



**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “MINISTRO RALPH BIASI”
CURSO SUPERIOR EM TECNOLOGIA TÊXTIL E MODA**

ISADORA SANT’ANA SGARBIERO

**O EFEITO DOS AMACIANTES INDUSTRIAIS NAS PROPRIEDADES
FÍSICAS DOS TECIDOS:**

Testes de controle de qualidade como método de verificação de maciez

AMERICANA, SP

2025



ISADORA SANT'ANA SGARBIERO

**O EFEITO DOS AMACIANTES INDUSTRIAIS NAS PROPRIEDADES FÍSICAS
DO TECIDO:**

Testes de controle de qualidade como método de verificação de maciez

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Têxtil e Moda pelo CEETEPS / Faculdade de Tecnologia – FATEC/ Americana – Ministro Ralph Biasi.

Área de concentração: Beneficiamento têxtil

Orientador: Prof. Dr. João Batista Giordano

AMERICANA, SP

2025

**FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana Ministro Ralph Biasi-
CEETEPS Dados Internacionais de Catalogação-na-fonte**

SGARBIERO, Isadora Sant'Ana

O efeito dos amaciantes industriais nas propriedades físicas dos tecidos: testes de controle de qualidade como método de verificação de maciez. / Isadora Sant'Ana Sgarbiero – Americana, 2025.

61f.

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Têxtil e Moda) - - Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Orientador: Prof. Dr. João Batista Giordano

1. Beneficiamento têxtil 2. Fibras 3. Qualidade. I. SGARBIERO, Isadora Sant'Ana II. GIORDANO, João Batista III. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi

CDU: 677027

677.1

658.56

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

Isadora Sant'Ana Sgarbiero

**O EFEITO DOS AMACIANTES INDUSTRIAIS NAS PROPRIEDADES
FÍSICAS DO TECIDO:
Testes de controle de qualidade como método de verificação de
maciez**

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Têxtil e Moda pelo Centro Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana – Ministro Ralph Biasi.
Área de concentração: Beneficiamento têxtil.

Americana, 23 de Junho de 2025

Banca Examinadora:



João Batista Giordano (Presidente)
Doutor
Faculdade de Tecnologia de Americana



Daives Arakem Bergamasco
Doutor
Faculdade de Tecnologia de Americana



Edison Valentim Monteiro
Mestre
Faculdade de Tecnologia de Americana

Aos meus pais, que lutaram para que eu pudesse alcançar grandes voos e me apoiaram quando a batalha parecia difícil demais.

AGRADECIMENTOS

Ao meu professor orientador Dr. João Batista Giordano, pelos conselhos, materiais e apoio.

Ao professor Dr. Daives Arakem Bergamasco, pela confiança, ajuda e paciência.

Ao senhor Giovanni Frascolla, pelo fornecimento de dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

À instituição de ensino Fatec Americana Ministro Ralph Biasi, por fornecer acesso aos laboratórios onde está pesquisa foi realizada e por toda minha formação profissional.

“E se um dia hei de ser pó, cinza, e nada
Que seja minha noite uma alvorada,
Que eu me saiba perder...pra me encontrar...”
(Florabela Espanca)

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso investigou a existência de variações nas propriedades físicas de tecidos de diferentes origens após o tratamento com amaciantes industriais, e a possibilidade de essas variações serem métodos eficazes para definir níveis de maciez. O objetivo geral foi analisar o efeito dos amaciantes industriais nas propriedades físicas do tecido, utilizando testes de controle de qualidade como método de verificação de maciez. Para isso, foram realizados testes específicos de *Pilling* (ISO 12945-2:2000), resistência à tração (ISO 13934-1:1999) e esgarçamento (ABNT NBR 9925). A metodologia empregou quatro tipos de amaciantes (catiônico, microemulsão de silicone hidrofílico, não-iônico à base de ácido graxo e macroemulsão de silicone) aplicados a três tipos de tecido: 100% algodão, 100% viscose e uma mistura de 54% liocel e 46% algodão, com ensaios conduzidos em máquina *Martindale* e dinamômetro. Os resultados revelaram que o amaciante catiônico obteve melhor desempenho em *pilling* no algodão, enquanto a macroemulsão foi superior para viscose e liocel/algodão. A resistência à tração do algodão geralmente diminuiu, a viscose perdeu resistência no urdume, e o liocel/algodão demonstrou ganho de resistência. No esgarçamento, o amaciante não-iônico foi o mais eficaz para algodão, e a macroemulsão manteve o padrão para liocel/algodão. Concluiu-se que os amaciantes industriais alteram significativamente as propriedades físicas dos tecidos, e essas variações são mensuráveis por testes de controle de qualidade, servindo como indicadores da maciez, com a eficácia dependendo da composição do tecido.

Palavras-chave: Amaciantes; resistência; qualidade

ABSTRACT

This undergraduate thesis has investigated the existence of variations on the physical properties of different origin fabrics after treatment with industrial softeners, and the possibility of these variations being effective methods to define softening levels. The overall goal was to analyse the effect of industrial softeners on the physical Properties of the fabric, using quality control tests as softening verification methods. For that, specific pilling, traction resistance and fraying tests were made. The methodology consisted four types of softeners (cationic, hydrophilic silicone microemulsion, fatty acid based non-ionic and silicone macroemulsion) applied to three types of fabric: 100% cotton, 100% viscose and a mixture of 54% lyocel and 46% cotton, with tests conducted in Martindale machine and dynamometer. The results revealed that the cationic softener obtained a better performance in pilling test in cotton, while the macroemulsion was superior for viscose and lyocell/cotton. The traction resistance of the cotton has generally decreased, viscose has lost resistance in the warp of the fabric, and lyocell/cotton has shown increase in resistance. In the fraying, the non-ionic softener was the most effective for cotton, and the macroemulsion has kept the pattern for lyocell/cotton. It was concluded that the industrial softeners alter the physical properties of fabrics significantly, and these variations are measurable by quality control tests, serving as softening indicators, with efficiency depending on the fabric's composition.

Key words: Softeners, resistance, quality

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diferença nas forças de atração das moléculas em meio líquido	17
Figura 2: Representação das tensões superficiais em uma gota formada na ponta de um conta-gotas.....	18
Figura 3: Representação de repulsão entre dois líquidos	19
Figura 4: Exemplo de emulsão	20
Figura 5: Exemplo de emulsão água-em-óleo-em-água	21
Figura 6: Representação molecular de tensoativos	22
Figura 7: Efeito de amaciantes siliconados na perda de massa após teste de resistência à abrasão	28
Figura 8: Efeito dos amaciantes siliconados na resistência à tração dos tecidos	29
Figura 9: Equipamento Martindale	32
Figura 10: Corpos de prova para ensaio de pilling	33
Figura 11: Sistema de fixação de corpo de prova abrasivo	33
Figura 12: Amostra de tecido presa no suporte abrasivo	34
Figura 13: Peças de fixação de corpo de prova na mesa de pilling de máquina Martindale.....	34
Figura 14: Sistema de fixação de corpo de prova na máquina Martindale.....	35
Figura 15: Representação gráfica do deslocamento da máquina Martindale.....	35
Figura 16: Padrões fotográficos para tecidos planos	36
Figura 17: Corpo de prova desfiado	41
Figura 18: Garra de fixação do dinamômetro	42
Figura 19: Dinamômetro.....	42
Figura 20: Corpo de prova fixado	43
Figura 21: Marcação de corpo de prova de esgarçamento no tecido.....	48
Figura 22: Gabarito de teste de esgarçamento	49
Figura 23: Corpo de prova costurado	49
Figura 24: Sentido de corte do corpo de prova de esgarçamento após costura	50
Figura 25: Corpo de prova de esgarçamento fixado	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atividade de tensoativos de acordo com os valores de EHL	23
Tabela 2: Média de resultados de pilling em tecido 100% Algodão	37
Tabela 3: Média de resultados de teste de pilling em tecido 100% viscose	39
Tabela 4: Média de resultados de teste de pilling em tecido 54% liocel e 46% algodão	40
Tabela 5: Valores de pré tensionamento dos corpos de prova	43
Tabela 6: Velocidade da garra móvel	44
Tabela 7: Tolerâncias aos ensaios de resistência à tração por classificação de tecido	45
Tabela 8: Média de resultados de teste de resistência à tração por método de tira em tecido 100% algodão	45
Tabela 9: Média de resultados de teste de resistência à tração por método de tira em tecido 100% viscose	46
Tabela 10: Média de resultados de teste de resistência à tração por método de tira em tecido 54% liocel e 46% algodão	47
Tabela 11: Tipos de costura para ensaio	50
Tabela 12: Resultados de teste de esgarçamento de costura padrão de tecido 100% algodão	52
Tabela 13: Resultados de teste de esgarçamento de costura padrão de tecido 100% viscose	53
Tabela 14: Resultados de teste de esgarçamento de costura padrão de tecido 54% liocel e 46% algodão	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 POLARIDADE.....	15
2.1.1 CÁTION	15
2.1.2 ÂNION	16
2.2 CARÁTER IÔNICO	16
2.2.1 TENSÃO SUPERFICIAL	16
2.2.2 TENSÃO INTERFACIAL.....	18
2.3 EMULSÕES	19
2.3.1 MICROEMULSÕES.....	21
2.3.2 MACROEMULSÕES.....	22
2.4 TENSOATIVOS	22
2.5 AMACIANTES	24
2.5.1 AMACIANTES DE SILICONE	26
3 MÉTODOS E PROCESSOS	30
3.1 EQUIPAMENTOS	30
3.2 MATERIAIS	30
3.3 RECEITAS	30
4 RESULTADOS	32
4.1 <i>PILLING</i>	32
4.2 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO	41
4.3 RESISTÊNCIA AO ESGARÇAMENTO.....	48
5 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) se propõe a investigar um aspecto fundamental da indústria têxtil: o impacto dos amaciantes industriais nas propriedades físicas dos tecidos e a viabilidade de utilizar testes de controle de qualidade para aferir a maciez. A questão central que norteia esta pesquisa reside na busca por identificar se o tratamento com diferentes tipos de amaciantes industriais provoca variações significativas nas propriedades físicas de tecidos de distintas composições e, mais importante, se essas variações podem ser quantificadas e utilizadas como métodos eficazes para definir e verificar os níveis de maciez.

Com base nesse problema, o objetivo geral deste trabalho é analisar o efeito dos amaciantes industriais nas propriedades físicas de tecidos, utilizando testes de controle de qualidade como ferramenta de verificação da maciez. Para alcançar esse propósito, foram estabelecidos objetivos específicos que incluem a realização de testes de *Pilling*, resistência à tração e resistência ao esgarçamento, seguindo normas técnicas reconhecidas como ISO 12945-2:2000, ISO 13934-1:1999 e ABNT NBR 9925, respectivamente. A partir desses ensaios, busca-se comparar o desempenho de amaciantes catiônicos, microemulsões de silicone hidrofílico, amaciantes à base de ácido graxo não iônicos e macroemulsões de silicone em tecidos de algodão, viscose e uma mistura de liocel e algodão.

A relevância deste tema é multifacetada. No contexto social, a maciez e a durabilidade dos tecidos são características altamente valorizadas pelos consumidores, impactando diretamente a percepção de qualidade e conforto de produtos têxteis. Para a área do conhecimento, esta pesquisa contribui para a compreensão aprofundada da interação entre agentes químicos (amaciantes) e a estrutura fibrosa dos tecidos, expandindo o corpo de literatura existente sobre acabamentos têxteis e controle de qualidade. Além disso, para a própria pesquisa, o estudo oferece uma metodologia prática para a avaliação da maciez, que pode ser replicada e aprimorada, fornecendo subsídios para a otimização de processos industriais e o desenvolvimento de novos produtos. A investigação se alinha com estudos anteriores, como o de Jatoi, Khatri, Ahmed e Memon (2014), buscando aprofundar a compreensão dos efeitos de diferentes amaciantes.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos principais para apresentar de forma clara e concisa os resultados da pesquisa. Após esta introdução, o Capítulo 2, "Revisão Bibliográfica", aborda os conceitos teóricos fundamentais, incluindo

polaridade, caráter iônico, tensão superficial e interfacial, emulsões, tensoativos e uma análise detalhada sobre os amaciantes, com foco nos amaciantes de silicone. O Capítulo 3, "Métodos e Processos", descreve os equipamentos utilizados, os materiais empregados (tipos de amaciantes e tecidos) e as receitas aplicadas para o tratamento dos tecidos. O Capítulo 4, "Resultados", apresenta e discute os achados dos testes de *Pilling*, resistência à tração e resistência ao esgarçamento para cada tipo de tecido e amaciante. Finalmente, o Capítulo 5, "Conclusão", sintetiza os principais resultados, responde às questões de pesquisa e sugere direções para futuras investigações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Polaridade

Polaridade é um conceito químico fundamental que descreve eletronegatividade. A polaridade pode ser definida como a existência de uma distribuição desigual de cargas elétricas em uma molécula. Já o químico americano, Linus Pauling, define a polaridade como "a propriedade de uma molécula que resulta da distribuição desigual de cargas elétricas entre os átomos que a compõem" (Pauling, 1960 p. 65).

Cada átomo tem a capacidade de atrair elétrons quando se liga a outro, isto é o que entendemos por eletronegatividade. Quando há diferença nas eletronegatividades nos átomos de uma ligação química, ela é chamada de ligação polar; mas quando não houver diferença a ligação é chamada de ligação apolar (Oliveira; De Lima; Lima Oliveira 2010).

A polaridade interfere nas propriedades químicas dos compostos, como a solubilidade de um composto em um solvente, já que as moléculas polares são atraídas pelas moléculas do solvente (Smith, 2017). Além disso, a polaridade também influencia a reatividade de um composto, pois as moléculas polares podem formar ligações químicas mais facilmente do que as moléculas não polares (Brown, 2018).

A partir deste conceito e para o entendimento completo do presente trabalho, devemos entender o que são cátions e ânions.

2.1.1 Cátion

Um cátion é um íon (um átomo carregado eletricamente) que perdeu elétrons, fazendo com que seu número de prótons seja maior do que seu número de elétrons; os carregando positivamente (Arrhenius, 1887). Eles podem ser classificados como monopositivos (carga +1), dipositivos (carga +2), tripositivos (carga +3) ou tetrapositivos (carga +4).

Os cátions são importantes para entender muitas das propriedades químicas dos compostos. Por exemplo, os cátions são responsáveis pela formação de ligações iônicas entre os átomos, o que é fundamental para a formação de compostos inorgânicos (Smith, 2017). Além disso, os cátions também influenciam a reatividade de um composto, pois as moléculas com cátions são mais reativas do que as moléculas sem cátions (Brown, 2018).

2.1.2 Ânion

Um ânion é classificado como um íon que, ao contrário de um cátion, ganha elétrons; sendo assim, sua carga é negativa (Pauling, 1940). Os ânions são separados por monovalentes (carga -1), bivalentes (carga -2), trivalentes (carga -3) e tetravalentes (carga -4).

Assim como os cátions, os ânions têm grande importância para a química inorgânica.

2.2 Caráter Iônico

Cátions e ânions possuem entre si uma força de atração eletrostática.

Compostos de caráter aniônico apresentam acúmulo de ânions, portanto são carregados negativamente. São utilizados, geralmente; segundo Rossi (2006 *apud* Souza, 2009), em soluções nas quais o pH é maior do que 8.

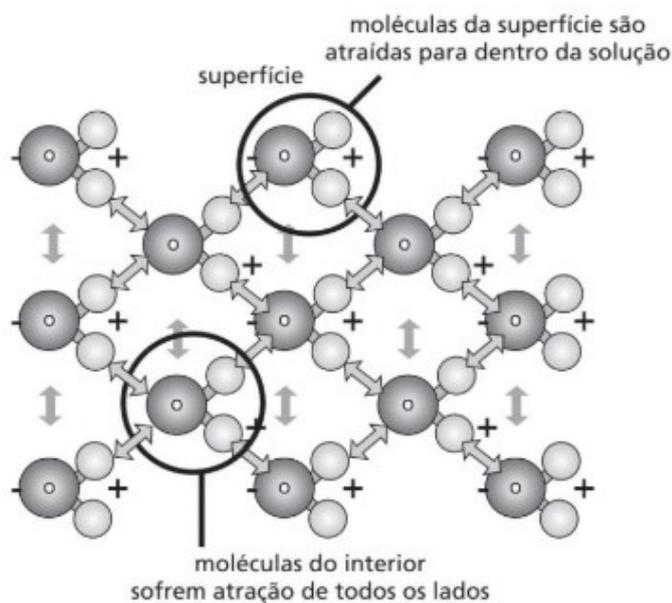
Compostos catiônicos possuem acúmulo de cátions, o que os torna positivos, e são utilizados em soluções com pH entre 3 a 7.

Compostos aniônicos e catiônicos normalmente se neutralizam, e formam um composto neutro insolúvel em água, portanto dificilmente são compatíveis (Garcia, Júnior, Macedo *et al.*, 2024)

2.2.1 Tensão superficial

Segundo Daltin (2011), o fenômeno da tensão superficial é definido como decorrente do desbalanceamento das forças de atração entre as moléculas situadas na interface do líquido. No caso da água, por exemplo, cada molécula encontra-se sob a influência de um número determinado de moléculas vizinhas que exercem forças atrativas, as quais se anulam mediante a soma vetorial, considerando que tais forças são distribuídas de maneira equânime em todas as direções na maior parte do volume do líquido. Entretanto, na região da superfície não se observa a presença de moléculas em posição superior, motivo pelo qual a força de atração passa a ser exercida unicamente pelas moléculas localizadas abaixo desta interface, originando, assim, um vetor resultante perpendicular à superfície (Figura 1). Observa-se, ainda, que a intensidade da tensão superficial depende das condições de temperatura e pureza da solução (Souza, 2009).

Figura 1: Diferença nas forças de atração das moléculas em meio líquido

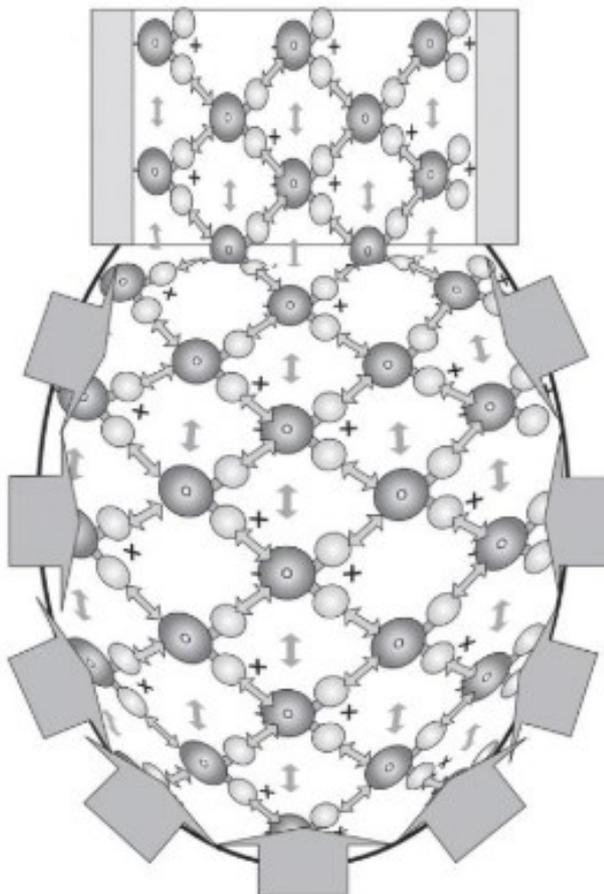


Fonte: Daltin, D. Tensoativos: Química, propriedades e aplicações, 2011

“Qualquer movimento do líquido que resulte no aumento da superfície (como a formação de uma gota em um conta-gotas) resulta em um número maior de moléculas do meio do líquido que devem ir para superfície, se movimentando contrariamente a essa força” (Daltin, 2011, p. 7).

Verifica-se que, à medida que o volume do líquido é reduzido, torna-se mais relevante a manifestação da tensão superficial. Conforme exemplificado por Daltin, observe-se que uma gota de água formada em um conta-gotas não é liberada imediatamente, razão pela qual a soltura da gota é impedida até que o seu volume seja incrementado, de forma que o seu peso venha a superar a força de atração existente entre as moléculas da gota e aquelas presentes no dispositivo de contenção. Conclui-se, portanto, que quanto maior for a tensão superficial de um dado líquido, maiores serão as gotas que dele poderão ser formadas (Daltin, 2011).

Figura 2: Representação das tensões superficiais em uma gota formada na ponta de um conta-gotas



Fonte: Daltin, D: Tensoativos: Química, propriedades e aplicações, 2011

Esta forma esférica das gotas, como esquematizada na figura 2, são também resultado da tensão superficial. Segundo Souza, (2009, p. 4) “a tensão superficial favorece a agregação das moléculas para que a substância resista à distorção” sendo a forma esférica sua forma mais estável.

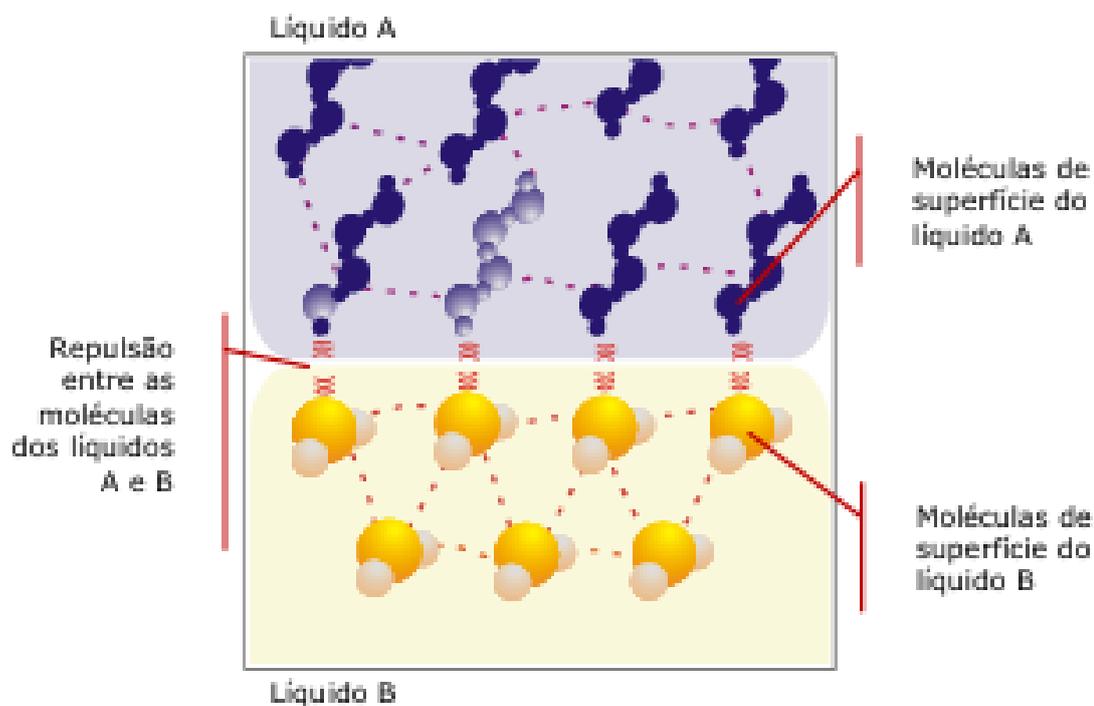
“Ao se aproximarem duas ou mais gotas de um mesmo líquido a tendência é ocorrer uma união ou coalescência, formando apenas uma gota com uma área de superfície menor que a soma das áreas das gotas individuais” (Souza, 2009, p. 4)

2.2.2 Tensão interfacial

A tensão interfacial pode ocorrer tanto com dois líquidos quanto com um líquido e um sólido, que não sejam capazes de se misturar, ou seja, sejam imiscíveis; e que também sejam insolúveis. Esta força se caracteriza principalmente pela repulsão elétrica (Souza, 2009).

Isto caracteriza a capacidade que duas substâncias têm em se misturar. Quanto maior a tensão interfacial, menor é a afinidade e mais fácil se veem camadas de tais compostos.

Figura 3: Representação de repulsão entre dois líquidos



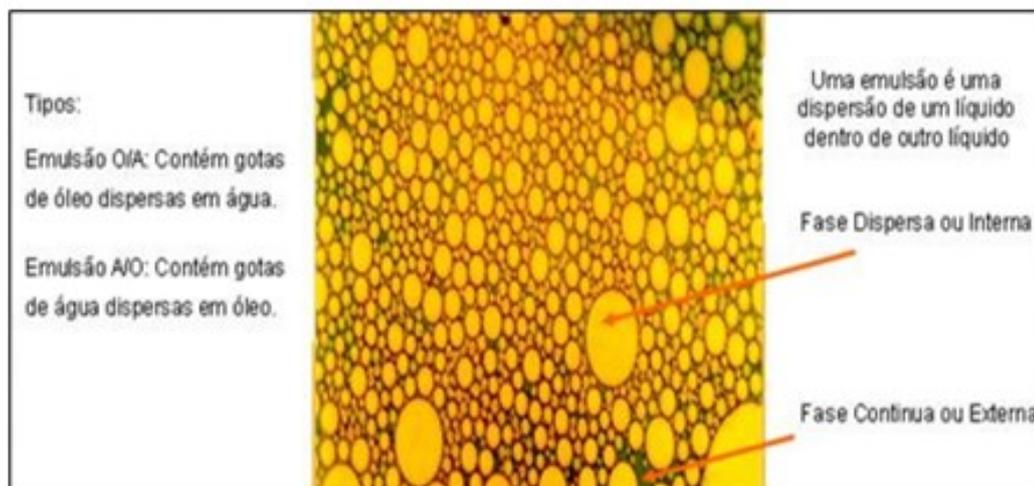
Fonte: Souza, Luiza Feitosa Cordeiro de Avaliação da degradação de alquil benzeno linear sulfonado (LAS) em reatores anaeróbios em escala de bancada, 2009

2.3 Emulsões

Segundo Franzol e Rezende (2015, p. 1) “emulsões são definidas como um sistema polifásico, no qual se encontra uma fase fragmentada (fase dispersa) dentro de uma outra (fase contínua)”.

Isso significa dizer que emulsões são misturas heterogêneas de dois líquidos, assim como água e óleo; exemplificado na figura 4.

Figura 4: Exemplo de emulsão



Fonte: Villalobos, E. Formação de Emulsão no Escoamento Bifásico de Óleo e Água Através de Orifícios, 2010

Como as duas substâncias que se apresentam em forma de emulsão estão separadas, é necessária uma terceira substância para que elas possam se estabilizar, os tensoativos chamados de emulsionantes ou surfactantes. Esses produtos diminuem a tensão interfacial, o que facilita a formação da emulsão; e evitam a coalescência da fase dispersa. Tais produtos podem ser adicionados na formulação das emulsões ou se formar naturalmente durante o processo de fabricação (Villalobos, 2010).

“A coalescência é um processo irreversível que consiste na ruptura dos filmes finos formados entre duas gotas que se unem para formar uma gota maior. A continuidade no processo de coalescência leva à separação das fases que formam a emulsão” (Villalobos, 2010 p.36).

Ainda de acordo com o trabalho de Villalobos (2010), a forma como a coalescência é prevenida é através da migração dos surfactantes à interface óleo-água, formando uma cobertura estabilizadora.

Algumas emulsões são geradas espontaneamente, as chamadas emulsões naturais. Essas são resultado de processos de digestão, lactação, entre outros. Já as formuladas em laboratório; intencionalmente, são chamadas sintéticas, fruto de processos mecânicos como o cisalhamento.

Três fatores se mostram determinantes às características de emulsões sintéticas: os componentes da emulsão, suas concentrações e o processo de

emulsificação. São eles que definirão o tipo (água-em-óleo A/O, óleo-em-água O/A ou água-em-óleo-em-água A/O/A), a estabilidade e o tamanho de gota da emulsão.

Em emulsões do tipo água-em-óleo a água se encontra dispersa em óleo; e emulsões óleo-em-água são aquelas onde a fase dispersa é constituída pelo óleo e a água constitui a fase contínua. Emulsões do tipo água-em-óleo-em-água (A/O/A) ou óleo-em-água-em-óleo (O/A/O) recebem o nome de emulsões múltiplas.

Vale ressaltar que essas denominações são utilizadas mesmo em casos em que a fase aquosa não contenha água realmente, mas sim líquidos polares (como a glicerina) e a fase oleosa não contenha óleo de fato, mas qualquer outro líquido insolúvel em água, como silicones, fluoro carbonos, nitroglicerina etc. (Villalobos, 2010).

Figura 5: Exemplo de emulsão água-em-óleo-em-água



Fonte: Villalobos, Eduardo Martín Cabellos Formação de emulsão no escoamento bifásico de óleo e água através de orifícios

Outra classificação possível dentro do espectro de emulsões são as micro e macroemulsões.

2.3.1 Microemulsões

A principal característica para a diferenciação entre micro e macroemulsões é o tamanho de suas gotas em fase dispersa. Conforme classifica Villalobos (2010), microemulsões possuem gotas de fase dispersa menores do que o comprimento de onda de luz visível, sendo, portanto, misturas transparentes ou translúcidas.

“Esses tipos de emulsões são extremamente estáveis devido a existência de tensões interfaciais ultrabaixas (menores que 10^{-2} mN/m), que favorecem sua formação e estabilidade” (Villalobos, 2010, p. 27).

Microemulsões possuem alta concentração de surfactantes, estabilidade termodinâmica e infinita estabilidade de armazenamento.

2.3.2 Macroemulsões

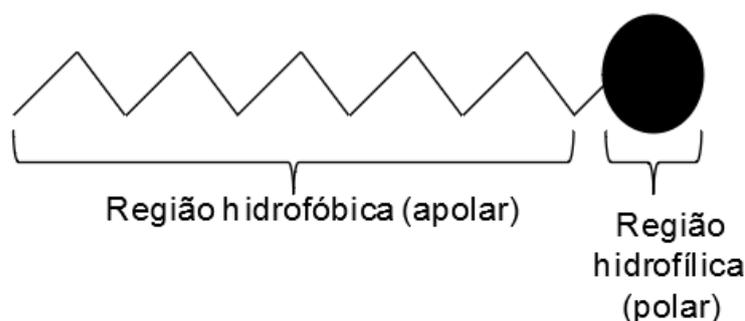
Gotas em fase dispersa, quando parte de macroemulsões, apresentam diâmetros maiores do que 0,01 micrômetros (μm). Sistemas como este possuem pouca estabilidade, que pode ser adquirida após a adição de agentes ativos de superfície; como os surfactantes, já que sua concentração natural de tais substâncias é extremamente baixa.

2.4 Tensoativos

Tensoativos, também conhecidos como surfactantes, são, como o nome já diz, substâncias que interferem nas tensões; sejam interfaciais ou superficiais; causando sua diminuição. Eles são caracterizados por possuírem moléculas anfifílicas, ou seja, uma parte apolar (hidrofóbica) e outra parte polar (hidrofílica), como demonstrado na figura 6; isso permite adsorção nas interfaces ar-água, óleo-água e sólido-água (Oliveira; De lima; Lima Oliveira, 2010).

Os tensoativos podem ser usados como detergentes, sabões, dispersantes, emulsificantes, bactericidas, inibidores de corrosão, agentes antiestático ou umectantes.

Figura 6: Representação molecular de tensoativos



Fonte: Oliveira, Leidemara Migotto Cabelos: suas diversidades estruturais como ferramenta de ensino de química, 2023

As moléculas hidrofóbicas pertencem ao grupo lipofílico; um grupo químico solúvel em óleo. Essas moléculas geralmente têm origem em cadeias carbônicas que não concentram carga eletrostática.

A região da molécula anfifílica considerada polar é formada por átomos que tenham uma concentração de carga, formando um polo positivo ou negativo, de caráter iônico ou não iônico.

Essa parte polar é responsável pela solubilidade da molécula em água, pois as cargas (negativas ou positivas) apresentam atração eletrostática pelas moléculas de água vizinhas, já que estas apresentam cargas negativa e positiva na mesma molécula. Portanto, para ser solúvel em água, um tensoativo deve apresentar cargas, sejam elas negativas ou positivas (Daltin, 2011, p. 12).

Não há, porém, neutralidade entre as duas partes da molécula anfifílica, isto é, uma das partes sempre predominará e cada molécula reagirá com maior intensidade ou à parte aquosa ou à parte oleosa (Souza, 2009), fenômeno chamado de equilíbrio hidrofílico-lipofílico (EHL).

De acordo com Souza (2009), Griffin, em 1949, atribuiu valores aos níveis de EHL, que indicam a predominância hidrofílica (em casos de valores elevados) ou lipofílica (para valores mais baixos) de cada molécula. Estes valores variam de 0 a 40.

“A faixa mais usual é de 1 a 20. Tensoativos com valores de EHL de 3 a 6 são altamente lipofílicos e produzem emulsões de água em óleo. Tensoativos com valores entre 8 e 18 são altamente hidrofílicos e formam emulsões de óleo em água”. (Souza, 2009 p.6).

Para cada faixa diferente de valores de EHL, se pode atribuir uma atividade específica a cada tensoativo.

Tabela 1: Atividade de tensoativos de acordo com os valores de EHL

Atividade	Descrição	Valor de EHL atribuído
Antiespumante	Diminuem a tensão superficial em misturas líquido-gás	1 a 3
Emulsificantes (água em óleo)	Facilitam a dispersão de água em óleo	3 a 6
Umectantes	Facilitam o contato entre um líquido e uma superfície sólida	7 a 9
Emulsificantes (óleo em água)	Facilitam a dispersão de óleo em água	8 a 18
Detergentes	Facilitam o contato do líquido com uma superfície sólida e as sujidades. Mantém ainda as sujidades suspensas facilitando sua remoção	13 a 15
Solubilizantes	Facilitam a solubilização dos compostos	15 a 20

Fonte: Souza, Luiza Feitosa Cordeiro de: Avaliação de degradação de alquil benzeno linear sulfonado (LAS) em reatores anaeróbios em escala de bancada, 2009 p. 6

2.5 Amaciantes

Segundo Uri Zoller, professor emérito de química e ciência da educação, “Agentes amaciantes de tecido ou amaciantes de tecido são compostos usados para melhorar o toque ou manejo do tecido. Amaciantes lubrificam tecidos e previnem contato direto entre as fibras. Isso reduz a resistência de dobra e rasgo, melhorando o toque e drapabilidade dos tecidos” (Zoller, 2008 p.242, tradução própria)

A primeira forma de amaciante para a indústria têxtil foi inventada no começo dos anos 1900, para a aplicação em peças de algodão que passavam pelo processo de tingimento, adquirindo, como consequência, um aspecto endurecido e áspero. Suas primeiras formulações eram emulsões de óleos (de milho, azeite ou mesmo sebo) em água com sabão (Gogoi; Mehra; Niyogi; Khandal; 2009, tradução própria)

Essa mistura, porém, era usada apenas industrialmente; e não existiria um amaciante para uso doméstico até 1950, quando foi criado nos estados unidos um produto com base em cloreto de sebo di-hidrogenado de dimetil amônio (DHTDMAC), que além de lubrificar, demonstrou ter excelente propriedade antiestática. Atualmente, os amaciantes domésticos são fabricados com compostos chamados de quaternário de amônio; dos quais existem três tipos: compostos de dialquil dimetil amônio; compostos de amônio diamido alcoxilado e compostos de imidazólio.

Os compostos de quaternário de amônio tomaram o lugar do DHTDMAC em meados dos anos 1990, quando autoridades classificaram o composto como risco ambiental. Eles se provaram uma melhor alternativa por conta das suas ligações de ester, que facilitam a biodegradação.

Tais produtos amaciantes demonstraram atribuir aos produtos em que são aplicados maciez, redução de eletricidade estática e amassados; devido à lubrificação das fibras, melhora na cor, aparência, e incorporação de fragrância ao tecido (Gogoi; Mehra; Niyogi; Khandal; 2009, tradução própria).

Amaciantes, no geral, podem ser classificados em duas categorias distintas: amaciantes permanentes e amaciantes temporários.

Os amaciantes permanentes têm efeito de longa duração e resistem após múltiplas lavagens pois são principalmente aplicados durante a fabricação dos polímeros, alterando o toque do tecido permanentemente. Polissiloxanos são os amaciantes permanentes de maior uso, sendo dimetil polissiloxano o modelo básico dos elastômeros de silicone. Esse tipo de amaciado, porém, é dificilmente aplicado em fibras naturais.

Já os amaciantes do tipo temporário têm efeito a curto prazo e saem facilmente na lavagem, o que torna a necessidade de reaplicação constante. Por serem feitos de bases derivadas de ácido graxo, podem ser aplicados à quase todos os tipos de fibras.

Quando se trata da lavanderia doméstica, existem três métodos possíveis de adição de amaciantes: a adição no ciclo de enxágue, a adição no ciclo de lavagem e a adição no ciclo de secagem, sendo o método do ciclo de enxágue o mais comum.

Amaciamentos no ciclo de enxágue são feitos com dispersões líquidas de compostos de amônio catiônicos.

Amaciantes catiônicos são aqueles cuja molécula possui carga positiva; geralmente nitrogenados, na forma de amina ou quaternário de amônio. Estes são atraídos por materiais têxteis carregados negativamente, fazendo com que o composto hidrofóbico seja mais bem fixado nos filamentos, lubrificando-os e conferindo ao material toque macio e maleável (Gogoi; Mehra; Niyogi; Khandal; 2009, tradução própria).

Sua utilização é vantajosa pois são facilmente aplicados em todos os tipos de tecidos por método de esgotamento e apresentam boa fixação às fibras; além de serem associados à melhora da costurabilidade dos materiais por dar ao fio capacidade de deslizar ao contato da agulha em alta velocidade, ao invés de ser cortado por ela no processo.

Apesar dos muitos benefícios advindos do uso de amaciantes catiônicos, estes são incompatíveis com compostos aniônicos geralmente empregados em detergentes e sabões; o que torna difícil a empregabilidade em soluções contendo tais substâncias ou em tecidos que não tenham sido suficientemente lavados após pré-tratamento.

Amaciantes do tipo aniônico, por sua vez, geralmente carregam em sua molécula grupos de carboxilatos, sulfatos ou fosfatos; o que acaba por definir estes produtos como compostos de carga negativa. Tendo em vista que compostos de mesma carga se repelem, e que a maioria das fibras têxteis se tornam negativas quando em meio úmido, tais amaciantes nunca são totalmente absorvidos; requerendo assim maiores quantidades em sua aplicação para obter efeito semelhante à outros produtos.

Apesar de sua pouca durabilidade, amaciantes aniônicos apresentam certa resistência à calor e amarelamento; e são preferidos em aplicações à tecidos absorventes, como toalhas de banho; devido às propriedades de reumedecimento.

A categoria de amaciantes não-iônicos engloba derivados de óxido de etileno, silicones e ceras de hidrocarbonetos à base de parafina ou polietileno.

“Amaciantes aniônicos e não-iônicos não possuem substantividade e operam por mera deposição depois da evaporação da água na qual são aplicados” (Gogoi; Mehra; Niyogi; Khandal; 2009, p. 245; tradução própria).

Amaciantes siliconados têm como característica particular menor índice de amarelamento, não formação de espuma, estabilidade mecânica e química e natureza hidrofóbica, o que os transforma em amaciantes de alta aplicabilidade (Jatoi, Khatri *et al*, 2014)

2.5.1 Amaciantes de silicone

Amaciantes à base de silicone são emulsões, classificados portanto em nano, micro e macro.

Emulsões siliconadas do tipo macro possuem tamanho de partícula entre 150-300 nm; as do tipo micro ficam abaixo de 400 nm e nano emulsões apresentam valores inferiores à 100 nm.

São produtos que tendem a variar as propriedades óticas dos têxteis aos quais são aplicados, devido ao baixo índice de refração quando comparado à fibras como poliéster, algodão, poliamida, seda e lã (Jatoi, Khatri *et al*, 2014). Isso significa que diminuem a quantidade de luz refletida na superfície, sendo assim, os faz parecer mais escuros.

Estudos sugerem que as nano emulsões, devido ao tamanho de suas partículas, acarretam maior maciez aos tecidos, já que penetram mais fundo nas estruturas do mesmo. Mas há também evidências de que causem alterações em propriedades físicas como resistência à tração e à abrasão.

Em estudo feito por Jatoi, Khatri, Ahmed e Memon; publicado no *Journal of Surfactants and Detergents* em dezembro de 2014 foram analisados os efeitos em propriedades físicas e rendimento de cor de nano-emulsões, microemulsões, macroemulsões e misturas de nano+macro emulsões e nano+micro emulsões aplicados à tecido 100% algodão tingido em corante reativo.

Foram testados o ângulo de recuperação de vinco, resistência à abrasão, comprimento de curvatura do tecido, resistência a tração, rendimento e diferença de cor de acordo com as normas correspondentes.

Em relação a resistência à formação de vincados, a nano emulsão de silicone demonstrou resultado muito superior às outras emulsões; resultado que foi atribuído à sua capacidade de lubrificar as cadeias celulósicas. Apesar disso, independentemente dos resultados de qualquer uma das aplicações, a diminuição da formação de vincos é indiretamente proporcional ao aumento das concentrações de amaciantes. Ou seja, maiores concentrações de qualquer uma das emulsões demonstraram diminuir a quantidade de vincos no tecido.

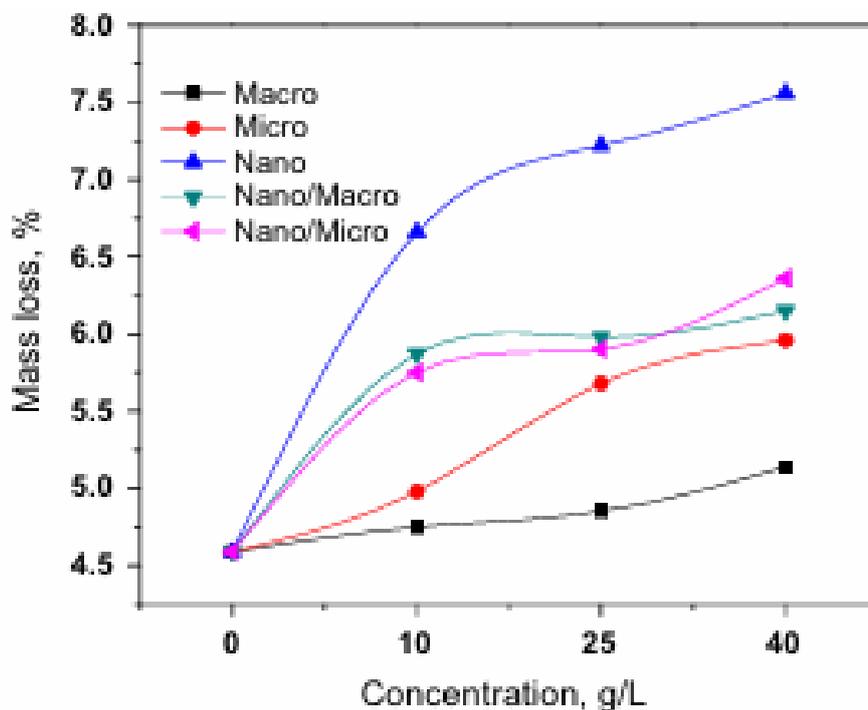
O comprimento de curvatura do tecido procura avaliar a chamada drapabilidade. Neste teste, as amostras são deixadas cair livremente sob o efeito do seu próprio peso, e em seguida é registrada a extensão do caimento do tecido. Quanto maior o valor registrado, mais rígido é o tecido.

Ao longo do teste, todas as amostras tratadas demonstraram diminuição nos valores mensurados, indicando que independente da origem dos amaciantes siliconados, todos obtiveram resultados positivos em relação à maciez; porém o melhor resultado foi observado nas amostras tratadas com a nano-emulsão.

Para averiguar a resistência à abrasão, foi realizado teste baseado na norma ASTM D4966-98, em máquina *Martindale*; onde o material é friccionado contra diversos tipos de materiais por 9000 ciclos. Os resultados são dados com base na porcentagem de perda de massa de cada corpo de prova.

A maior porcentagem de perda pôde ser observada nas amostras com aplicação de nano-emulsão de silicone, resultado que apresentou maior declínio conforme aumento de concentração de amaciante. Por outro lado, as combinações de nano-micro e nano-macro emulsões demonstraram aprimorar a resistência à abrasão.

Figura 7: Efeito de amaciantes siliconados na perda de massa após teste de resistência à abrasão

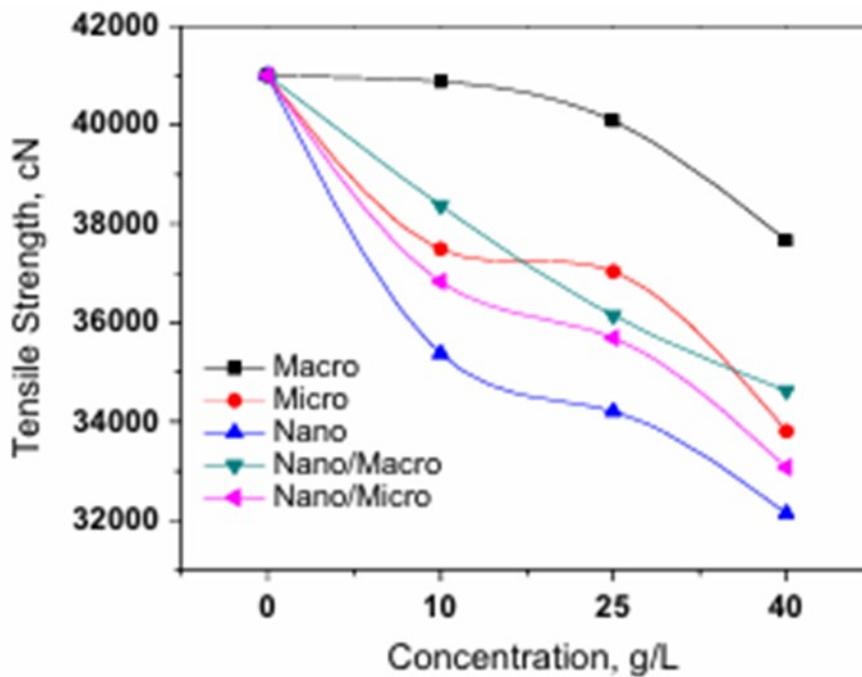


Fonte: Effect of Silicone Nano, Nano/Micro and Nano/Macro-Emulsion Softeners on Color Yield and Physical Characteristics of Dyed Cotton Fabric, Jatoi, Khatri et al; 2014

A força de resistência à tração, testada conforme descrito em norma ASTM D5035, foi dada conforme valor em centi Newton (cN) registrado no momento da ruptura do tecido após ser submetido à duas forças contrárias.

Os pesquisadores observaram que o material que não havia sido tratado apresentava a maior resistência à tração entre todos os materiais testados; e a amostra tratada com nano-emulsão exibiu o pior resultado. A aplicação mais estável neste quesito, concluiu-se, foi a macroemulsão.

Figura 8: Efeito dos amaciantes siliconados na resistência à tração dos tecidos



Fonte: Effect of Silicone Nano, Nano/Micro and Nano/Macro-Emulsion Softeners on Color Yield and Physical Characteristics of Dyed Cotton Fabric, Jatoi, Khatri et al; 2014

Assim como a pesquisa de Jatoi, Khatri, Ahmed e Memon, este trabalho busca compreender os efeitos de diferentes tipos de amaciantes e analisá-los.

3 MÉTODOS E PROCESSOS

3.1 Equipamentos

Os testes e ensaios para complementar o presente trabalho foram baseados nas normas ISO e ABNT; escolhidos por analisarem propriedades essenciais dos tecidos que podem ser afetadas pelos amaciantes industriais.

A aplicação dos amaciantes e demais processos em banho foi feita através do método de esgotamento em máquina de lavanderia frontal, com capacidade para trinta e cinco quilos. Os materiais passaram, posteriormente, à centrifuga industrial antes da finalização em máquina secadora.

3.2 Materiais

O objetivo comparar quatro amaciantes de origens diferentes: um amaciante catiônico, chamado nos testes de “1”; uma microemulsão de silicone hidrofílico designado como “2”; um amaciante a base de ácido graxo de caráter não iônico, o número “3”; e por fim, uma macroemulsão de silicone como número “4”.

Foram escolhidos para tal, três tipos de tecido: o tecido “A” composto de 100% Algodão (CO); o tecido “B”, cuja fibra formadora é 100% Viscose (CV); e o tecido “C”, uma mistura de fibras de 54% Liocel (CLY) e 46% Algodão (CO). Tais composições foram escolhidas com base em suas características primárias e seu uso; o algodão por ser a fibra mais comumente usada para fabricação de peças, e a viscose e o liocel por se tratar de fibras que já possuem uma certa lisura e maciez natural que poderiam interferir na qualidade quando aplicado produto amaciante.

3.3 Formulações

O liocel, em particular, tem como forte característica a propensão à formação de Pilling, devido às micro-fibrilas; fibras levantadas e soltas na superfície do tecido propensas a se enrolarem, formando as famosas “bolinhas”, que surgem especialmente em meio molhado

As fibras mais longas que acabam por segurar tais “bolinhas” ao tecido são chamadas de fibras âncora; e em tecidos como o Liocel estas fibras são mais fortes e difíceis de se quebrarem, soltando o *pilling* formado.

Para evitar este problema, as indústrias fazem um processo chamado de fibrilação antes de qualquer outro processo em meio molhado.

A fibrilação consiste em forçar a formação das micro-fibrilas quimicamente. Todo e qualquer processo de lavanderia é feito logo após o levantamento dessas fibras (clareamento, alvejamento, tingimento, amaciamento etc.)

Para tal, foram utilizados 3g/l de Barrilha e 3g/l de Espuma em uma relação de banho (RB) de 1:2 a 60°C durante quinze minutos.

A espuma tem como função otimizar os processos de lavanderia tornando-os menos dependentes de grandes quantidades de água, já que sua formação ajuda a distribuir outros produtos adicionados ao banho de forma homogênea como maiores relações de banho fariam.

Como o amaciamento é um processo que dispensa enxágue depois de aplicado, é necessária uma desfibrilação (ou biopolimento) antes da sua execução.

O processo consiste na aplicação de 1g/l de uma enzima celulósica pouco mais fraca que as utilizadas em processo de stonagem, juntamente da espuma em mesma quantidade; para desgastar as fibrilas que foram anteriormente formadas no processo de fibrilação, na esperança de que isso evite a formação de novas fibrilas e, conseqüentemente, *pilling* em processos subseqüentes.

Considerou-se a proporção de três gramas de amaciante para cada litro de água utilizando uma relação de banho de 1:5 com peso padrão de cinco quilos e rotação padrão de 30 RPM.

4 RESULTADOS

4.1 Pilling

O Teste de *Pilling* foi realizado em máquina *Martindale* (figura 9) seguindo a norma ISO 12945-2. Este teste mede o nível de pilosidade de uma amostra por meio da fricção do tecido de amostra ao tecido abrasivo; que, no caso de tecidos planos que não se enquadrem em estofado, deve ser igual ao tecido da amostra ou tecido padrão de lã.

O teste realizado no laboratório da Fatec Americana utilizou tecido igual ao de amostra como abrasivo.

Figura 9: Equipamento *Martindale*



Fonte: Autor

Assim, são exigidos por norma três pares de discos de corpos de prova com 140 mm de diâmetro (figura 10), onde um dos corpos de prova do par será fixado no suporte abrasivo (figura 12) e o outro na mesa de *pilling* (figura 9).

Entre cada amostra de tecido e os suportes de encaixe, tanto abrasivo quanto da mesa de *pilling*, é colocada uma “almofada”, que impedirá o contato direto com metal, que causaria maiores desgastes.

Corpos de prova pertencentes ao suporte abrasivo são presos com um elástico encaixado na ranhura do encaixe metálico; e na mesa do equipamento *Martindale*, são presos com rodela metálica fixada com parafusos (figura 14).

Figura 10: Corpos de prova para ensaio de pilling



Fonte: Autor

Figura 11: Sistema de fixação de corpo de prova abrasivo



Fonte: Autor

Figura 12: Amostra de tecido presa no suporte abrasivo



Fonte: Autor

Figura 13: Peças de fixação de corpo de prova na mesa de pilling de máquina Martindale



Fonte: Autor

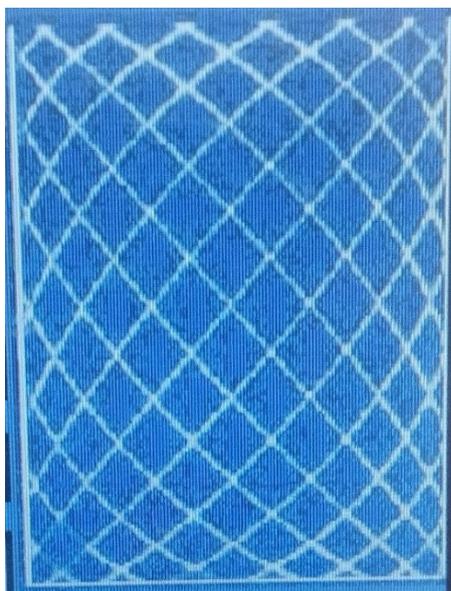
Figura 14: Sistema de fixação de corpo de prova na máquina *Martindale*



Fonte: Autor

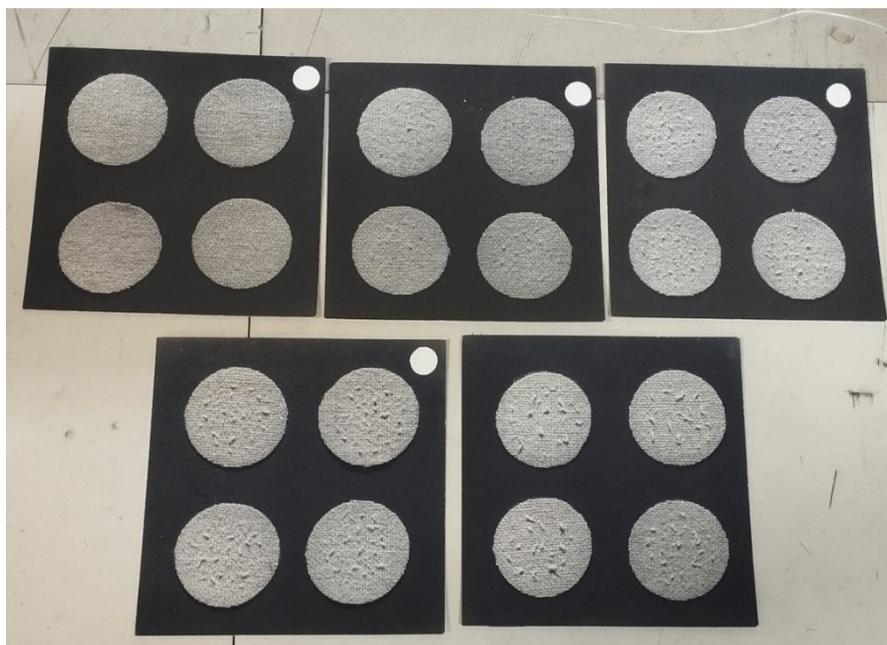
Cada corpo de prova é então submetido a ciclos de fricção em movimentos elípticos, representados na figura 15, com carga de 415 g; alcançada através de disco metálico preso junto às amostras, e são avaliados ao final de cada ciclo. A avaliação ocorre por meio da observação do avaliador e comparação com padrões fotográficos como demonstrado na figura 16.

Figura 15: Representação gráfica do deslocamento da máquina *Martindale*



Fonte: Autor

Figura 16: Padrões fotográficos para tecidos planos



Fonte: Autor

Os padrões fotográficos indicam cinco níveis de pilosidade, sendo o quinto o mais branco, sem apresentar *pilling*. Sendo assim, a avaliação de cada ciclo resultará em notas de 1 à 5, podendo-se caracterizar também notas intermediárias nos casos em que o avaliador achar pertinente.

Os testes de *pilling* em máquina *Martindale* foram realizados com três corpos de prova; e seus resultados finais por ciclos obtidos através de média aritmética para melhor compreensão do estado geral de cada amostra e otimização da visualização em tabelas.

As notas são dadas considerando o estado em que o corpo de prova se encontra depois do último ciclo realizado e a nota dada em etapa anterior, já que não é incomum em teste deste tipo o *fuzzing*, (etapa do teste em que as fibras começam a se desgastar e o tecido parece “peludo”) ou *pilling*, (os enrolamentos destas fibras propriamente dito que forma “bolinhas”); que já haviam se formado em ciclo anterior, ser desmanchado pela abrasão.

Portanto, em casos em que não foram mais observados sinais de desgaste presentes previamente, manteve-se a nota mais baixa atribuída para compreender e poder visualizar o impacto das aplicações na qualidade do tecido.

A tabela a seguir refere-se ao teste de *pilling* realizado no tecido A (100% algodão):

Tabela 2: Média de resultados de pilling em tecido 100% Algodão

Identificação	Média de resultados teste de <i>pilling</i> tecido 100% Algodão					
	Ciclos					
	125	500	1000	2000	5000	7000
A0	5	5	4	4	4	4
A1	4	4	2	2	2	2
A2	4	2	1	1	1	1
A3	5	2	1	1	1	1
A4	5	2	1	1	1	1

Fonte: Autor

Analisando o quadro geral, é possível concluir que entre os amaciantes aplicados, o amaciante catiônico obteve melhor resultado na fibra de algodão, pois apesar de apresentar *pilling* logo no início do teste, manteve-se com o menor nível de pilosidade ao final. O resultado era esperado devido à compatibilidade de cargas entre fibra e produto.

A aplicação número dois, a microemulsão de silicone, apresentou o pior resultado, tendo apresentado *pilling* no primeiro e mais curto ciclo e fechado o teste com avaliação de nível 1, a mais baixa.

Apesar de tanto a aplicação de amaciante não-iônico, representado pelo número três, e a macroemulsão, denominada quatro, concluírem o teste apresentado a mesma nota da microemulsão, foram os dois únicos produtos que não produziram *pilling* no primeiro ciclo de 125 voltas.

É importante ressaltar para a compreensão total do comportamento dos amaciantes em tal ensaio: as notas finais apresentadas na tabela não compreendem necessariamente a realidade da aparência dos corpos de prova em cada ciclo, tendo em vista a necessidade de manter a coerência das notas dadas anteriormente, por considerar o *pilling* que foi retirado da superfície pela abrasão.

Todos os corpos de prova, com e sem aplicação, foram avaliados após o ciclo de cinco e sete mil voltas com nota cinco, ou seja, não apresentaram mais pilosidade. A amostra zero, sem aplicação, retomou seu estado inicial no ciclo de duas mil voltas, tendo apresentado *pilling* apenas no ciclo anterior.

A média dos corpos de prova com aplicação de amaciante catiônico também obteve melhora no ciclo de duas mil voltas, sendo avaliado com nível três de pilosidade após ter apresentado nível dois anteriormente.

Se tratando da microemulsão de silicone, manteve a pior avaliação até o ciclo de duas mil voltas, quase o mesmo resultado da macroemulsão, sendo a única diferença entre as duas soluções o primeiro ciclo de abrasão.

A solução de amaciante não-iônico se manteve com mesmo nível de *pilling* da macroemulsão até o ciclo de duas mil voltas, em que foi avaliado com nível dois de pilosidade.

Neste contexto, podemos dizer que o amaciante graxo não-iônico alcançou um melhor resultado do que qualquer um dos amaciantes siliconados; e pode-se ordenar a eficiência dos tratamentos com amaciante em tecido de fibra de algodão da seguinte forma:

1. Catiônico
2. Não-iônico
3. Macroemulsão
4. Microemulsão

Partindo para o tecido B, composto 100% por fibras de viscose, podemos observar uma diferença fundamental em comparação ao tecido de algodão: o tecido sem nenhuma aplicação de amaciante inicia o teste abrasivo já com pilosidade, e só retoma seu estado original após o ciclo de mil voltas.

Isso se dá pelo fato de a fibra de viscose apresentar uma lisura natural, que influencia em sua pilosidade, problema que se acentua após o tratamento com produtos amaciantes.

Tabela 3: Média de resultados de teste de pilling em tecido 100% viscose

Identificação	Média de resultados teste de <i>pillling</i> tecido 100% Viscose					
	Ciclos					
	125	500	1000	2000	5000	7000
B0	4	4	4	4	4	4
B1	2	2	2	2	2	2
B2	4	2	1	1	1	1
B3	2	2	2	2	2	2
B4	4	2	2	2	2	2

Fonte: Autor

No caso da viscose, ao contrário do primeiro teste, o amaciante catiônico não apresentou bons resultados, caindo diretamente para o nível dois logo no início do teste. Contudo, foi retomando boa aparência aos poucos, obtendo nota três nos ciclos de quinhentas e mil voltas, nota quatro no ciclo de duas mil voltas, e finalmente nota cinco nos dois últimos ciclos.

Assim como no tecido de algodão, todas as amostras foram avaliadas com nota cinco nos dois últimos ciclos.

As classificações do amaciante não-iônico foram similares às do amaciante catiônico, com a diferença de que o amaciante graxo não-iônico manteve nota dois no ciclo de quinhentas voltas, melhorando seu estado apenas no próximo ciclo.

Os amaciantes siliconados também atuaram de forma semelhante entre si, iniciando com a mesma avaliação de nível quatro e decaindo para nível dois no segundo ciclo, porém, a macroemulsão obteve melhora no ciclo de mil voltas, eliminando todo o *pillling* e adquirindo nota cinco. A partir desta avaliação, as amostras voltam a coincidir, apresentando nível quatro de pilosidade antes de voltarem à condição original nas duas últimas avaliações.

Portanto, são classificados por melhor atuação em tecido 100% viscose:

1. Macroemulsão
2. Microemulsão
3. Catiônico

4. Não-iônico

O tecido contendo Liocel, como explicado em capítulo anterior, é um caso à parte quando se trata de pilosidade, pois naturalmente possui uma grande tendência ao enrolamento de suas fibras. Em vista disso, já era esperado uma piora em suas avaliações, fato que pode ser observado pela média de notas das amostras sem nenhuma aplicação.

Tabela 4: Média de resultados de teste de *pilling* em tecido 54% liocel e 46% algodão

Identificação	Média de resultados teste de <i>pilling</i> tecido 54% Liocel e 46% Algodão					
	Ciclos					
	125	500	1000	2000	5000	7000
C0	4	4	2	2	2	2
C1	4	2	1	1	1	1
C2	1	1	1	1	1	1
C3	4	3	2	2	2	2
C4	4	4	4	3	3	3

Fonte: Autor

Apenas uma amostra apresentou, de início, nota inferior à apresentada pelos corpos de prova sem aplicação: a amostra tratada com microemulsão de silicone, que obteve melhora na avaliação do segundo ciclo de testes, voltou a apresentar nível um em ciclo de mil voltas, e foi gradualmente retomando uma aparência sem pilosidade, sendo avaliado com nota três em ciclo de duas mil voltas, quatro em ciclo de cinco mil voltas e finalmente cinco em ciclo de sete mil voltas.

Todas as amostras foram avaliadas com nota cinco em seu último ciclo de testes, e quatro dos cinco grupos de corpos de prova apresentaram nota quatro no penúltimo ciclo, com exceção da aplicação de macroemulsão, que não apresentou *pilling* neste ciclo e obteve, no geral, melhores resultados.

Corpos de prova tratados com a macroemulsão não acusaram pilosidade em três dos seis ciclos avaliativos: o ciclo de mil voltas, e os dois ciclos finais de cinco e sete mil voltas. O único momento em que essa amostra obteve avaliação menor do que quatro foi no ciclo de duas mil voltas.

Pode-se observar que a segunda melhor avaliação foi atribuída ao amaciante não-iônico, que retomou nota três em seu ciclo de duas mil voltas; e a segunda pior avaliação foi apresentada pelo amaciante catiônico.

Portanto, a classificação de atuação em tecido 54% liocel e 46% algodão se deu em:

1. Macroemulsão
2. Não-iônico
3. Catiônico
4. Microemulsão

4.2 Resistência à tração

O ensaio de resistência à tração foi realizado com base na norma ISO 13 934.1:1999 (E); determinação da força máxima e alongamento à força máxima pelo método da tira.

Por norma, é recomendado o corte de cinco corpos de prova por direção do tecido a ser ensaiado (Urdume e Trama), de dimensões 60x300mm no caso de tecidos planos. Estas amostras são, então, desfiadas até apresentarem largura de 50mm, com franjas de 5,0mm de cada um dos lados, como demonstra a figura a seguir.

Figura 17: Corpo de prova desfiado



Fonte: Autor

Cada tira deve ser fixada no dinamômetro (figura 19) com garras emborrachadas de 50 mm ou mais na parte superior (figura 19), tomando o cuidado necessário para que esteja centralizado e em ângulo reto, assim como na figura 20.

Figura 18: Garra de fixação do dinamômetro



Fonte: Autor

Figura 19: Dinamômetro



Fonte: Autor

Antes de fixar o tecido na parte inferior, a norma exige a aplicação de um pré-tensionamento de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 5: Valores de pré tensionamento dos corpos de prova

Gramatura da amostra (g/m ²)	Força aplicada ao corpo de prova	
	N	gf
Até 200	2	204
Acima de 200 e até 500	5	510
Acima de 500	10	1020

Fonte: Procedimento de ensaio: teste de resistência à tração de tecidos planos e não tecidos (método da tira desfiada ou cortada) - Laboratório Têxtil Fatec Americana, adaptação do autor

Figura 20: Corpo de prova fixado



Fonte: Autor

A distância inicial entre garras e a velocidade dela ao iniciar o teste serão determinadas pelo alongamento à carga máxima conforme mostrado na tabela a seguir:

Tabela 6: Velocidade da garra móvel

Distância inicial entre garras (mm)	Alongamento à carga máxima (%)	Velocidade de alongamento do corpo de prova (%/min)	Velocidade da garra móvel (mm/min)
200	<8	10	20
200	≥8 a ≤ 75	50	100
100	>75	100	100

Fonte: Procedimento de ensaio: teste de resistência à tração de tecidos planos e não tecidos (método da tira desfiada ou cortada) - Laboratório Têxtil Fatec Americana, adaptação do autor

Após o ajuste do equipamento, os corpos de prova são tracionados até seu rompimento.

Os resultados de teste de tração foram obtidos através de média aritmética dos cinco corpos de prova testados em dinamômetro, representados na tabela em Newtons. Para efeitos de comparação, os resultados serão interpretados com base nos requisitos da norma técnica ABNT NBR 14634: Denim – requisitos e métodos de ensaio, considerando que todos os tecidos utilizados como base deste trabalho são tecidos planos de sarja.

A determinação da resistência à tração pela norma ABNT NBR 14634 leva em consideração a classificação dos tecidos entre leves, médios e pesados baseado em suas gramaturas.

É considerado tecido leve aquele que esteja abaixo de 240 g/m²; tecido leve os que estão entre 241 g/m² e 410 g/m² e tecido pesado todo aquele que ultrapassar 410 g/m².

Tabela 7: Tolerâncias aos ensaios de resistência à tração por classificação de tecido

Tipos de tecido	Tolerâncias em teste de resistência - tira	
	ABNT NBR ISO 13934	
	URDUME	TRAMA
Leves	500 N	200 N
Médios	650 N	300 N
Pesados	1000 N	600 N

Fonte: ABNT NBR 14634: Denim - requisitos e métodos de ensaio, adaptação do autor

O tecido 100% algodão foi classificado como gramatura média, após medir 305 g/m². Não houve, em nenhuma aplicação, resultado abaixo da tolerância permitida por norma.

Tabela 8: Média de resultados de teste de resistência à tração por método de tira em tecido 100% algodão

Identificação	Média de resultados teste de resistência - tira	
	Tecido 100% Algodão	
	URDUME	TRAMA
A0	1081,32	736,04
A1	987,77	659,34
A2	955,12	723,15
A3	921,59	663,23
A4	934,41	655,70

Fonte: Autor

Porém, é possível perceber que, comparado aos corpos de prova sem nenhuma aplicação, o tratamento com amaciantes diminui a resistência dos tecidos, principalmente da trama.

Os produtos com os piores resultados demonstraram ser a macroemulsão, que proveu a menor nota para resistência da trama, e o amaciante não-iônico, cuja avaliação apontou o pior resultado para resistência do urdume.

A amostra de amaciante catiônico se aproximou mais do resultado original do tecido sem aplicação em termos de resistência do urdume, mas fica atrás da microemulsão na resistência da trama.

É difícil, portanto, dizer quais produtos obtiveram melhores resultados quando se trata de resistência do tecido de algodão.

O tecido composto 100% por fibras de viscose, por ter gramatura 203 g/m², se enquadra como tecido leve.

A média de resultados do tecido sem nenhuma aplicação é a única que se enquadra nas tolerâncias da norma, mas ainda com urdume muito próximo do limite, o que se pode analisar como premissa para propensão à queda da resistência em qualquer uma das aplicações, considerando também que a viscose tem como uma de suas principais características a perda de resistência quando submetida à banho.

Diferentemente do tecido 100% algodão, a queda na resistência se deu no sentido do urdume em todas as amostras analisadas; o sentido da trama se manteve dentro da tolerância de 200N e com variação considerada normal.

Tabela 9: Média de resultados de teste de resistência à tração por método de tira em tecido 100% viscose

Identificação	Média de resultados teste de resistência - tira	
	Tecido 100% Viscose	
	URDUME	TRAMA
B0	507,10	461,65
B1	418,77	450,24
B2	446,98	463,14
B3	450,18	457,89
B4	459,54	446,57

Fonte: Autor

Amaciante catiônico e macroemulsão mantêm o padrão de enfraquecimento da trama, sendo o catiônico também o responsável pela menor avaliação em sentido de urdume, juntamente com a microemulsão.

O amaciante não-iônico apresentou resultados similares para ambos os sentidos.

O tecido contendo liocel e algodão apresentou gramatura de 272g/m², sendo considerado médio. Todas as amostras apresentaram resistência muito acima da tolerância, devido, principalmente, à característica das fibras de liocel de ganhar resistência quando tratadas em banho.

Tabela 10: Média de resultados de teste de resistência à tração por método de tira em tecido 54% liocel e 46% algodão

Identificação	Média de resultados teste de resistência – tira	
	Tecido 54% Liocel e 46% Algodão	
	URDUME	TRAMA
C0	1023,80	779,60
C1	1272,51	656,46
C2	1236,06	761,44
C3	1235,16	714,80
C4	1284,99	719,33

Fonte: Autor

Os corpos de prova sem aplicação apresentaram o menor nível de resistência entre as amostras em seu urdume, mas a maior resistência na trama, o que nos faz pensar que a trama possui mais fibras de algodão do que o urdume.

O tratamento com amaciante catiônico exibiu o pior dentre os resultados no sentido de trama, mas o segundo melhor em questão de urdume.

Microemulsão e amaciante não-iônico apresentaram níveis intermediários de resistência (considerando as notas apresentadas).

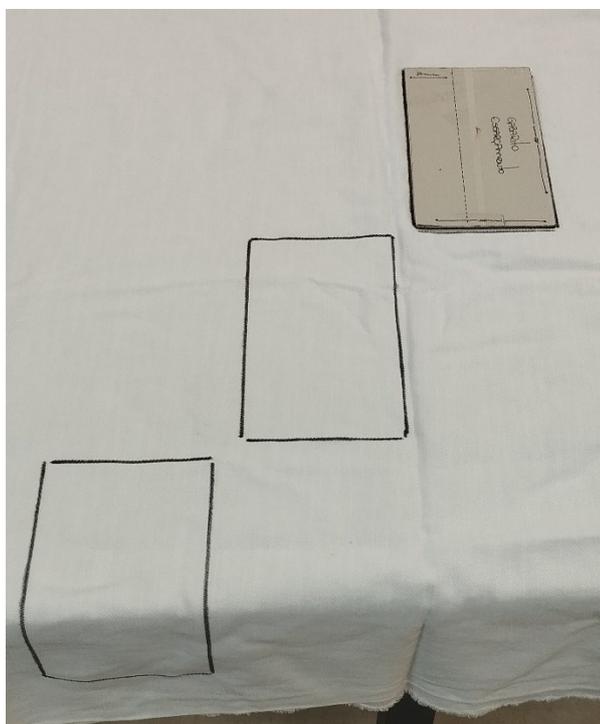
O melhor resultado para urdume e, conseqüentemente, para a fibra de liocel, foi expresso pela macroemulsão.

4.3 Resistência ao esgarçamento

O ensaio de determinação do esgarçamento em uma costura padrão seguindo a norma ABNT NBR 9925 é realizado em dinamômetro com dois pares de mordentes, tendo os da frente largura de 25 mm e os de trás uma largura mínima de 50 mm.

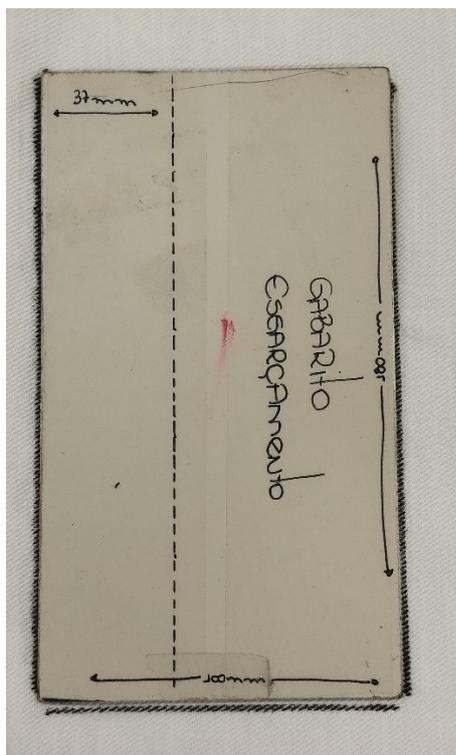
Deve haver cinco corpos de prova por sentido do tecido com dimensões de 100 mm x 180 mm (figura 21). Afastado 37 mm da lateral da amostra, é traçada uma linha no sentido do comprimento, para orientar a fixação do corpo de prova na garra, como podemos observar na figura 22.

Figura 21: Marcação de corpo de prova de esgarçamento no tecido



Fonte: Autor

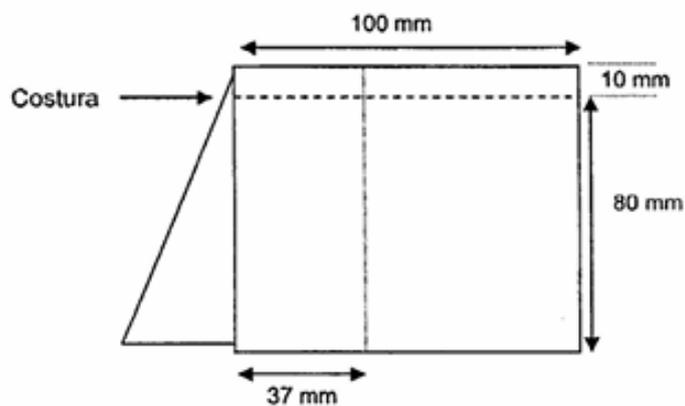
Figura 22: Gabarito de teste de esgarçamento



Fonte: Autor

O corpo de prova é então dobrado ao meio no sentido do comprimento e costurado paralelamente à 10 mm da dobra conforme exemplifica a figura a seguir:

Figura 23: Corpo de prova costurado



Fonte: Procedimento de ensaio: teste de resistência à tração de tecidos planos e não tecidos (método da tira desfiada ou cortada) - Laboratório Têxtil Fatec Americana

O tipo de costura de cada amostra é determinado pela gramatura do tecido que a compõe, e classificada em grupos A, B, C e D:

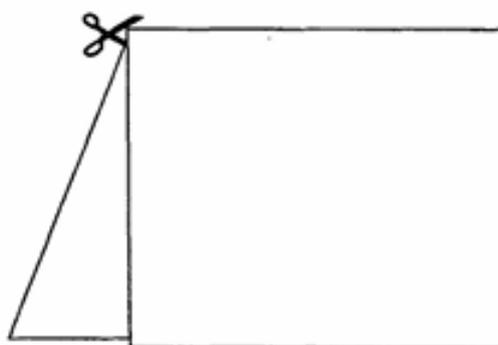
Tabela 11: Tipos de costura para ensaio

Tipos de tecido	A	B	C	D
Gramatura (g/m ²) ABNT NBR 10591	Até 100	Acima de 100 até 150	Acima de 150 até 300	Acima de 300
Diâmetro do corpo da agulha	De 0,60 a 0,70 (agulha 60 a 70)	0,65 a 0,75 (agulha 65 a 75)	0,75 a 0,90 (agulha 75 a 90)	0,90 a 1,10 (agulha 90 a 110)
Pontos/cm	5	5	4	4
Linha de costura título aproximado (Tex)	27	27	40	Acima de 60
Força de tração (daN)	4	8	12	18

Fonte: Procedimento de ensaio: teste de resistência à tração de tecidos planos e não tecidos (método da tira desfiada ou cortada) - Laboratório Têxtil Fatec Americana

Após a costura, a amostra deve ser cortada na dobra, conforme a figura 23:

Figura 24: Sentido de corte do corpo de prova de esgarçamento após costura



Fonte: Procedimento de ensaio: teste de resistência à tração de tecidos planos e não tecidos (método da tira desfiada ou cortada) - Laboratório Têxtil Fatec Americana

O corpo de prova deve ser fixado nas garras (ou mordentes) do dinamômetro de modo que se veja os pontos de sua costura, alinhando-se com a linha traçada (figura 25). A distância entre garras deve ser de 75 mm.

Realiza-se o teste no dinamômetro até que a força de tração atinja a força ideal estabelecida pelo tipo de tecido conforme mostrado na figura 15. Assim que cessar o teste, mede-se o esgarçamento ocorrido na amostra.

Figura 25: Corpo de prova de esgarçamento fixado



Fonte: Autor

Os resultados do teste de esgarçamento da costura também possuem uma tolerância definida pela norma ABNT NBR 14634, de até 6mm para todos os tipos de tecido.

Nenhum dos testes realizados ultrapassou este limite, porém, houve algumas variações a depender da aplicação.

Tabela 12: Resultados de teste de esgarçamento de costura padrão de tecido 100% algodão

Identificação	Resultados de Esgarçamento de costura	
	Tecido 100% Algodão	
	URDUME	TRAMA
A0	3,0 mm	3,0 mm
A1	3,8 mm	3,0 mm
A2	3,4 mm	3,2 mm
A3	3,0 mm	3,0 mm
A4	3,2 mm	3,0 mm

Fonte: Autor

Para o tecido “A”, houve piora significativa do esgarçamento no sentido de urdume em amostras tratadas com amaciante catiônico, mas sua trama manteve-se com nível padrão de esgarçamento definido pela amostra sem aplicação.

Em geral, as avaliações de esgarçamento em sentido de urdume foram piores do que as do sentido de trama, com exceção do amaciante não-iônico, que demonstrou nível padrão. A única aplicação com alguma piora nos resultados de trama foi a microemulsão, que também apresentou o segundo pior resultado em sentido de urdume.

Para os corpos de prova aplicados com macroemulsão, exibiram pouco esgarçamento.

É possível observar, portanto, que a aplicação com melhores resultados é a de amaciante não-iônico, já que não demonstrou qualquer alteração; e que o pior tipo de amaciante para o esgarçamento do tecido 100% algodão é a microemulsão, pois apesar de não ser o pior resultado no sentido de urdume, é o único com variação nos dois sentidos do tecido.

Diferente do esperado, por sua natureza leve e macia, a viscose demonstrou melhor resultados do que o tecido de algodão, porém houveram variações significativas.

Tabela 13: Resultados de teste de esgarçamento de costura padrão de tecido 100% viscose

Identificação	Resultados de Esgarçamento de costura	
	Tecido 100% Viscose	
	URDUME	TRAMA
B0	2,0 mm	1,0 mm
B1	2,0 mm	2,0 mm
B2	2,0 mm	1,0 mm
B3	1,6 mm	2,0 mm
B4	2,0 mm	1,0 mm

Fonte: Autor

Urdume manteve-se constante em seu esgarçamento padrão em quase todas as aplicações, exceto a de amaciante não-iônico, que também foi uma das únicas duas aplicações com variação na trama. Contudo, ao contrário do sentido de trama, que exibiu piora de 1,0 mm em seu esgarçamento, o amaciante não-iônico melhorou o esgarçamento do urdume em 0,4 mm.

O segundo tratamento com amaciante que destacou piora no esgarçamento da trama é o catiônico, podendo ser considerado inferior em relação aos outros amaciantes quando se trata do esgarçamento de tecido de viscose.

O objeto de pesquisa que mais apresentou variações em teste de esgarçamento é o tecido contendo algodão e liocel, onde apenas a macroemulsão manteve o padrão definido pela amostra sem aplicação de amaciante.

Tabela 14: Resultados de teste de esgarçamento de costura padrão de tecido 54% liocel e 46% algodão

Identificação	Resultados de Esgarçamento de costura	
	Tecido 54% Liocel e 46% Algodão	
	URDUME	TRAMA
C0	2,0 mm	1,0 mm
C1	3,4 mm	2,4 mm
C2	2,6 mm	1,6 mm
C3	2,6 mm	1,4 mm
C4	2,0 mm	1,0 mm

Fonte: Autor

Amaciante não-iônico e microemulsão de silicone apresentaram pouca diferença em relação ao padrão, 0,6 mm em seu máximo, discordância que pode ser considerada aceitável; o amaciante catiônico, porém demonstrou piora de 1,4 mm em ambos os sentidos, sendo também para o liocel, a pior opção quando se trata de esgarçamento.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho atingiu o objetivo de identificar diferenças em avaliações de tecidos em razão de aplicação de amaciantes por meio de testes de qualidade tais como *pilling*, resistência à tração e resistência ao esgarçamento. Os resultados obtidos foram capazes de qualificar as aplicações, mas não de quantificar nível de maciez proporcionado por elas.

Os resultados obtidos a partir dos ensaios revelaram um panorama multifacetado e dependente da interação entre o tipo de amaciante e a composição do tecido, bem como a qualidade de suas fibras.

No que tange ao *pilling*, observou-se que, para o tecido 100% algodão, o amaciante catiônico demonstrou o melhor desempenho, enquanto a microemulsão de silicone apresentou o pior. Já para a viscose, a macroemulsão se destacou positivamente, contrastando com o amaciante não-iônico. O tecido de liocel e algodão, naturalmente propenso ao *pilling*, também se beneficiou mais da macroemulsão, com a microemulsão novamente exibindo os resultados menos favoráveis.

Tratando-se de resistência à tração, nenhum dos valores atribuídos ao tecido de algodão ficaram abaixo da tolerância, porém, a aplicação de amaciantes demonstrou diminuir sua resistência. O amaciante catiônico apresentou o melhor resultado no urdume, enquanto a microemulsão sobressai em sentido de trama, restando os piores resultados a serem atribuídos ao amaciante não-iônico em sentido de urdume e à macroemulsão para a trama. O tecido de viscose já sem aplicação apresentava resistência que beira o limite de tolerância da norma, o que pode se tratar de problema na qualidade geral da construção do tecido. Isso, juntamente com a característica da fibra em perder resistência após o banho, fez com que todos os resultados de aplicação de amaciante perdessem qualidade e se apresentassem abaixo da tolerância.

Já o tecido com mistura de fibras de liocel e algodão apresentou aumento de resistência após as aplicações em direção de urdume, mas em questão de trama, a amostra sem aplicação se demonstrou mais resistente. Como uma das principais características da fibra de liocel é o ganho de resistência em meio úmido, podemos concluir que as fibras de liocel estão localizadas no sentido de urdume do tecido. macro e microemulsão foram as aplicações de resultado mais positivo em urdume e trama, respectivamente; amaciante de caráter não-iônico e catiônico se comportaram negativamente.

A apuração dos resultados de esgarçamento para o tecido “A” surpreendeu por atribuir os maiores níveis de esgarçamento entre todos os objetos de estudo; pois em comparação às outras fibras escolhidas, geralmente não há tanta abertura da costura. As únicas amostras que resultaram em média favorável foram as tratadas em amaciante não-iônico, que continuaram com avaliação igual ao tecido sem tratamento. Os testes realizados em tecido de viscose obtiveram resultados mais estáveis e próximos aos de amostras sem amaciantes e, embora o amaciante catiônico tenha se mostrado menos eficaz, houve melhora no esgarçamento das amostras tratadas com o tipo não-iônico. Em questão do tecido de liocel e algodão, seus resultados apresentaram as maiores variações em comparação às amostras sem tratamento dentre todos os tecidos estudados, sendo a pior avaliação atribuída ao amaciante catiônico.

O que se pode perceber no aspecto geral é que, em tecido de algodão, o amaciante catiônico costuma apresentar melhores resultados nos testes de qualidade, enquanto para liocel, não demonstrou ser uma boa opção. A macroemulsão de silicone expressou relativa qualidade quando aplicada em tecido de liocel, mas não teve grande relevância para o algodão. Os resultados em tecido de viscose apresentaram grande variação, sendo impossível observar qualquer aplicação que se destacasse tanto positiva quanto negativamente; sendo necessário futuramente, para a apurar qual amaciante se adequa mais às suas fibras, testes aprofundados com tecidos de origens e lotes diferentes.

Este estudo fornece apenas uma base inicial para definir parâmetros de maciez na indústria; que hoje só pode ser medida com base no toque, critério subjetivo; e viabiliza estudos adjacentes que explorem a correlação entre os testes físicos e a percepção sensorial, o efeito dos amaciantes a longo prazo e após múltiplas lavagens, a possibilidade de definir níveis de maciez se baseando em testes físicos e o resultado dessas aplicações e interações químicas em tecidos com misturas de fibras, por exemplo. O aprofundamento em estudos com amaciantes representaria o interesse do mercado têxtil em selecionar produtos que contribuíssem com a durabilidade das peças além de proporcionar o melhor conforto possível aos seus clientes.

REFERÊNCIAS

ARRHENIUS, S. **Über die Dissociation der in Wasser gelösten Stoffe. Zeitschrift für physikalische Chemie**, 1887. vol. 1, p. 631-648.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10591**: Materiais têxteis: Determinação da gramatura de superfícies têxteis. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14634**: Denim: Requisitos E Métodos De Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9925**: Tecido plano – Determinação do esgarçamento em uma costura-padrão. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 13934-1**: Têxteis – propriedades de tração de tecidos Parte 1: Determinação da força máxima e alongamento à força máxima utilizando o método de tira. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ATKINS, P. **Química física**. 10. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2018.

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Chemical principles: the quest for insight**. New York: W.H. Freeman, 2010.

BALCI, O.; KINOGLU, G. Ö.; BESEN, B. S. Silicone oil-based softeners including different additives – part I. **International Journal of Clothing Science and Technology**, v. 31, n. 1, p. 130–144, 4 mar. 2019.

BALCI, O.; KINOGLU, G. Ö.; SANCAR BESEN, B. Silicone oil-based softeners including different additives. **International Journal of Clothing Science and Technology**, v. 31, n. 1, p. 16–31, 4 mar. 2019.

BARD, A. J. **Electrochemistry**. 2. ed. Nova York: Marcel Dekker, 2015.

Basics of textile technology. [s.l: s.n.]. Acesso em: 24 maio. 2025.

BEŞEN, B. **Investigation of effects of the silicone emulsions having different particle sizes on knitted fabrics depending on the type of yarn** Article in **International Journal of Clothing Science and Technology**. [s.l: s.n.]. Acesso em: 25 maio. 2025.

BEŞEN, B. The Effect of Applying of Micro/Macro Silicone Softeners Having Different Mixing Ratios on the Fabric Performance. **Tekstil ve Muhendis**, v. 26, n. 116, dez. 2019.

BEŞEN, B.; EREN, L. Article in The Journal of The Textile Institute. **The Journal of the Textile Institute**, v. 115, n. 04, 2024.

CELIK, N. et al. **Effect of nano-silicone softener on abrasion and pilling resistance and color fastness of knitted fabrics** **Research Gate**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/286889258_Effect_of_nano-silicone_softener_on_abrasion_and_pilling_resistance_and_color_fastness_of_knitted_fabrics?enrichId=rgreq-5167c2d08df20e908cba5e7d49a07c8d-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4Njg4OTI1ODtBUzozMTc5MDQ5NjMyMTEyNjZAMTQ1MjgwNTg1NzI1Mw%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf>. Acesso em: 24 maio. 2025.

CHOUDHURY, A. K. R. et al. Comparison of performances of macro, micro and nano silicone softeners. **Journal of the Textile Institute**, v. 103, n. 9, p. 1012–1023, set. 2012.

DALTIN, D. **Tensoativos: Química, propriedades e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2011.

DE CASTRO, N. V.; FERREIRA, G. A.; LOH, W. Processing effects on bilayer structures formation and rheological behavior of softeners using cationic di(hydrogenated tallow) dimethylammonium chloride aqueous dispersions. **Journal of Surfactants and Detergents**, v. 27, n. 6, p. 927–936, 15 abr. 2024.

FAHMY, H.; AMR, A. Synthesis of castor oil/PEG as textile softener. **Research Square**, 29 maio 2023.

FEITOSA CORDEIRO DE SOUZA, L. **AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE ALQUIL**

BENZENO LINEAR SULFONADO (LAS) EM REATORES ANAERÓBIOS EM ESCALA DE BANCADA. Departamento de Engenharia Civil da UFPE: [s.n.].

FRANZOL, A.; REZENDE, M. C. Estabilidade de emulsões: um estudo de caso envolvendo emulsionantes aniônico, catiônico e não-iônico. **Polímeros**, v. 25, n. spe, p. 1–9, dez. 2015.

GOGOI, R. et al. Fabric softeners: an Overview. **Man-made Textiles in India**, jul. 2009.

HANS-KARL ROUETTE; LINDNER, A.; SCHWAGER, B. **Encyclopedia of textile finishing**. Berlin; New York: Springer, 2001.

HOSSAIN, M.; SIDDIKA, A.; ISLAM, T. INVESTIGATION OF DIFFERENT CATIONIC SOFTENER EFFECTS ON SHADE APPEARANCE, COLOUR FASTNESS AND HAND FEEL PROPERTIES OF 100% COTTON CIRCULAR WEFT KNITTED SINGLE JERSEY FABRIC. **Journal of Engineering Science**, v. 10, n. 1, p. 85–92, 2019.

HUSEINI, S.; PATANWALA; DORUGADE, V. **Síntese e aplicação de amaciantes catiônicos**. [s.l: s.n.]. Acesso em: 25 maio. 2025.

INTERNATIONAL STANDARD. **ISO 12945-2:200**: Têxteis – determinação da tendência do tecido à pilosidade superficial e ao *pilling* – Parte 2: Método *Martindale* modificado. Genebra: ISO, 2000.

JANKOWSKI, C. M. et al. Residential Water Softeners Release Carbon, Consume Chlorine, and Require Remediation after Hydrocarbon Contamination. **Environmental Science & Technology**, v. 57, n. 23, p. 8750–8759, 31 maio 2023.

JATOI, A. W. et al. Effect of Silicone Nano, Nano/Micro and Nano/Macro-Emulsion Softeners on Color Yield and Physical Characteristics of Dyed Cotton Fabric. **Journal of Surfactants and Detergents**, v. 18, n. 2, p. 205–211, 4 dez. 2014.

KINGA, A.; MIRELLA, C.; BARBARA, N.-I. Detection of Carbonates in Water Softeners. **Journal of Education**, v. 10, n. 6, 2020.

KOURNIATIS, L. R. et al. Nanoemulsões óleo de laranja/água preparadas em homogeneizador de alta pressão. **Química Nova**, v. 33, n. 2, p. 295–300, 2010.

LIMA DE CASTRO, R. M. **EMULSÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**. João Pessoa: [s.n.]. Acesso em: 24 Maio. 2025.

LINUS PAULING. **The Nature of the Chemical Bond**. 3. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1960.

MAGALHÃES, L. **Íon, Cátion e Ânion**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/ion-cation-e-anion/>>. Acesso em: 24 maio. 2025.

MARQUES RANGEL, W. **Introdução Ao Acabamento Têxtil**. Florianópolis: Revista PQANP, out. 2021. Acesso em: 25 maio. 2025.

MARTÍN CABELLOS VILLALOBOS, E. **Formação de Emulsão no Escoamento Bifásico de Óleo e Água através de Orifícios**. [s.l: s.n.]. Acesso em: 24 maio. 2025.

MISHRA, S.; TYAGI, V. K. Ester Quats: The Novel Class of Cationic Fabric Softeners. **Journal of Oleo Science**, v. 56, n. 6, p. 269–276, 1 jan. 2007.

PARVINZADEH, M.; HAJIRAISSI, R. Macro- and Microemulsion Silicone Softeners on Polyester Fibers: Evaluation of Different Physical Properties. **Journal of Surfactants and Detergents**, v. 11, n. 4, p. 269–273, 14 ago. 2008.

PERIYASAMY, A.; KHANUM, R. **Effect of Fibrillation on Pilling Tendency of Lyocell Fiber**. [s.l: s.n.]. Acesso em: 24 maio. 2025.

PUKALE, D. D. et al. Development of Nanoemulsion of Silicone Oil and Pine Oil Using Binary Surfactant System for Textile Finishing. **Journal of Surfactants and Detergents**, v. 20, n. 5, p. 1061–1073, 8 jun. 2017.

SALAGER, J.-L. **Surfactants - Types and Uses**. 2. ed. Venezuela: Universidad De Los Andes, 2002.

SHABBIR PATANWALA, H.; DORUGADE, V. A. **Synthesis and application of cationic softeners**. [s.l: s.n.]. Acesso em: 25 maio. 2025.

SISODIA, N.; PARMAR, M. S.; JAIN, S. Effect of Softeners on Smoothness Behavior of Cotton Fabrics. **AATCC Journal of Research**, v. 7, n. 3, p. 14–19, maio 2020.

SMITH, J. G. **Organic Chemistry**. 4. ed. Nova York: McGraw-Hill Education, 2017.

SOUZA PRESTES GARCIA, P. et al. Aplicabilidade dos tensoativos em produtos cosméticos. In: **Saberes e Inovação: Perspectivas Multidisciplinares**. Rio de Janeiro: Editora Eptaya, 2024. p. 51–62.

VOIGT, C. **Princípios de Química**. Paraná: Atena Editora, 2019. Acesso em: 25 maio. 2025.

XAVIER, L. **Íons, Cátions e Ânions: o que são e como agem?** Disponível em: <<https://www.unifebe.edu.br/site/blog/ions-cations-e-nions-o-que-sao-e-como-agem/>>. Acesso em: 24 maio. 2025.

YASHOVARDHAN, I.; DESHPANDE, R. H. **Effect of fabric softeners on flammability of cotton fabrics**. [s.l: s.n.]. Acesso em: 24 maio. 2025.