensão de formação de *pilling* seja minimizada ou controlada.

Tecidos sustentáveis feitos de materiais naturais, como algodão orgânico, cânhamo e bambu, podem ter propensão à formação de *pilling* devido à natureza das fibras. No entanto, o processo de fabricação e o tratamento do tecido podem influenciar significativamente a resistência ao *pilling*.

Além disso, o modo como o tecido é usado e lavado também desempenha um papel importante na formação de *pilling*. Cuidados inadequados, como lavagem em alta temperatura, atrito excessivo durante o uso e a lavagem, e o uso de secadoras podem aumentar a propensão do tecido à formação de *pilling*.

Para reduzir a propensão à formação de *pilling* em tecidos sustentáveis, é importante seguir as instruções de cuidado fornecidas pelo fabricante, evitar o uso de temperaturas elevadas durante a lavagem e secagem, e tomar medidas para reduzir o atrito excessivo durante o uso e a lavagem.

Ao realizar uma análise aprofundada, será possível identificar e compreender os problemas enfrentados. Com base nessa análise, não apenas apresentaremos potenciais melhorias na qualidade do material, mas também contribuiremos para o avanço de uma moda mais sustentável.

O objetivo deste trabalho é analisar a propensão de formação de *pilling* em tecidos sustentáveis, buscando avaliar sua durabilidade e qualidade. Pretendemos fornecer informações relevantes para a indústria têxtil, a fim de promover a utilização de materiais mais sustentáveis e conscientes.

Para atingir esse objetivo, realizaremos uma revisão bibliográfica sobre o conceito de *pilling* e sua relação com a sustentabilidade na indústria têxtil. Em seguida,

selecionaremos tecidos sustentáveis com diferentes características, como composição e processo de produção. Realizaremos testes de propensão de formação de *pilling* em laboratório, seguindo métodos padronizados, e avaliaremos a durabilidade e qualidade dos tecidos após a formação de *pilling*, utilizando análises visuais e físicas.

Com base nessas análises, elaboraremos as conclusões e recomendações, visando a utilização de tecidos sustentáveis com menor propensão de formação de *pilling*.

Dessa forma, ao abordar a propensão à formação de *pilling* em tecidos sustentáveis, nosso intuito é promover não apenas a conscientização sobre os desafios enfrentados pela indústria têxtil, mas também fornecer informações valiosas para impulsionar práticas e materiais mais ecológicos, contribuindo assim para um futuro mais sustentável na moda.

A aplicação da propensão à formação de *pilling* em tecidos sustentáveis é um aspecto crucial no desenvolvimento e na avaliação desses tecidos. A propensão à formação de *pilling*, ou seja, a tendência do tecido a desenvolver bolinhas ou "pills" devido ao desgaste e atrito, é uma preocupação importante para os fabricantes e consumidores de tecidos sustentáveis.

Ao entender e avaliar a propensão à formação de *pilling* em tecidos sustentáveis, os fabricantes podem desenvolver materiais mais duráveis e de alta qualidade, que atendam aos padrões de sustentabilidade e ofereçam maior durabilidade. Além disso, a compreensão da propensão à formação de *pilling* permite aos consumidores tomar decisões informadas sobre o cuidado e a manutenção desses tecidos, maximizando sua vida útil.

2 TÊXTEIS SUSTENTÁVEIS

2.1 Situação da Sustentabilidade Têxtil

A indústria têxtil enfrenta desafios significativos em relação à sustentabilidade, impulsionados pela crescente conscientização ambiental e social. Nesta seção, será abordada a atual situação da sustentabilidade na indústria têxtil, destacando os seguintes pontos:

- ✓ Conscientização e Demandas do Mercado
- ✓ Iniciativas e Certificações Sustentáveis
- ✓ Regulamentações e Legislações Ambientais
- ✓ Tendências e Inovações Sustentáveis
- ✓ Desafios e Oportunidades

A indústria têxtil está passando por uma transformação importante em relação à sustentabilidade. Cada vez mais pessoas estão conscientes dos impactos ambientais e sociais causados por essa indústria, o que tem gerado demandas por práticas mais sustentáveis em toda a cadeia produtiva.

Essa conscientização e as demandas do mercado têm impulsionado mudanças significativas na indústria têxtil. Os consumidores estão exigindo transparência e ações sustentáveis por parte das marcas, levando as empresas a repensarem seus processos e adotarem práticas mais responsáveis, desde a seleção de materiais até a gestão de resíduos.

Para auxiliar as empresas nessa jornada rumo à sustentabilidade, várias iniciativas e certificações sustentáveis têm sido desenvolvidas. Certificações como o *Global Organic Textile Standard (GOTS)* e o *Bluesign®* têm se tornado referências para garantir a produção de têxteis de forma ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável. Essas iniciativas ajudam as empresas a adotarem práticas mais sustentáveis e a comunicarem essas ações aos consumidores.

Além disso, as regulamentações e legislações ambientais têm desempenhado um papel importante na promoção da sustentabilidade na indústria têxtil. Governos e órgãos reguladores têm implementado leis e normas que visam reduzir o impacto ambiental dessa indústria, como restrições ao uso de substâncias químicas nocivas, incentivo à reciclagem e redução do consumo de água e energia.

No campo das tendências e inovações sustentáveis, observamos o surgimento de novos materiais e processos de produção mais *eco-friendly*. Materiais como o algodão orgânico, o bambu, o cânhamo e tecidos reciclados estão ganhando espaço no mercado, oferecendo alternativas mais sustentáveis aos materiais convencionais. A tecnologia também está desempenhando um papel importante, com a utilização de processos de tingimento mais eficientes e a implementação de sistemas de rastreabilidade para garantir a origem e a qualidade dos produtos.

Apesar dos avanços, a indústria têxtil ainda enfrenta desafios significativos no caminho da sustentabilidade. A gestão e o tratamento adequado dos resíduos têxteis, a redução do consumo de água e energia e a garantia de condições de trabalho justas em toda a cadeia produtiva são apenas alguns dos desafios que precisam ser superados. No entanto, esses desafios também trazem oportunidades de inovação, colaboração e diferenciação no mercado, à medida que as empresas buscam soluções mais sustentáveis.

2.2 Produção de Fios Sustentáveis

A produção de fios sustentáveis desempenha um papel crucial na busca por práticas mais *eco-friendly* na indústria têxtil. Com a crescente conscientização sobre os impactos ambientais e sociais dessa indústria, torna-se fundamental encontrar maneiras responsáveis e sustentáveis de produzir fios.

A produção de fios sustentáveis envolve a adoção de processos que visam minimizar o consumo de recursos naturais, reduzir o desperdício e evitar o uso de substâncias químicas prejudiciais. Além disso, é importante considerar a origem dos materiais utilizados na produção dos fios, garantindo que sejam provenientes de fontes sustentáveis e que não contribuam para a degradação ambiental ou para a exploração dos trabalhadores.

Produzir fios de forma sustentável oferece a oportunidade de reduzir significativamente o impacto ambiental da indústria têxtil, preservar recursos naturais valiosos e promover uma cadeia de suprimentos mais ética e responsável. A busca por métodos inovadores e *eco-friendly* na produção de fios é essencial para o desenvolvimento de uma indústria têxtil mais sustentável, alinhada com os princípios de preservação do meio ambiente e respeito aos direitos humanos.

2.3 Definição e Vantagens dos Tecidos Sustentáveis

A tecelagem é essencial na produção de tecidos, e o ligamento utilizado pode impactar diretamente a aplicação de fibras sustentáveis. Vamos explorar a influência do ligamento na tecelagem para a aplicação de fibras sustentáveis, abordando os seguintes pontos:

A importância do ligamento na tecelagem: O ligamento na tecelagem refere-se ao padrão de entrelaçamento dos fios de urdume e trama para formar o tecido. Ele desempenha um papel essencial na estrutura e no design do tecido, influenciando suas propriedades físicas e estéticas. Um ligamento adequado pode garantir a resistência, durabilidade e aparência desejada do tecido.

Aplicação de fibras sustentáveis: O tipo de ligamento utilizado na tecelagem pode influenciar significativamente a aplicação de fibras sustentáveis. Diferentes fibras sustentáveis possuem características específicas, como resistência, flexibilidade e textura. O ligamento escolhido precisa ser compatível com essas características, garantindo que as fibras sustentáveis sejam utilizadas de forma eficiente e que o tecido final atenda aos requisitos de qualidade e desempenho esperados.

Exemplos de ligamentos para fibras sustentáveis: Existem diferentes tipos de ligamentos que são mais adequados para a utilização de fibras sustentáveis. Alguns exemplos incluem o ligamento tela, sarja, cetim e jacquard. Cada um desses ligamentos possui vantagens específicas em termos de sustentabilidade e desempenho. Por exemplo, o ligamento sarja é conhecido por sua resistência e durabilidade, enquanto o ligamento jacquard permite a criação de padrões complexos e diversificados.

Impacto ambiental e social: A escolha do ligamento na tecelagem de fibras sustentáveis pode ter um impacto significativo tanto do ponto de vista ambiental quanto social. Ao utilizar ligamentos que otimizam o uso de fibras sustentáveis, é possível reduzir o desperdício de material e minimizar a necessidade de recursos naturais. Além disso, a promoção do uso de fibras sustentáveis na tecelagem contribui para práticas mais *eco-friendly* na indústria têxtil, beneficiando o meio ambiente e a sociedade como um todo.

Ao considerar a influência do ligamento na tecelagem para a aplicação de fibras sustentáveis, é possível impulsionar a produção de tecidos mais responsáveis e alinhados com os princípios da sustentabilidade ambiental e social. A escolha cuidadosa do ligamento pode resultar em tecidos de alta qualidade, durabilidade e estética, ao mesmo tempo em que reduz o impacto negativo no meio ambiente e promove práticas mais conscientes na indústria têxtil.

Tecidos sustentáveis são aqueles que são produzidos de maneira a minimizar o impacto ambiental e social ao longo de seu ciclo de vida. Isso inclui desde a escolha de matérias-primas ecologicamente corretas até práticas de produção responsáveis.

A seguir, serão explorados alguns dos beneficiamentos comumente utilizados na produção de tecidos sustentáveis.

Corantes Naturais: O uso de corantes naturais, como extratos de plantas e minerais, reduz a emissão de produtos químicos nocivos no meio ambiente durante o tingimento dos tecidos.

Acabamentos Biodegradáveis: A aplicação de acabamentos biodegradáveis nos tecidos facilita a decomposição dos materiais após o descarte, contribuindo para a redução do impacto ambiental.

Processos de Reciclagem: A implementação de processos de reciclagem de resíduos têxteis na produção de novos tecidos promove a economia circular e reduz a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários.

Métodos *Anti-Pilling*: A aplicação de tratamentos *anti-pilling* nos tecidos sustentáveis ajuda a prolongar sua durabilidade e reduz a formação de bolinhas, aumentando sua vida útil.

Ao considerar esses beneficiamentos na produção de tecidos sustentáveis, é possível garantir não apenas a qualidade e durabilidade dos materiais, mas também contribuir para a preservação do meio ambiente e a promoção de práticas mais responsáveis na indústria têxtil.

Os tecidos sustentáveis também devem ser resistentes, a fim de prolongar sua vida útil e reduzir o descarte excessivo de resíduos têxteis.

A busca por práticas mais sustentáveis na indústria da moda levou ao desenvolvimento de tecidos biodegradáveis, que são produzidos a partir de matérias-primas naturais ou de fibras sintéticas modificadas para acelerar o processo de degradação após o descarte, onde podemos citar:

Algodão Orgânico: O algodão orgânico surge como uma alternativa ecologicamente correta ao algodão convencional. O algodão orgânico é cultivado para minimizar o impacto ambiental, eliminando o uso de pesticidas e outros produtos químicos nocivos durante o processo de produção. Além de proteger a saúde do solo, esta opção sustentável produz tecidos que respeitam a pele e o meio ambiente.

Figura 01:



Fonte: Algodão orgânico (<https://piauihoje.com/noticias/economia/algodao-organico-em-agrofloresta-pode-transformar-a-industria-textil-381596.html>)

A produção de algodão orgânico consegue preservar a saúde do solo, em razão da utilização do sistema que faz rotação de culturas, o que descarta a necessidade de usar fertilizantes sintéticos, o que por si, já reduz o consumo da água.

Cada vez mais empresas investem em tecnologia para utilização do algodão orgânico, levando ao aumento da produção e utilização deste algodão, mas ele ainda representa apenas uma pequena parcela da produção global. (Bossle et al., 2012).

Não utiliza pesticida, pois se combatem as pragas com a inserção de outras espécies de plantas, mais atraentes e benéficas para os insetos; ervas daninhas são tiradas manualmente, desprezando de vez os agrotóxicos.

Com todo esse trabalho manual, é necessária mais gente trabalhando, ou seja, a produção orgânica, por si só acaba gerando mais empregos e capacitando de melhor forma os trabalhadores.

No Brasil, a produção orgânica não só de algodão, mas da agricultura como um todo vem cada vez mais ganhando espaço no mercado. E assim como qualquer

plântio orgânico mundial, garantem benefícios ambientais, econômicos, além de manter a ética com questões trabalhistas.

Fibra de viscose de bambu: A fibra de viscose de bambu oferece uma solução sustentável que se destaca pelo seu rápido crescimento e propriedades antimicrobianas. Derivadas da celulose vegetal, essas fibras não só proporcionam um toque confortável, mas também representam uma opção renovável para a fabricação de roupas. A produção de tecido de viscose de bambu ajuda a proteger a biodiversidade e a reduzir a pegada de carbono.

Figura 02: Fibra de viscose de viscose de bambu



Fonte: <https://greenbeltcentury.com/tejido-fibra-de-bambu/productos-de-fibra-de-bambu/el-bambu-2/el-tejido-de-fibra-de-bambu>

Como tem sido usado para diversos fins, inclusive o têxtil, o tecido de fibra de viscose de bambu tem várias vantagens. Em primeiro lugar, o tecido fibra de viscose de bambu se destaca por ter um toque extremamente aveludado, o que aumenta sua maciez e, ao mesmo tempo, o torna parecido com a seda. Essas características fazem com que ele seja ideal para roupas de cama, afinal, dormir em uma cama macia faz toda a diferença.

Outro benefício do tecido de viscose de bambu é que ele oferece uma estrutura porosa, o que favorece a evaporação da umidade. Dessa forma, a pele em contato com o tecido vai respirar melhor, principalmente se conter também o algodão na composição como consequência, isso gera uma termorregulação, o que ajuda, consequentemente, a se ter uma boa noite de sono. É um tecido que refresca nas noites de calor e aquece nas mais frias, ideal para qualquer estação do ano.

A terceira vantagem de usar tecidos à base de fibra de viscose de bambu é que eles podem oferecer propriedades antialérgicas e anti bactericidas. Isso se dá pelo fato do bambu ter a capacidade de ser um anti bactericida natural.

O tecido de fibra de viscose de bambu, mais especificamente para o caso das fronhas, é um excelente aliado contra o *frizz* no cabelo, facilitando o movimento dos fios na peça e, assim, reduzindo o atrito que promove esse aspecto indesejado. A fibra contém um agente, o “Kun Bambu”, que impede que as bactérias se cultivem na fibra. Para quem dorme perto desse tecido, ele torna mais fácil afastar os agentes que possam ser causadores de alergias e problemas respiratórios!

Outro ponto a favor de peças feitas com tecido fibra de viscose de bambu é que elas são muito práticas de cuidar, sem ter muito mistério na hora de lavar. É possível colocar o lençol de fibra bambu no varal e levá-lo direto para a cama, sem passar a ferro.

Modal: Derivado da celulose da madeira de faia e é conhecido por sua maciez e respirabilidade. Além disso, a produção desse tecido utiliza menos água que outras fibras, sendo uma escolha inteligente para quem busca conforto e responsabilidade ambiental.

Figura 03: Tecidos de fibras de modal



Fonte: <https://blog.delrio.com.br/tecido-modal/>

Por serem fibras naturais apresentam mais capacidade de absorção do suor do que as fibras sintéticas, o que colabora para oferecer conforto ao usuário da peça. Contudo, mesmo entre as fibras naturais existem diferentes escalas de capacidade de absorção do suor, algumas são mais eficazes do que outras.

Para se ter ideia, o algodão, uma das fibras naturais mais conceituadas no quesito absorção de suor, e ainda assim, tem uma capacidade bem menor do que a do modal. Isso porque o algodão leva um tempinho para secar de maneira que deixa a pele com aspecto molhado e pode criar as desagradáveis manchas de suor. O modal, assim como a viscose de viscose de bambu, é considerado absolutamente eficiente nesse processo de absorção do suor.

O modal é considerado o tecido ideal em termos de respiração da pele sendo altamente eficiente, desta forma, colabora para mau odor não prolifere na roupa. Esse

é mais um ponto em que o modal se destaca, como seca rápido evita a proliferação de bactérias num ambiente úmido do corpo, o que gera o mau odor.

Fibra de cânhamo: O cânhamo é uma opção durável e resistente porque é cultivado de forma sustentável e requer menos água e pesticidas. Sua fibra natural não só traz benefícios ambientais, mas também possui propriedades de resistência ao desgaste que ajudam a prolongar a vida útil dos produtos feitos com esse material.

O cultivo do cânhamo requer menos água em comparação com outras culturas, o que o torna uma opção mais sustentável. Além disso, ele cresce rapidamente e não necessita de agrotóxicos, contribuindo para a preservação do meio ambiente. Ela é conhecida por ser muito resistente e durável, sendo até três vezes mais forte que o algodão, o que a torna ideal para a fabricação de produtos que precisam suportar uso intenso, como roupas, bolsas e cordas.

Figura 04: Secagem de fibras de cânhamo



Fonte: https://pt.made-in-china.com/co_textilemachinery/product_Hemp-Fiber-Peeling-Machine-Natural-Fiber-Processing-Machine-Jute-Skin-Removing-Machine-Hemp-Field-Hemp-Fiber-Opening-Machine-Processing-Hemp-to-Hemp-Fiber_eeuseyy.html

Ao contrário de muitos tecidos sintéticos, a fibra de cânhamo é biodegradável. Isso significa que, quando descartada, ela se decompõe naturalmente sem causar danos ao meio ambiente.

Ela é naturalmente hipoalergênica, o que a torna uma opção adequada para pessoas com pele sensível ou alergias a outros tipos de fibras, e também possui propriedades antibacterianas naturais, o que ajuda a prevenir o crescimento de bactérias e odores desagradáveis em produtos feitos com essa fibra. Além de tudo isso, a fibra de cânhamo pode ser usada na fabricação de uma ampla variedade de produtos, desde roupas e acessórios até papel, materiais de construção e até mesmo bioplásticos. Sua versatilidade a torna uma opção interessante para diversas indústrias.

Fibras recicladas: Inovando na redução de resíduos, os tecidos produzidos a partir de materiais reciclados, como garrafas plásticas e resíduos têxteis, são uma solução eficaz para os problemas de poluição. Contribuindo desta forma para a redução do desperdício têxtil e a diminuição da necessidade de matéria-prima virgem, beneficiando o meio ambiente.

Esta abordagem amiga do ambiente promove a reutilização dos recursos existentes, promovendo uma economia circular e minimizando a dependência de novas matérias-primas. evita-se que esses materiais acabem em aterros sanitários, reduzindo o impacto ambiental associado ao descarte de resíduos.

Elas têm se tornado cada vez mais populares na indústria têxtil devido aos benefícios ambientais que oferecem e são utilizadas na fabricação de uma ampla variedade de produtos têxteis, incluindo roupas, acessórios, tecidos para decoração e muito mais.

O processo de reciclagem das fibras pode variar dependendo do material original. Por exemplo, no caso de garrafas plásticas recicladas, o plástico é derretido e transformado em filamentos que podem ser fiados em fios para produção de tecidos.

Figura 05:Material desfibrado



Fonte: https://br.freepik.com/fotos-premium/detalhe-de-fibras-plasticas-recicladas-usadas-em-ia-generativa-de-texteis-sustentaveis_52338028.htm

As fibras recicladas podem ter propriedades semelhantes às das fibras virgens, dependendo do processo de reciclagem e da qualidade do material original, e o seu uso reflete uma abordagem mais consciente em relação ao consumo e à produção têxtil, contribuindo para a economia circular.

Tingimento sustentável e processos ecológicos: As preocupações com a poluição ambiental também se estendem ao processo de tingimento. O uso de corantes naturais ou métodos de baixo impacto ambiental pode proteger os ecossistemas aquáticos, reduzindo a liberação de produtos químicos nocivos na água. Além disso, as técnicas de fabrico amigas do ambiente minimizam o desperdício de água e energia, contribuindo para uma abordagem mais holística e responsável na produção de tecidos biodegradáveis.

Figura 06: Tingimento sustentável



Fonte: <https://www.stylourbano.com.br/tecnologia-de-tingimento-a-frio-e-a-mais-sustentavel-para-algodao-e-viscose/>

Desta forma, a diversidade de opções de tecidos biodegradáveis oferece aos consumidores a oportunidade de fazer escolhas sustentáveis, contribuindo para um futuro mais ecológico e ético para a indústria da moda. Cada decisão consciente na escolha dos materiais não só contribui para a saúde do planeta, mas também impacta positivamente a forma como vemos a moda, integrando valores de responsabilidade e conservação em cada peça de roupa que vestimos.

Linho: O linho é uma fibra natural produzida a partir do caule da planta do linho, chamada *Linum usitatissimum*.

Um dos principais benefícios do linho é a resistência ao *pilling*. Devido à estrutura longa e durável das fibras de linho, é menos provável que este tecido forme bolinhas de fibra em sua superfície. Isso significa que os itens feitos de linho tendem a manter sua aparência e durabilidade por mais tempo do que outros tecidos.

Além disso, o linho é considerado um tecido sustentável por vários motivos. Primeiro, o cultivo do linho requer menos água do que outras culturas têxteis, como o algodão. Isso ajuda a conservar os recursos hídricos e reduzir o impacto ambiental. Além disso, o linho é conhecido por ser biodegradável, o que significa que no final da sua vida se decompõe naturalmente sem causar danos ao meio ambiente.

Figura 07: Fibras de linho no caule e seus fios derivados



Fonte: <https://www.fashionbubbles.com/historia-da-moda/linho-antigos-tecidos-historia/>

Outro aspecto importante é o fato do linho ser uma fibra renovável. As plantas de linho podem ser transplantadas ano após ano sem replantar sementes, contribuindo para a sustentabilidade do material. Além disso, o cânhamo proporciona uma produção de fibra mais eficiente do que qualquer outra planta em termos de rendimento por área plantada, tornando-o uma escolha atraente para uma indústria têxtil sustentável.

Além do seu caráter sustentável, o linho também traz outros benefícios. Conhecido como um tecido respirável, absorvente e resistente ao calor, é a escolha ideal para climas quentes. O linho também possui toque macio e elegante, conferindo um toque sofisticado às peças confeccionadas com esse tecido.

Algodão Reciclado: O algodão reciclado é uma alternativa cada vez mais popular na indústria têxtil sustentável. É produzido a partir de resíduos de algodão, como resíduos têxteis descartados ou resíduos de fabricação. Estes resíduos são recolhidos, processados e convertidos em novas fibras de algodão que podem ser utilizadas para produzir uma variedade de têxteis.

Uma das principais vantagens do algodão reciclado é o seu baixo impacto ambiental. A utilização de resíduos de algodão elimina a necessidade de cultivo de novas mudas e reduz a quantidade de resíduos têxteis enviados para aterros. O processamento do algodão também utiliza menos água e energia do que a produção tradicional de algodão, contribuindo para a sustentabilidade da indústria têxtil.

Figura 08: Fios de algodão reciclado



Fonte:<http://greennationcollection.com.br/cocamar-residuos-se-tranformam-em-fios-para-industria-criativa-da-moda/>

Quando cortado, o algodão reciclado pode funcionar de várias maneiras. Isto se deve às diferentes fontes de resíduos de algodão utilizadas na produção de têxteis reciclados. Alguns estudos mostraram que o algodão reciclado pode ser mais sujeito a bolinhas do que o algodão normal. Porém, a qualidade do algodão reciclado depende do processo de reciclagem e da seleção dos resíduos utilizados.

Portanto, é possível encontrar tecidos de algodão reciclado com boa resistência a fiapos se forem feitas escolhas adequadas durante o processo de fabricação. Outro aspecto importante do algodão reciclado é a sua versatilidade. Assim como o algodão normal, o algodão reciclado pode ser usado para produzir uma variedade de tecidos, desde malhas até tecidos. Isso significa que você pode encontrar opções de algodão reciclado para uma variedade de itens, como roupas, roupas de cama, toalhas e muito mais.

3 PROBLEMAS DE *PILLING*

O *pilling*, também conhecido como formação de bolinhas, é um problema comum em tecidos, que ocorre quando as fibras se soltam se agrupam e formam pequenos aglomerados na superfície do tecido.

O acúmulo de *pilling*, especialmente em peças de vestuário, representa um problema significativo tanto para a indústria têxtil e de confecção quanto para os consumidores. Essa formação de bolinhas nas roupas não apenas afeta negativamente a qualidade do tecido, mas também compromete o conforto tátil do usuário, impactando diretamente sua experiência com a vestimenta (Lohrasbi et al., 2011; Jasinska, 2009).

Segundo a ISO 12945-1 (2000), o *pilling* é formado a partir do atrito do artigo têxtil com algum agente externo, possibilitando que pequenas fibrilas fiquem soltas na superfície do tecido.

Isso afeta a aparência estética e a qualidade do tecido, mantendo sua durabilidade. O *pilling* também está associado ao encolhimento e ao desgaste prematuro das peças, o que leva a um consumo maior e desnecessário de recursos naturais.

Um dos principais problemas associados ao *pilling* é a redução da durabilidade das peças. À medida que as bolinhas de fibras se formam e se soltam do tecido, a sua superfície fica com um aspecto desgastado e pouco atrativo. Esse desgaste prematuro acaba levando ao descarte precoce das peças, resultando em um aumento na demanda por novos produtos têxteis. Esse ciclo de consumo excessivo não apenas consome recursos naturais e energia, mas também contribui para os problemas ambientais.

Além do impacto na durabilidade, a formação de *pilling* também afeta negativamente a estética das peças têxteis. As bolinhas de fibras que se formam na superfície do tecido conferem um aspecto desleixado e pouco profissional. Isso pode prejudicar a imagem de quem utiliza as peças, seja no ambiente de trabalho, em eventos sociais ou em outras situações em que a aparência é importante.

Outro problema relevante é o impacto ambiental causado pelo *pilling*. Quando as peças têxteis com *pilling* são descartadas prematuramente, contribuem para o aumento do volume de resíduos têxteis, que são difíceis de serem decompostos e podem poluir o meio ambiente. Além disso, a produção de novas peças para substituir

as descartadas exige mais recursos naturais e energia, agravando ainda mais os problemas ambientais.

Diante desses problemas, torna-se imprescindível buscar soluções que reduzam a propensão de formação de *pilling* em tecidos, garantindo a durabilidade das peças, melhorando sua estética e promovendo práticas mais sustentáveis na indústria têxtil. Compreender as causas e os fatores que influenciam a formação de *pilling* é essencial para desenvolver materiais e processos de fabricação que minimizem esse problema.

3.1 Normas Técnicas

A ISO 14001 cobre vários aspectos ambientais relacionados à indústria têxtil, incluindo o uso eficiente de recursos, gestão adequada de resíduos, redução da poluição e prevenção da poluição do solo e da água. A norma também promove o uso de práticas sustentáveis em todas as etapas da cadeia produtiva têxtil, desde a seleção da matéria-prima até o descarte adequado dos produtos.

Segundo Rieksti em sua publicação ISO14001 e a sustentabilidade. A eficácia do instrumento no alcance do desenvolvimento sustentável, afirma que:

A família de normas ISO 14000 trata de gerenciamento ambiental, indicando às empresas o que devem fazer para minimizar os impactos ambientais de suas atividades e melhorar continuamente seu desempenho ambiental (ISO, s.d.).

Desta forma, mencionaremos a função de cada uma delas:

- ✓ ISO 14001: Tratar dos principais requisitos para as empresa identificarem, controlarem e monitorarem seus aspectos ambientais por meio de um sistema de gestão ambiental – Requisitos e orientações de uso;
- ✓ ISO 14004: Complementam a ISO 14001 provendo diretrizes adicionais para implantação de um sistema de gestão ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio;
- ✓ ISO 14005: Guia para a implementação em fases de um sistema de gestão ambiental para facilitar sua adoção por pequenas e médias empresas;
- ✓ ISO 14006: Norma para ECODESIGN;
- ✓ ISO 14015: Sistema de Gestão Ambiental – Avaliações ambientais de localidades e organizações;
- ✓ ISO 14020: Conjunto de normas que tratam de selos ambientais;

- ✓ ISO 14021: Auto declarações ambientais (rótulo ambiental tipo II)
- ✓ ISO 14024: Rótulo ambiental tipo I (Terceira Parte);
- ✓ ISO 14031: Guia para avaliação de desempenho ambiental - Diretrizes;
- ✓ ISO 14033: Diretrizes e exemplos para compilar e comunicar informações ambientais quantitativas;
- ✓ ISO 14040: Conjunto de normas para conduzir análises de ciclo de vida de produtos e serviços;
- ✓ ISO 14041: Avaliação do ciclo de vida – definição de escopo e análise do inventário;
- ✓ ISO 14042: Avaliação do ciclo de vida – avaliação do impacto do ciclo de vida;
- ✓ ISO 14043: Avaliação do ciclo de vida – interpretação do ciclo de vida;
- ✓ ISO 14045: Requisitos para análises de eco-eficiência;
- ✓ ISO 14051: Norma para MFCA – Material Flow Cost Accounting – contabilidade de custo dos fluxos de materiais. Ferramenta de gerenciamento que busca maximizar a utilização de recursos, principalmente em manufatura e processos de distribuição.
- ✓ ISO 14063: Comunicação ambiental por partes das empresas;
- ✓ ISO 14064: Contabilização e verificação de emissões de gases de efeito estufa para suportar projetos de redução de emissões;
- ✓ ISO 14065: Complementa a ISO 14064 especificando os requisitos para certificar ou reconhecer instituições que farão validação ou verificação da norma ISO 14064 ou outras especificações importantes;
- ✓ ISO 14066: Requisitos para as empresas que farão a validação e a verificação de emissões de gases de efeito estufa (GEE);
- ✓ ISO 14067: Norma para pegada de carbono em produtos, tratando de requisitos para contabilização e comunicação de emissões de gases de efeito estufa associados a produtos;
- ✓ ISO 14069: Guia para as empresas calcularem a pegada de carbono em seus produtos, serviços e cadeia de fornecimento.

Todas as ferramentas são desenvolvidas de forma a permitir seu uso conjunto e têm benefícios de adoção na redução do uso de matérias-primas e de energia, processos mais eficientes, redução de resíduos e de custo de descarte e utilização de recursos renováveis (Rieksti, 2012).

A ISO 14001 é uma norma de gerenciamento, não uma norma de produto ou desempenho. É um processo de gerenciamento das atividades da empresa que tem impacto no ambiente (Soledade et al, 2007).

ISO 14001, verifica o sistema de gestão ambiental utilizando o ciclo PDCA (planejar, executar, verificar e agir), este método é utilizado com a finalidade de estimular uma melhoria contínua dos processos.

A implementação de normas ambientais não só demonstra um compromisso com a proteção do meio ambiente, mas também proporciona às organizações vantagens significativas, incluindo a melhoria da imagem corporativa, a otimização de processos e, assim, a redução do desperdício de materiais. Na indústria têxtil, o cumprimento dos regulamentos e certificação ISO significa a produção de tecidos sustentáveis caracterizados por um impacto ambiental, econômico e ético reduzido.

Esta medida não só cumpre os requisitos regulamentares, mas também fortalece a responsabilidade social corporativa, promove a integridade empresarial e consolida a competitividade nos mercados contemporâneos.

4 PESQUISA DE CAMPO

Foi realizada uma pesquisa de campo com alunos da Faculdade de Tecnologia (Fatec), a fim de compreender suas percepções e experiências em relação aos tecidos sustentáveis e ao *pilling*.

Os participantes foram questionados sobre sua familiaridade com o termo "tecidos sustentáveis", sua frequência de compra de produtos feitos com esses materiais, bem como sua compreensão sobre o *pilling* em tecidos. Além disso, foram exploradas questões relacionadas à consideração da propensão ao *pilling* ao escolher tecidos sustentáveis, experiências passadas com *pilling* em materiais sustentáveis e o interesse em aprender mais sobre como identificar tecidos com menor propensão a esse problema.

A importância atribuída à durabilidade e qualidade dos tecidos sustentáveis também foi investigada, juntamente com o comportamento de compra dos participantes em relação a roupas feitas com materiais sustentáveis, e a disposição para pagar um preço adicional por produtos que contribuem para a preservação do meio ambiente.

A pesquisa explorou as atitudes dos participantes em relação ao tratamento de possíveis problemas em roupas sustentáveis, como encolhimento, desbotamento, *pilling* ou esgarçamento.

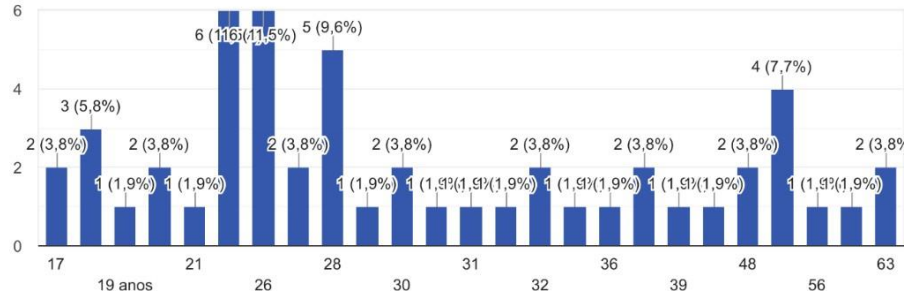
Compreender as percepções e experiências dos consumidores em relação aos tecidos sustentáveis e ao *pilling* é fundamental para orientar a indústria têxtil na produção de materiais que atendam às demandas dos consumidores conscientes e contribuam para a construção de um futuro mais sustentável.

Considerando a importância de tornar os dados mais acessíveis e interpretáveis, optou-se pela inclusão de gráficos neste estudo. Tal escolha visa fornecer uma representação visual clara e concisa das respostas obtidas, facilitando a compreensão dos padrões e tendências presentes nas informações coletadas.

A seguir, apresentamos perguntas e respostas coletadas e a análise dos dados obtidos:

Figura 09

Qual a Sua Idade?
52 respostas



Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 10

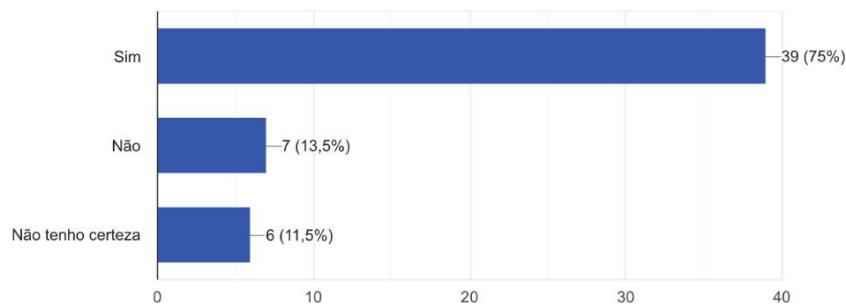
Qual curso realiza na Fatec?
52 respostas



Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 11

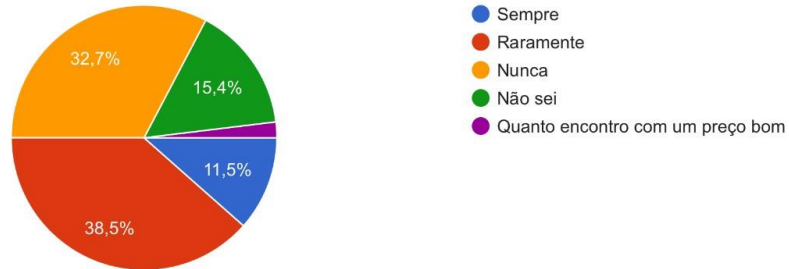
Questão 1 - Você está ciente do termo "tecidos sustentáveis"?
52 respostas



Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 12

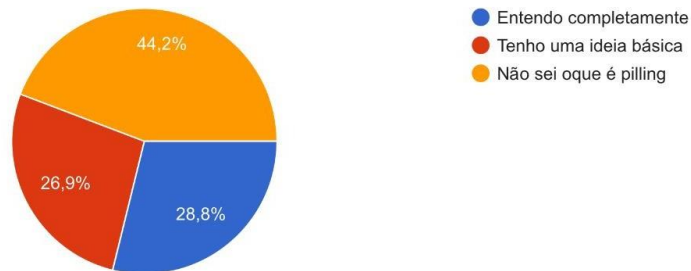
Questão 2 - Com que frequência você procura comprar produtos feitos de tecidos sustentáveis?
52 respostas



Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 13

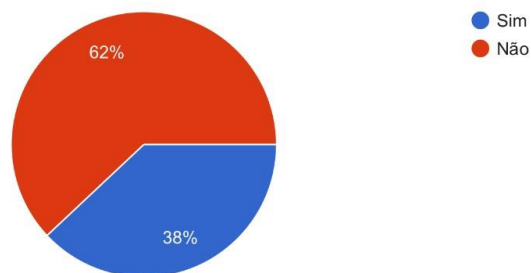
Questão 3 - Qual é a sua compreensão sobre o pilling em tecidos?
52 respostas



Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 14

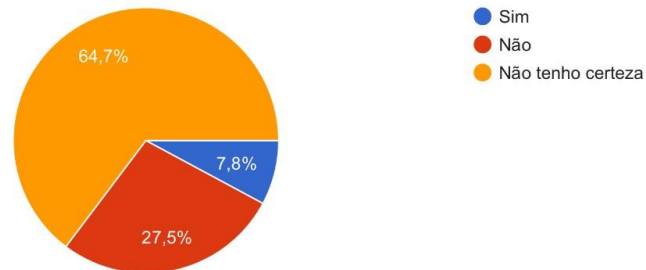
Questão 4 - Você considera a propensão ao pilling ao escolher tecidos sustentáveis?
50 respostas



Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 15

Questão 5 - Você já teve experiências negativas com pilling em tecidos sustentáveis?
51 respostas

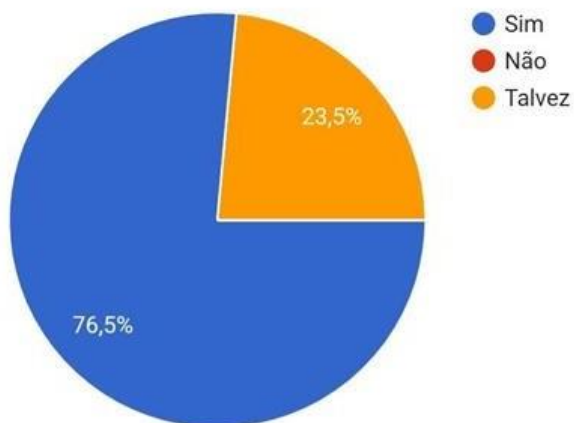


Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

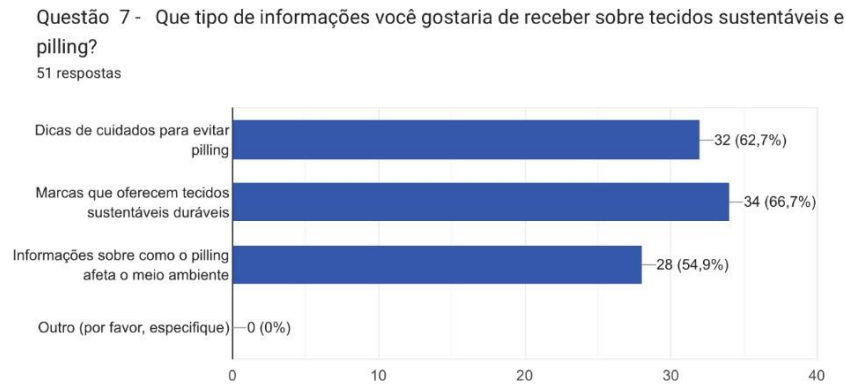
Figura 16

Questão 6 - Você gostaria de aprender mais sobre como identificar tecidos sustentáveis com menor propensão ao pilling?

51 respostas



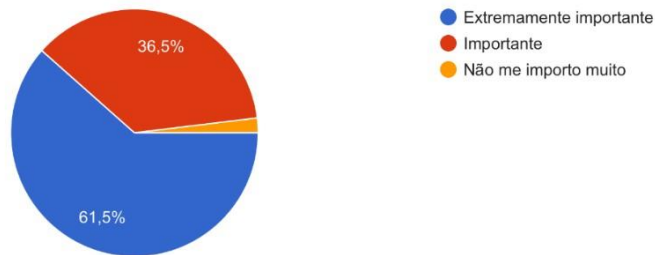
Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 17

Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 18

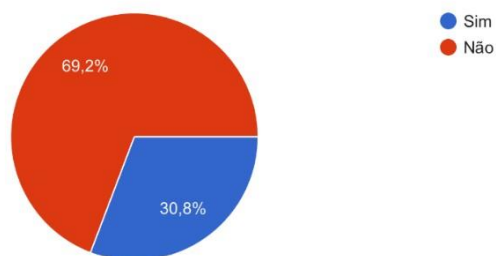
Questão 8 - Quão importante é para você que os tecidos sustentáveis sejam duráveis e de alta qualidade?
52 respostas



Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 19

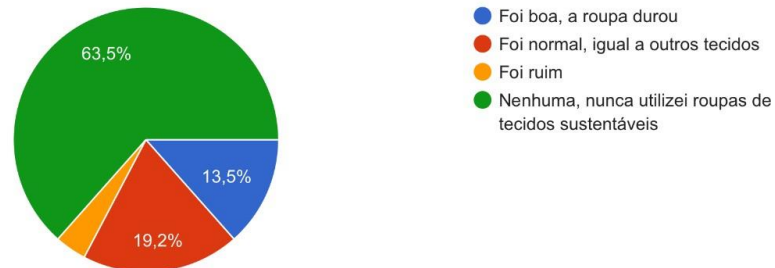
Questão 9 - Você já adquiriu alguma roupa sustentável com tecidos desfibrados, fio de garrafa pet, algodão colorido naturalmente, etc... ?
52 respostas



Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 20

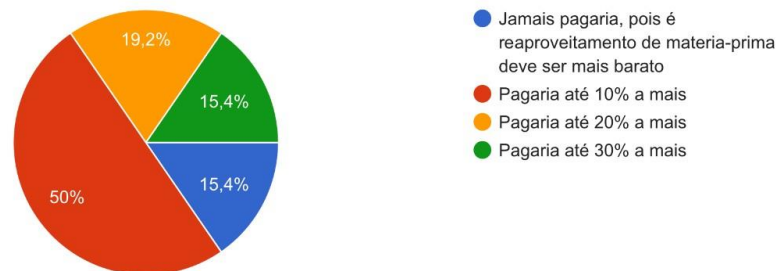
Questão 10 - Qual foi a sua experiência de uso e tratamento(lavagem, passadora, etc..)?
52 respostas



Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 21

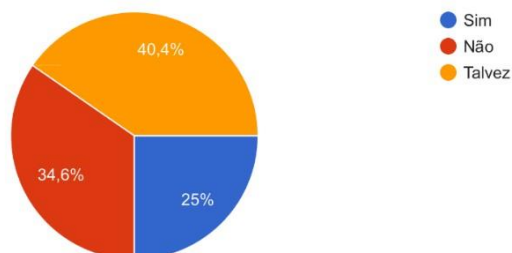
Questão 11 - Você pagaria a mais numa roupa por ser sustentável e estar ajudando o planeta:
52 respostas



Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

Figura 22

Questão 12 - Você descartaria a roupa se aparecesse problema de encolhimento, Desbotagem, Pilling ou Esgarçamento?
52 respostas



Fonte: Pesquisa de Campo realizada pela autora

A análise dos dados coletados por meio da pesquisa de campo realizada com alunos da Fatec proporciona uma visão abrangente das atitudes e percepções em relação aos tecidos sustentáveis e ao problema do *pilling*. A seguir, são apresentadas as principais conclusões derivadas das respostas obtidas:

Conscientização sobre Tecidos Sustentáveis: A primeira questão revelou que uma parcela significativa, correspondente a 75% dos participantes, está ciente do termo "tecidos sustentáveis". Esse resultado sugere um nível considerável de conhecimento e interesse preliminar entre os entrevistados em relação a materiais têxteis que priorizam a sustentabilidade ambiental.

Frequência de Compra de Produtos Sustentáveis: Embora haja uma conscientização sobre tecidos sustentáveis, apenas 32% dos entrevistados afirmaram procurar comprar produtos feitos desses materiais com frequência. Esse dado indica uma lacuna entre o conhecimento sobre a sustentabilidade na indústria têxtil e a prática efetiva de consumo sustentável entre os participantes.

Compreensão sobre *Pilling*: Aproximadamente 44,2% dos entrevistados admitiram não saber o que é *pilling* em tecidos. Essa falta de compreensão sobre um problema comum na indústria têxtil destaca a necessidade de educação e conscientização sobre questões relacionadas à durabilidade e qualidade dos materiais sustentáveis.

Consideração da Propensão ao *Pilling*: Surpreendentemente, 62% dos participantes afirmaram não considerar a propensão ao *pilling* ao escolher tecidos sustentáveis. Isso sugere uma possível falta de informação sobre os desafios específicos enfrentados por esses materiais em termos de durabilidade e resistência ao desgaste.

Interesse em Aprender sobre Tecidos Sustentáveis: Uma grande maioria, representando 76,5% dos entrevistados, expressou interesse em aprender mais sobre como identificar tecidos sustentáveis com menor propensão ao *pilling*. Esse resultado destaca a disposição dos participantes em adquirir conhecimento para fazer escolhas mais informadas e conscientes no processo de compra.

Importância da Durabilidade e Qualidade: A maioria dos entrevistados 61,5% considera extremamente importante que os tecidos sustentáveis sejam duráveis e de alta qualidade, enfatizando a importância atribuída à longevidade e ao desempenho dos produtos sustentáveis.

Disposição para Pagar Mais por Produtos Sustentáveis: Cerca de 50% dos participantes afirmaram estar dispostos a pagar até 10% a mais por uma roupa sustentável, evidenciando um certo compromisso financeiro em apoiar práticas de consumo mais sustentáveis.

Atitude em relação a Problemas em Roupas Sustentáveis: Quando questionados sobre a possibilidade de descartar roupas sustentáveis em caso de problemas como encolhimento, desbotamento, *pilling* ou esgarçamento, 40,4% dos entrevistados responderam "talvez". Isso indica uma certa hesitação em relação à durabilidade percebida desses materiais e sugere a necessidade de garantir a qualidade e resistência dos produtos sustentáveis para evitar a insatisfação do consumidor.

Podemos concluir que existe um nível significativo de conscientização sobre tecidos sustentáveis entre os alunos da Fatec. No entanto, há uma discrepância entre o conhecimento e a prática efetiva de consumo sustentável, visto que uma proporção menor dos entrevistados relatou procurar comprar produtos feitos de tecidos sustentáveis com frequência.

Além disso, a falta de compreensão sobre problemas comuns, como o *pilling* em tecidos, destaca a necessidade de educação e conscientização sobre questões relacionadas à durabilidade e qualidade dos materiais sustentáveis.

É estimulante observar o alto interesse dos participantes em aprender mais sobre como identificar tecidos sustentáveis com menor propensão ao *pilling*, assim como sua disposição para pagar um pouco mais por produtos sustentáveis e duráveis.

No entanto, a relativa falta de consideração da propensão ao *pilling* ao escolher tecidos sustentáveis e a incerteza em relação ao descarte de roupas sustentáveis em caso de problemas indicam áreas em que há espaço para melhorias na conscientização e na oferta de produtos sustentáveis de alta qualidade.

Portanto, para impulsionar eficazmente a adoção de comportamentos de consumo mais sustentáveis na indústria têxtil, é fundamental oferecer educação contínua, assegurar transparência ao longo da cadeia de fornecimento e criar produtos sustentáveis que correspondam às expectativas dos consumidores em relação à durabilidade, qualidade e desempenho.

5 MEDIÇÃO - TESTES COM MARTINDALE

O ensaio de *Martindale*, também conhecido como ensaio de abrasão, é amplamente utilizado na indústria têxtil para simular o desgaste que pode ocorrer no tecido ao longo do tempo.

Consiste em movimentar o tecido em movimentos circulares em contato com um material abrasivo como uma lixa durante o carregamento. O número de ciclos necessários para causar danos ao tecido, como encolhimento ou ruptura da fibra, é registrado e utilizado como indicador da resistência do material.

Medições e testes com a *Martindale* são importantes não apenas para garantir a qualidade do tecido, mas também para selecionar os materiais certos para uma variedade de aplicações.

Os testes da *Martindale* realizados ajudaram a determinar o tecido mais durável para atender às necessidades específicas de cada aplicação.

Diferença do ensaio de *pilling* e do ensaio de abrasão no *Martindale*

Durante o teste de *pilling*, as amostras de tecido são submetidas a repetidos movimentos mecânicos em um dispositivo específico. Este movimento simula o desgaste que o tecido sofre durante o uso normal.

O teste de abrasão *Martindale*, por outro lado, mede a resistência de um tecido à abrasão causada pelo atrito, simulando o atrito que ocorre quando o tecido entra em contato com superfícies ásperas ou abrasivas, como móveis, carpetes e outros tecidos. Durante o teste, um pedaço circular de tecido é esfregado contra uma amostra de referência em movimentos circulares. A resistência à abrasão de um tecido é medida pelo número de ciclos necessários para que ocorram danos visíveis, como rasgos, desfiamento ou alteração na aparência do tecido.

Embora tanto o teste de *pilling* quanto o teste de abrasão de *Martindale* sejam importantes para avaliar a qualidade e durabilidade dos tecidos, também é importante reconhecer as diferenças entre eles. O teste de *pilling* concentra-se no *pilling* e na estética do tecido, enquanto o teste de abrasão *Martindale* analisa a capacidade do tecido de resistir ao atrito e ao desgaste. Sendo essencial o entendimento para garantir a seleção correta dos tecidos em diversas aplicações como vestuário, móveis e estofados.

5.1 Materiais

Os materiais utilizados foram o aparelho Abrasímetro *Martindale* (Figura 09) e os tecidos planos, que estão relacionados na Tabela 2. A finalidade do *Martindale* é efetuar amostras que são friccionadas contra um abrasivo padrão (tecido). Desta forma, após o número de ciclos determinados, a aparência da amostra pode ser comprovada visualmente com material de referência.

Desenvolvido para testar *pilling* em tecidos e malhas, provocando um grau determinado de formação de *pilling* e/ou mudança na aparência da superfície, as amostras são analisadas por comparação, sendo apresentados padrões fotográficos de tecidos. Com uma escala de avaliação, é possível determinar o grau de formação de *pilling*.

TABELA 1: Escala para avaliação

Número	Referência
5	Nenhum <i>pilling</i>
4	<i>Pilling leve</i>
3	<i>Pilling moderado</i>
2	<i>Pilling severo</i>
1	<i>Pilling muito severo</i>

FIGURA 23: Abrasímetro Martindale TC 145

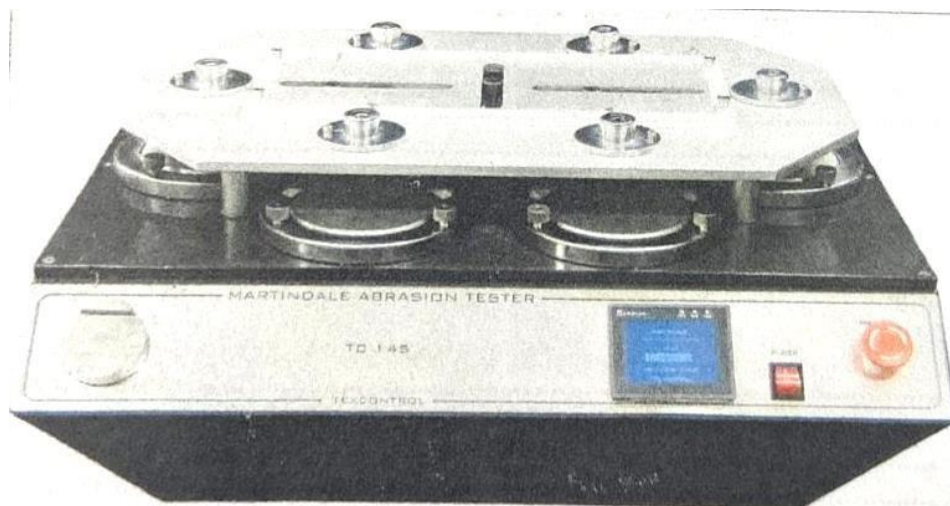


TABELA 2: Tecidos planos utilizados nos ensaios.

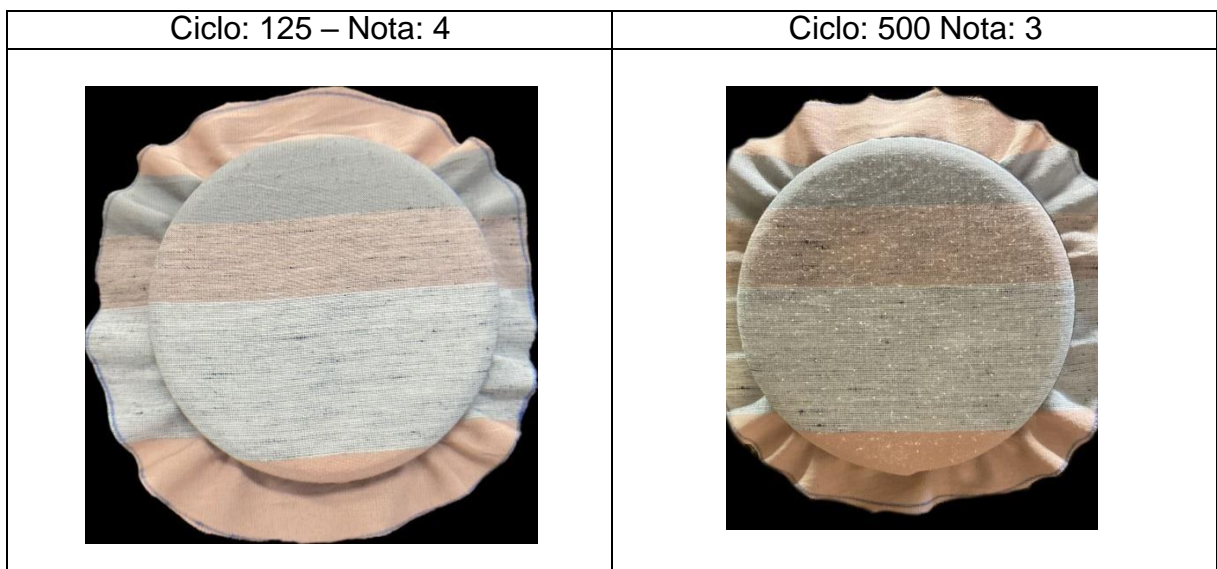
Amostra	Composição
01	50% Viscose, 36 % Poliamida, 10 % Algodão e 4 % Poliéster
02	100 % Algodão
03	80 % Algodão e 20 % Poliéster Pet



5.1.1 Padrões fotográficos


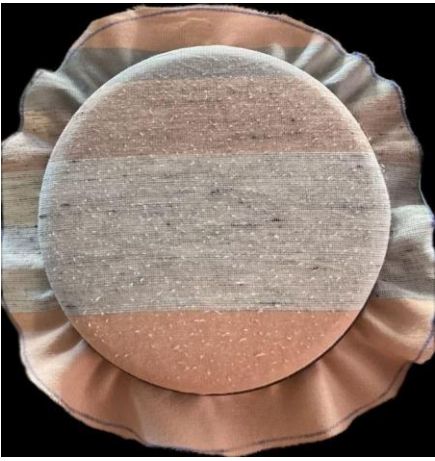
No experimento, as amostras foram submetidas ao equipamento *Martindale*, onde ocorre a fricção entre elas. Nesse caso, o próprio tecido atua como agente abrasivo, simulando o desgaste diário das peças de vestuário. Foram realizados testes em diferentes quantidades de ciclos, sendo eles: 125, 500, 1000, 2000, 5000 e 7000. O objetivo foi avaliar a propensão do tecido em formar *pilling*, ou seja, a formação de pequenas bolinhas indesejáveis.

Na avaliação dos resultados para melhor entendimento, foram obtidos os padrões fotográficos apresentados:



1 AMOSTRA:



Ciclo: 1000 Nota 2	Ciclo: 2000 Nota: 2
	



Ciclo: 5000 Nota 1	Ciclo: 7000 Nota: 1
	





2 AMOSTRA:

Ciclo: 125 – Nota: 5/4	Ciclo: 500 – Nota: 4
	

Ciclo: 1000 Nota :4/3	Ciclo: 2000 Nota: 3
	
Ciclo: 5000 Nota: 3	Ciclo: 7000 Nota: 3/2
	

3 AMOSTRA:

Ciclo: 125 Nota: 4 /4	Ciclo: 500 Nota: 4
	

Ciclo: 1000 Nota: 3	Ciclo: 2000 Nota: 2
	
Ciclo: 5000 Nota: 1	Ciclo: 7000 Nota: 1
	

6 ANALISE DOS RESULTADOS E SUGESTÕES DE MELHORIAS

Analisando os resultados, podemos observar que as amostras apresentam variações nas pontuações ao longo dos ciclos de avaliação. Algumas sugestões de melhorias com base nesses dados são:

Amostra 01: Considerando que as notas diminuem ao longo dos ciclos, pode ser necessário investigar a causa desse desgaste. Sugere-se analisar a qualidade do material utilizado e a forma como ele é manuseado ou exposto a condições adversas.

Amostra 02: A variação nas notas entre os ciclos indica a possibilidade de inconsistência na qualidade do material. Recomenda-se revisar os processos de fabricação e garantir a utilização de materiais de alta qualidade e durabilidade.

Amostra 03: A pontuação constante ao longo dos ciclos indica uma boa resistência do material. No entanto, a nota mais baixa no ciclo de 5000 sugere a necessidade de melhorias para aumentar a durabilidade em situações de uso mais intensivo. Recomenda-se avaliar possíveis técnicas de reforço ou tratamentos para aumentar a resistência do material.

CONCLUSÃO

Destaca-se, de forma primordial, a importância de compreender e avaliar esse fenômeno para o desenvolvimento de materiais mais duráveis e de elevada qualidade na indústria têxtil. Ao analisar minuciosamente a propensão de formação de *pilling* em tecidos sustentáveis, pôde-se identificar as vantagens e desvantagens dos materiais estudados.

O estudo ressalta que a análise aprofundada da propensão de formação de *pilling* em tecidos sustentáveis não apenas apresenta potenciais melhorias na qualidade do material, mas também contribui para o avanço de uma moda mais sustentável. Ao fornecer informações pertinentes para a indústria têxtil, o trabalho busca promover a utilização de materiais mais sustentáveis e conscientes, impulsionando práticas mais *eco-friendly* no setor.

A partir dessas análises, o estudo oferece recomendações para a utilização de tecidos sustentáveis com menor propensão de formação de *pilling*, com o intuito de fomentar práticas e materiais mais ecológicos na moda. A conscientização acerca dos desafios enfrentados pela indústria têxtil e a busca por soluções sustentáveis são elementos fundamentais para um futuro mais sustentável no setor.

Ademais, a compreensão da propensão à formação de *pilling* em tecidos sustentáveis possibilita aos fabricantes desenvolver materiais mais duráveis e de elevada qualidade, alinhados aos padrões de sustentabilidade e capazes de oferecer maior longevidade. Tais resultados contribuem de forma significativa para impulsionar práticas e materiais mais ecológicos na indústria têxtil, promovendo, assim, um futuro mais sustentável na moda.

REFERÊNCIAS

Artelassê tecidos- **O que é tecido fibra de viscose de bambu e quais são suas aplicações?**, Disponível em: <https://blog.artelasse.com.br/tecido-fibra-de-bambu/> Acesso em: 23 jan. 2024.

Benutex. **Como se formam as "bolinhas" (pilling) em tecidos de malha?** Disponível em: <https://www.benutex.com.br/>. Acesso em: 24 set. 2023.

CannaReporter. **Patiagonia produz vestuário de cânhamo no Colorado.** Disponível em: <https://cannareporter.com/>. Acesso em: 24 set. 2023.

Certificação ISO. **ISO 14001.** Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/iso-14001-2/>. Acesso em: Acesso em: 24 set. 2023.

Como se formam as "bolinhas" (pilling) em tecidos de malha? - Benutex
eCycle. **Tecidos sustentáveis: ser consciente está na moda.** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/>. Acesso em: 24 set. 2023, 13h09.

Cultura Mix- O Que é o Tecido Modal? Vantagens da Fibra Modal e Onde Foi Criada- Disponível em : <https://moda.culturamix.com/noticias/o-que-e-o-tecido-modal-vantagens-da-fibra-modal-e-onde-foi-criada>Acesso em: 23 jan. 2024.

Fashion Bubbles. **Linho, história e significado: da pré-história à pós-modernidade.** Disponível em: <https://www.pinterest.pt/>. Acesso em: 24 set. 2023.

Green Nation Collection. **Cocamar transforma resíduos em fios para a indústria da moda.** Disponível em: <https://www.greennationcollection.com.br/>. Acesso em: 24 set. 2023.

InfoEscola. **Moda Sustentável.** Disponível em: <https://www.infoescola.com/ecologia/moda-sustentavel/>. Acesso em: 24 set. 2023.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO/TC 12945:1:2015**: textiles: determination of fabric propensity to surface fuzzing and to *pilling*: part 1: *pilling* box method. Geneva: ISO, 2002. 7 p.

Loja do Varejo. **Empresa Verde**. Disponível em: <https://www.lojadovarejo.com.br/blog/inovacao/empresa-verde/>. Acesso em: 24 set. 2023.

Maximus tecidos- **Roupas feitas com algodão orgânico** , Disponível em : <https://blog.maximustecidos.com.br/sustentavel-veja-6-roupas-feitas-com-algodao-organico/> Acesso em: 23 jan. 2024.

Souza, D. C. (2012). A eficácia do instrumento ISO14001 no alcance do desenvolvimento sustentável. Disponível em: <https://mudarfuturo.fea.usp.br/artigos/2012-certificacao-e-sustentabilidade/a-eficacia-do-instrumento-no-alcance-do-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 23 jan. 2024.

Meio Sustentável. **Quais são os tecidos sustentáveis?** Disponível em: <https://www.meiosustentavel.com.br/>. Acesso em: 24 set. 2023.

Quais são os tecidos sustentáveis? - Meio Sustentável

Tessitori di legami. **La fibra di bambù**. Disponível em: <https://amritafasciaportabebe.com/>. Acesso em: 24 set. 2023.

SOLEDADE, M. G. Moreno et all. **ISO 14000 e a gestão ambiental: uma reflexão das práticas ambientais corporativas**. IX ENGEM – Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Curitiba, Novembro/2007.

Testex Textile. **Pilling de tecido, Pilling em roupas, o guia completo**. Disponível em: <https://www.testertextile.com/>. Acesso em: 24 set. 2023.

Universidade Estadual Paulista. **Estudos Ambientais**. Disponível em:

http://www1.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/estudos_ambientais/ea12a.html. Acesso em: 24 set. 2023.

DUARTE, L. A formação do *pilling* (bolinhas!). Ethical Fashion Brazil. 2019. Disponível em: <https://ethicalfashionbrazil.com/a-formacao-do-pilling-bolinhas/>. Acesso em: 12 mar. 2024.

PROVIN, Ana Paula; CUBAS, Anelise Leal Vieira; DUTRA, Ana Regina de Aguiar. **Alternativas de materiais e processos mais sustentáveis para a indústria têxtil atual: uma revisão**. Modapalavra e-periódico, Florianópolis, v. 14, n. 32, p. 122–149, 2021. DOI: 10.5965/1982615x14322021122. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/17528>. Acesso em: 12 mar. 2024.

GRACIANO, Bheatriz Silvano; MARTINS, Suzana Barreto; SAMPAIO, Claudio Pereira de. **Sistema socioambiental para revalorização de resíduos têxteis: histórico de desenvolvimento de um Banco de Resíduos Têxteis**. Modapalavra e-periódico, Florianópolis, v. 16, n. 40, p. 66–117, 2023. DOI: 10.5965/1982615x16402023066. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/23107>. Acesso em: 12 mar. 2024.

SOBREIRA, Maria Adircila Starling. Reuso industrial de têxteis como alternativa sustentável. 2011.

DOS SANTOS DUARTE, Luciana. Estudo comparativo do impacto ambiental do jeans CO/PET convencional e de jeans reciclado. 2013.

LOHRASBI, F., GHAHI, J. M., YAZDANSHENAS, M. E. Influence of weave type and weft density on worsted fabric *pilling*. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, v. 19, n. 5(88), 2011, p. 64-69.

JASINSKA, I. Assessment of a fabric surface after the *pilling* process based on image analysis. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, v. 17, n. 2(73), 2009, p. 55-58.