

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA TÊXTIL
ENGENHARIA TÊXTIL**

ISABELLE BALESTRA RODRIGUES

**ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA DE LINHAS DE COSTURA 100%
POLIÉSTER: FIO FIADO E *CORE SPUN* UTILIZADAS NO PROCESSO DE
MONTAGEM DE ARTIGOS CONFECCIONADOS EM TAFETÁ DE GRAMATURA
LEVE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**APUCARANA
2020**

ISABELLE BALESTRA RODRIGUES

**ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA DE LINHAS DE COSTURA 100%
POLIÉSTER: FIO FIADO E *CORE SPUN* UTILIZADAS NO PROCESSO DE
MONTAGEM DE ARTIGOS CONFECCIONADOS EM TAFETÁ DE GRAMATURA
LEVE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação de Engenharia Têxtil, para a obtenção do grau em Bacharel em Engenharia Têxtil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Mellero Machado Cardoso

Coorientador: Prof. Dr. Flávio Avanci de Souza

APUCARANA

2020



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Apucarana
COENT – Coordenação do curso superior em Engenharia Têxtil



TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA DE LINHAS DE COSTURA 100% POLIÉSTER: FIO FIADO E *CORE SPUN* UTILIZADAS NO PROCESSO DE MONTAGEM DE ARTIGOS CONFECCIONADOS EM TAFETÁ DE GRAMATURA LEVE

Por

ISABELLE BALESTRA RODRIGUES

Monografia apresentada às 10 horas do dia 10 de novembro de 2020, como requisito parcial, para conclusão do Curso de Engenharia Têxtil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Apucarana. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelas professoras abaixo assinadas. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado **APROVADA**.

PROFESSOR(A) PATRÍCIA MELLERO MACHADO CARDOSO – ORIENTADORA

PROFESSOR (A) FABIA REGINA GOMES RIBEIRO – EXAMINADOR(A)

PROFESSOR(A) ISABEL CRISTINA MORETTI – EXAMINADOR(A)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

À minha mãe Terezinha, meu pai Abelino e meu irmão Vinicius por estarem ao meu lado, pelo apoio, amor, carinho e paciência. Este trabalho é a prova de que os esforços deles pela minha educação não foram em vão e valeram a pena.

À minha tia Nilce (*in memoriam*), que mesmo não estando entre nós, sempre se fez presente em meus pensamentos, dando força para continuar.

Às minhas amigas e amigos por estarem ao meu lado e por torcerem por mim. Sem vocês esta caminhada seria bem mais difícil.

À minha orientadora, Profa. Dra. Patrícia Meller Machado Cardoso, pelo seu trabalho, dedicação, paciência e por sempre estar presente para indicar a direção correta que o trabalho deveria tomar. Obrigada por me manter motivada durante todo o processo.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Flávio Avanci de Souza, pelos seus ensinamentos, correções e pelas valiosas contribuições. Sua ajuda foi fundamental para a realização desse trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Profa. Dra Fabia Regina Gomes Ribeiro e Profa. Dra. Isabel Cristina Moretti, pela disponibilidade de participar e pelas contribuições para este trabalho.

À empresa COCAMAR e seus funcionários, por disponibilizarem seu equipamento para a realização dos ensaios.

À empresa Brandeli & Oliveira e sua diretora Luciana Oliveira Brandeli, pela contribuição para a realização desse trabalho.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Apucarana pela bolsa de apoio à execução de trabalhos de conclusão de cursos – TCC do Edital 2/2019 - PROGRAD/PROREC.

Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

“A linha que se borda sonhos, é a mesma que costura a vida.”

(Edna Frigato)

RODRIGUES, Isabelle Balestra. **ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA DE LINHAS DE COSTURA 100% POLIÉSTER: FIO FIADO E CORE SPUN UTILIZADAS NO PROCESSO DE MONTAGEM DE ARTIGOS CONFECCIONADOS EM TAFETÁ DE GRAMATURA LEVE**. 2020. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Têxtil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2020.

RESUMO

O conhecimento das propriedades e comportamento das linhas de costura é fundamental para garantir a qualidade do processo de costura e do produto final. A costurabilidade da linha de costura é um termo utilizado para descrever o seu desempenho durante e após o processo produtivo da costura. Este trabalho teve objetivo analisar comparativamente as propriedades de desempenho das linhas de costura: fio fiado 100% poliéster e *core spun* 100% poliéster, relacionadas com a resistência à tração e alongamento à ruptura, pós costura em tecido plano - tafetá de gramatura leve. Foram utilizados métodos de costura industrial para união de tecidos com a classe de costura SS, bem como regulagens na máquina de ponto preso – tipo 301 para obtenção de velocidade de 3000 rpm, comprimento do ponto em 3,5 mm e a colocação de agulha DPx5 Nm 70 R e Nm 90 R. Uma técnica de desmanche da costura foi utilizada para obter as amostras de linhas, afim de medir o desempenho de suas propriedades baseadas na norma ABNT NBR 13375:1995. Os resultados obtidos demonstraram que as linhas após o processo de costura apresentaram uma perda de resistência à tração, sendo caracterizada pela perda de tenacidade. Constatou-se que os diferentes tamanhos de agulhas utilizados para costura, interferem no resultado da resistência da linha de costura fio fiado. Entretanto, independente do tamanho de agulha utilizado no processo de costura, conclui que a perda de tenacidade das linhas de costura investigadas está vinculada a estrutura da linha de costura.

Palavras-chave: Costurabilidade. Máquina de ponto preso – tipo 301. Linha de costura *core spun*. Linha de costura fio fiado. Resistência à tração e alongamento à ruptura. Tenacidade.

RODRIGUES, Isabelle Balestra. **COMPARATIVE STUDY OF THE RESISTANCE OF SEWING THREADS 100% POLYESTER: SPUN THREAD AND CORE SPUN USED IN THE ASSEMBLY PROCESS OF ARTICLES LIGHT WEIGHT TAFFETA**. 2020. 53 f. Course Completion Work (Bachelor of Textile Engineering) - Federal Technological University of Paraná, Apucarana, 2020.

ABSTRACT

The knowledge of the properties and behavior of sewing threads is fundamental to ensuring the quality of the sewing process and final product. The sewability of the sewing thread is a term used to describe its performance during and after the sewing productive process. This work aimed to analyze and compare the performance properties of the sewing threads: spun thread 100% polyester and core spun 100% polyester, related to the tensile strength and elongation at break, post sewing in plain fabric – light weight taffeta. Industrial sewing methods were used to join fabrics with the sewing class SS, as well as settings on the sewing machine - type 301 to obtain a speed of 3000 rpm, stitch length in 3,5 mm and the placement of a DPx5 needle Nm 70 R and Nm 90 R. A sewing disassembly technique was used to obtain the thread samples, in order to measure the performance of its properties based on the ABNT NBR 13375: 1995 standard. The results obtained demonstrated that the threads after the sewing process showed a loss of tensile strength, being characterized by tenacity loss. It was found that the different sizes of needles used to sew, interfere in the result of the resistance of the spun thread sewing thread. However, regardless of the type of needle used in the sewing process, it concludes that the loss of tenacity of the investigated sewing threads is linked to the structure of the sewing thread.

Keywords: Sewability. Lockstich machine – type 301. Core spun sewing thread. Spun thread sewing thread. Tensile strength and elongation at rupture. Tenacity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes do cabeçote da máquina de ponto preso	20
Figura 2 - Porta bobina e bobina da máquina de ponto preso	21
Figura 3 - Ponto tipo – 301	21
Figura 4 - Evolução da tensão na linha da agulha durante um ciclo da máquina.....	22
Figura 5 - Características físicas de uma agulha	23
Figura 6 - Direção da torção das linhas de costura	28
Figura 7 - Defeitos possíveis de serem detectados visualmente: (a) pontos falhos, (b) enrugamento da costura.	31
Figura 8 - Desenho e imagens por microscopia eletrônica de varredura das ligações fundamentais: (a) ligação tafetá, (b) ligação sarja e (c) ligação cetim.....	32
Figura 9 - Máquina de ponto preso – tipo 301 (PFAFF® Modelo 1183).....	35
Figura 10 - Dinamômetro USTER TENSORAPID 3	36
Figura 11 - Regulagem do tensor linha da agulha.....	38
Figura 12 - Amostras de tecido plano cortadas	39
Figura 13 - Etapas utilizadas para desfazer a costura	40
Figura 14 - Amostras de linhas pós costura armazenadas no cone	40
Figura 15 - Comparação da tenacidade das linhas antes da costura no módulo automático e no módulo manual	44
Figura 16 - Comparação da tenacidade das linhas antes da costura com o fabricante	45
Figura 17 - Comparação da tenacidade da linha fio fiado antes da costura e pós costura com a utilização das agulhas Nm 70 R e Nm 90 R	45
Figura 18 - Comparação da tenacidade da linha <i>core spun</i> antes da costura e pós costura com a utilização das agulhas Nm 70 R e Nm 90 R	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação entre os vários picos de tensão e os vários acontecimentos	22
Quadro 2 - Partes da agulha e sua função.....	24
Quadro 3 - Códigos para designar os tipos de ponta	25
Quadro 4 - Classificação baseada na construção da estrutura da linha de costura..	27
Quadro 5 - Desenho da construção da estrutura das linhas de costura.....	33
Quadro 6 - Descrição da quantidade de amostras para ensaios no dinamômetro	41
Quadro 7 - Valores obtidos nos ensaios de resistência à tração e alongamento à ruptura no dinamômetro	43
Quadro 8 - Valores obtidos de perda de tenacidade	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistemas de numerações das agulhas.....	25
Tabela 2 - Adequação entre linha e a agulha.....	26
Tabela 3 - Adequação entre linha e gramatura de tecido.....	26
Tabela 4 – Valores de tenacidade e alongamento à ruptura de cinco tipos de linhas de costura.....	29
Tabela 5 - Tipos de linhas de costura	33
Tabela 6 - Ficha técnica do tecido plano	34
Tabela 7 - Dados técnicos da máquina ponto preso PFFAF modelo 1183	35
Tabela 8 - Dados técnicos das agulhas seleccionadas para a costura.....	36
Tabela 9 - Número de amostras de acordo com a linha de costura e tamanho de agulha	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CO	Algodão
COCAMAR	Cooperativa Agroindustrial de Maringá
cm	Centímetro
cN	Centinewton
g	Gramma
gf	Gramma-força
g/m ²	Gramatura
min	Minuto
mm	Milímetro
N	Newton
NBR	Norma Brasileira
Nm	Número métrico
PES	Poliéster
ppm	Pontos por minuto
PUE	Elastano
rpm	Rotação por minuto
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	15
1.2	Objetivos	17
1.2.1	Objetivo geral.....	17
1.2.2	Objetivos específicos	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Costurabilidade	18
2.2	Máquina de ponto preso – tipo 301	19
2.2.1	Ciclo de formação do ponto – tipo 301	21
2.2.2	Acessório da máquina de ponto preso: agulha	23
2.3	Linhas de costura	26
2.3.1	Métodos de fabricação das linhas de costura	28
2.3.2	Propriedades das linhas de costura	29
2.3.3	Desempenho da costura x defeitos	30
2.4	Tecido plano	31
3	METODOLOGIA	33
3.1	Materiais têxteis	33
3.1.1	Máquinas e acessórios	34
3.1.2	Equipamento de aferição	36
3.2	Métodos	37
3.2.1	Preparo da máquina de ponto preso – tipo 301	37
3.2.2	Preparação das amostras para a costura	38
3.2.3	Preparação das amostras de linhas pós costura	39
3.2.4	Preparo do equipamento dinamômetro.....	41
3.2.5	Análise de resistência das linhas de costura	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43

5	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1 INTRODUÇÃO

A fabricação industrial de peças do vestuário sempre foi um dos processos críticos da cadeia têxtil em relação à garantia da qualidade. Garantir a configuração apropriada e operação de todas as máquinas e, portanto, a costura final de qualidade, é uma tarefa muito complexa (CARVALHO; ROCHA; MONTEIRO, 2009). Uma crescente exigência de qualidade dos produtos e a necessidade de aumentos na produtividade e eficiência do processo, levaram aos primeiros estudos realizados com o objetivo de analisar o processo de costura de uma forma mais científica e com isso, melhorar a costurabilidade (ROCHA, 1996).

A performance do vestuário é afetada pela qualidade dos tecidos utilizados em sua fabricação, bem como pelos fatores determinados pela tecnologia do processo de produção do vestuário (HAYES; MCLOUGHLIN, 2013). Ainda de acordo com Hayes e Mcloughlin (2013), há vários fatores que precisam ser levados em consideração quando os tecidos são costurados, esses incluem o tipo de ponto e a regulagem da máquina, o tamanho da agulha e tipo de ponta, as propriedades da linha de costura, propriedades do tecido, as classes de costuras utilizadas e habilidade do operador, sendo todos esses fatores igualmente importantes na produção de uma costura de qualidade.

De acordo com Mukhopadhyay e Midha (2013), é possível obter costuras mais fortes pelo equilíbrio apropriado do ponto, monitorando a proporção de consumo de agulha e linha da bobina. O entrelaçamento de duas linhas deve ser posicionado aproximadamente no meio do substrato têxtil, ajustando as tensões da linha da agulha e da linha da bobina. Tensões inadequadas podem causar vários problemas, como costuras enrugadas e quebra de linha, além de desequilibrar a costura.

Segundo Midha et al. (2009a), durante a costura em alta velocidade, a linha da agulha é submetida a repetidas tensões de tração a taxas muito altas. A linha também está sob influência de calor, flexão, pressão, torção e desgaste. Estas condições severas de trabalho em combinação com o calor gerado na agulha podem causar algumas falhas críticas e danos nas fibras ou na estrutura do fio, o que acabaria afetando o desempenho subsequente da linha de costura (SUNDARESAN; HARI; SALHOTRA, 1997). Embora o efeito da linha no desempenho da costura seja geralmente muito menos perceptível do que o do tecido, muitas situações ocorrem

onde o uso de uma linha de costura de melhor performance representa uma solução prática para um problema de desempenho da costura (GURARDA, 2008).

Nesse sentido, o presente trabalho terá como objetivo central analisar a resistência de dois tipos de linhas de costura: a fio fiado 100% poliéster (PES) e a *core spun* 100% PES, após as suas utilizações no processo de fabricação de um confeccionado. Para esta pesquisa, será utilizado possíveis métodos de costuras industriais convencionais, uma técnica para desfazer a costura, bem como a realização de ensaios, baseados na norma ABNT NBR 13375:1995 para aferição da resistência e alongamento das linhas de costura após o processo industrial.

Assim, com base nos dados coletados, obteve-se resultados para análise de comparação da performance das linhas de costura, a fim de descobrir o comportamento relacionado as propriedades das linhas em relação a resistência à tração e alongamento à ruptura quando submetidas ao processo de montagem da classe SS em artigos confeccionados em tafetá de gramatura leve.

1.1 Justificativa

O estudo das propriedades e desempenho das linhas é fundamental para garantir a qualidade do processo de costura e do artigo final. Uma propriedade fundamental nas linhas de costura é a resistência à tração, normalmente caracterizada pela sua tenacidade (FERREIRA, 2009).

O desempenho das linhas de costura é geralmente avaliado pelo teste da perda de resistência de linhas de costura após a costura (HARI; SALHOTRA; SUNDARESAN, 1994).

Vários pesquisadores observaram que existem cerca de 30% a 40% de redução percentual na resistência da linha após a costura e várias razões, incluindo danos estruturais, carga dinâmica e térmica, foram atribuídas (SUNDARESAN; HARI; SALHOTRA, 1997; SUNDARESAN; SALHOTRA; HARI, 1998; GERSAK; KNEZ, 1991; RUDOLF; GERSAK, 2006 ; LOJEN; GERSAK, 2005).

Segundo Ukponmwan, Mukhopadhyay e Chatterjee (2000), a escolha da linha depende da performance das linhas de costura disponíveis e do material que está sendo costurado. O mercado de linhas de costura se multiplicou devido a diversas demandas da indústria de confeccionados, ao crescente uso de diferentes fibras na indústria do vestuário e à expansão das aplicações de materiais têxteis em vários

campos. O advento de máquinas de costura de alta tecnologia e alta velocidade para todos os tipos de uso contribuiu muito para o desenvolvimento de novas linhas e processos.

Assim, para produzir uma grande variedade de pontos e costuras, uma ampla gama de linhas de costura foi desenvolvida (UKPONMWAN; MUKHOPADHYAY; CHATTERJEE, 2000).

Em um estudo de Midha, Mukhopadhyay e Kaur (2011) realizado com fios *core spun* de diferentes composições 100% PES e 50% CO/50% PES para costura em tecidos de fios finos e fios grossos com agulha Nm 70, a 4000 rpm e diversos comprimentos de ponto, concluíram que alguns parâmetros da costura como tipo de tecido e o comprimento do ponto tem um papel significativo na perda de resistência da linha de agulha, o que afeta a resistência da costura. Sendo, que o tipo de tecido tem uma grande contribuição (cerca de 60%) e o comprimento do ponto tem uma contribuição relativamente menor (cerca de 33%) na perda de resistência da linha da agulha do tipo *core spun*.

Baseando-se nos resultados da pesquisas de (SUNDARESAN; HARI; SALHOTRA, 1997; SUNDARESAN; SALHOTRA; HARI, 1998; GERSAK; KNEZ, 1991; RUDOLF; GERSAK, 2006; LOJEN; GERSAK, 2005) sobre a perda de resistência da linha de costura após sua interação com o tecido na máquina de ponto preso e levando-se em consideração as amplas possibilidades de combinações de uso de diversos tipos de linhas de costura que o mercado pode oferecer, justifico a temática de minha pesquisa sobre a análise da resistência da linha de costura. Considerando os resultados da pesquisa de Midha, Mukhopadhyay e Kaur (2011) sobre a perda de resistência da linha de costura *core spun* em tecidos finos, justifico a razão do uso de tecidos de fios finos e a linha de costura, *core spun* que farão parte dos parâmetros da costura, utilizados na pesquisa.

Entretanto, um outro tipo de linha de costura, como a linha fio fiado 100% PES da qual será utilizada para obter a completude do objetivo do trabalho, a comparação da resistência das linhas de costura, tendo como justificativa o uso deste material, pois é um dos fios mais utilizados, sendo mais forte que os fios de algodão de tamanho comparável, segundo informações do maior fabricante de linhas do mundo a Coats® corrente (COATS®, 2014).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Realizar uma análise comparativa da resistência à tração e alongamento à ruptura de distintas linhas de costura, com diferentes tipos de processo de fabricação: fio fiado e *core spun*, com composição fibrosa 100% PES, utilizadas no processo de montagem de artigos confeccionados em tafetá de gramatura leve, sob a influência dos parâmetros de regulagens da máquina de costura de ponto preso – tipo 301 corriqueiramente utilizados na indústria.

1.2.2 Objetivos específicos

Pretende-se atingir o objetivo geral por meio dos seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver as amostras das linhas de costura (fio fiado e *core spun*, ambas 100% PES), após a reprodução do processo de costura semelhante a montagem da classe de costura SS - utilizada para união de partes componentes de artigos confeccionados em tafetá de gramatura leve sob a combinação de diferentes parâmetros de regulagem da máquina de ponto preso;
- Realizar ensaios de resistência à tração e alongamento à ruptura das linhas de costura (fio fiado e *core spun*, ambas 100% PES) de acordo com a NBR 13375:1995;
- Analisar comparativamente os resultados de resistência à tração e alongamento à ruptura das linhas de costura (fio fiado e *core spun*, ambas 100% PES) pós costura com agulhas DPx5 Nm 70 R e Nm 90 R.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Costurabilidade

O termo costurabilidade vem da tradução de “*sewability*”, que pode ser definida como a aparência e comportamento que os artigos têxteis, tais como tecidos e linhas apresentam quando submetidos a uma operação de costura (ROCHA, 1996). Para Ondogan et al. (2010), o termo costurabilidade pode ser definido como a capacidade e a facilidade com que os componentes do tecido bidimensional podem ser costurados qualitativa e quantitativamente em peças tridimensional.

De acordo Mendes (2012), a costurabilidade expressa o comportamento de um artigo têxtil na sua operação de costura, por meio de um conjunto de parâmetros importantes, como as tensões da linha de agulha, da lançadeira inferior e superior, pressão do calcador, força de penetração da agulha, entre outros.

Em um amplo estudo de costurabilidade da camisaria brasileira com uso da linha core spun 100% poliéster Cardoso (2019), concluiu que a força de tensão da linha da agulha da máquina de ponto preso – tipo 301 é dependente das condições de costura adotadas no processo de montagem do confeccionado, do qual recomenda alguns parâmetros de regulagem da máquina de costura em velocidade de 2500 rpm, comprimento do ponto de aproximadamente 2,5 a 3,5 mm e tamanhos de agulha Nm 70 R e Nm 90 R foram recomendados para obtenção de valores menores da força de tensão na linha da agulha durante a formação do ponto.

Segundo Lopo et al. (2017), um teste de costurabilidade tem como objetivo, indicar como a costura se comporta em determinado artigo têxtil.

A aparência da costura é determinada em grande parte pelas características dos tecidos costurados. Embora o efeito da linha de costura na aparência da costura seja geralmente muito menor do que a do tecido, muitas situações ocorrem onde o uso de uma linha de costura melhor representa uma solução prática para um problema de aparência da costura (FAN; LEEUWNER, 1998). Ainda de acordo Fan e Leeuwner (1998), o que os fabricantes de roupas podem fazer para melhorar a qualidade das peças é utilizar linhas de costura melhores, máquinas aprimoradas, melhor design de roupas e um pessoal mais treinado. O uso de uma linha de costura melhor, parece ser a opção mais fácil e mais barata.

A seleção da linha de costura depende das propriedades dimensionais e mecânicas do tecido, do processo de costura e do uso final da peça. Da mesma forma, a qualidade e o desempenho de uma peça costurada dependem de vários fatores, como resistência da costura, deslizamento, franzimento, aspecto e ruptura dos fios. Todos esses fatores combinados contribuem para a costurabilidade do tecido, considerada um dos aspectos mais importantes da ciência do vestuário (BEHERA, 1997).

Segundo Pereira (2011), a linha que une os artigos têxteis tem grande importância para uma costura de boa qualidade, na qual as principais características para obter essa qualidade são: uniformidade da espessura, resistência à tração, resistência ao atrito, uniformidade na torção, bonderização, lubrificação e elasticidade.

Para Coats® (2014), “costurabilidade” da linha é um termo usado para descrever o desempenho de uma linha de costura. Uma linha com boa capacidade de costura tem diâmetro uniforme e um bom acabamento superficial. A uniformidade longitudinal da linha contribui para a resistência uniforme e o atrito reduzido, à medida que passa pelos mecanismos de formação de ponto, também minimiza as quebras de linha e os custos associados as máquinas, reparando pontos e produzindo produtos de qualidade superior.

2.2 Máquina de ponto preso – tipo 301

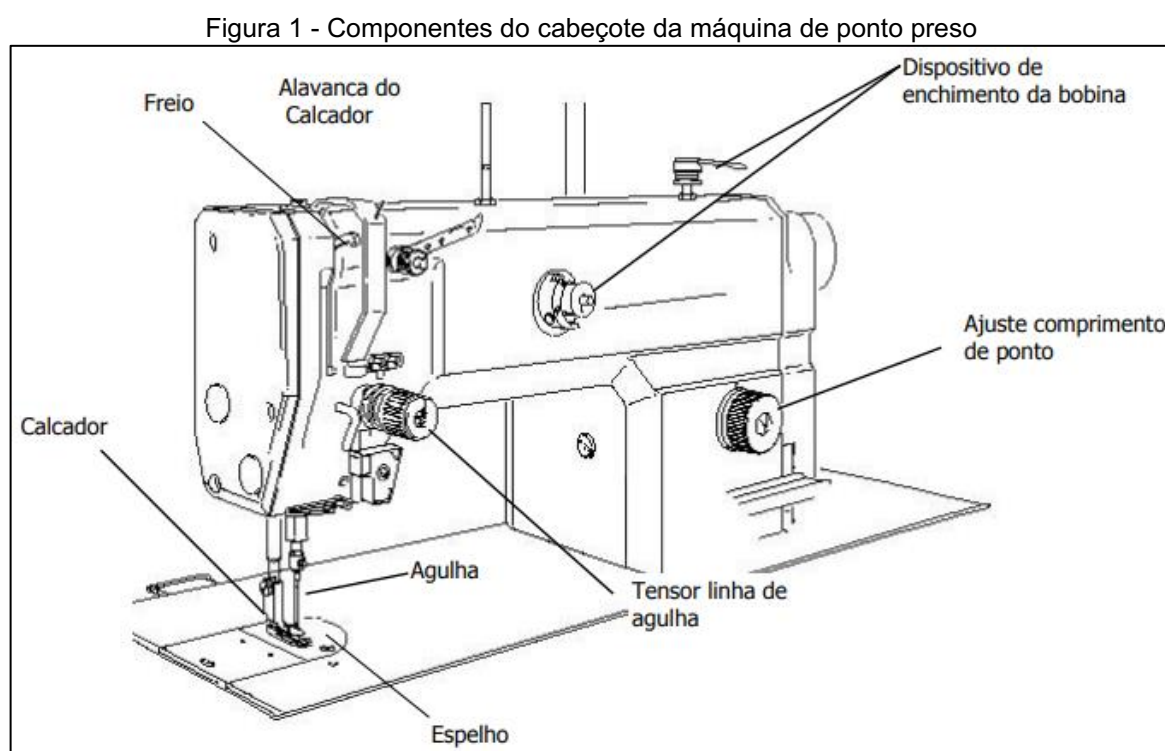
Todos os componentes de uma máquina industrial são projetados para a construção eficiente de uma roupa, visando economizar tempo e dinheiro (SALEH, 2015). A máquina de costura de ponto preso, também conhecida como máquina reta, pertence a classe 300, e produz o ponto tipo 301, formado por duas linhas de modo que o entrelaçamento entre as linhas fique situado no meio das superfícies dos materiais que estão sendo costurados (REIS, 2011).

De acordo com Araújo (1996), cerca de metade de todas as máquinas de costura industriais existentes produzem o ponto tipo 301, ponto mais popular existente na indústria de confecção, na qual as principais razões de tal popularidade são: o ponto é reversível, sendo igual dos dois lados, é o ponto mais apertado e por isso minimiza o aparecimento de costuras abertas, o consumo de linha é menor, tem o melhor toque, as máquinas são geralmente mais baratas e versáteis, podendo ser utilizadas numa grande variedade de operações.

Ferreira (2009), ressalta que a aplicação da máquina de ponto preso é muito variada e pode ser utilizada tanto a nível de roupa interior como em camisaria, bem como em outros tipos de aplicações.

Para Saleh (2015), o benefício da máquina de ponto preso é possuir o mesmo aspecto de costura nos dois lados do tecido. Outro fator relevante é que se trata de um ponto difícil de desmanchar e é mais resistente ao uso. Apresenta algumas desvantagens, como por exemplo, a linha da bobina acaba frequentemente, neste caso a operadora deve repor.

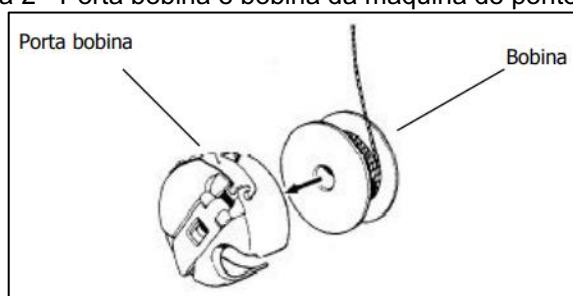
Senai (2014a), afirma que a máquina de ponto preso é composta de partes como cabeçote, mesa, pedal, joelheira, interruptor, volante, motor, polia do motor e porta fios. É uma máquina de base plana e seu cabeçote tem como principais componentes o freio, calcador, agulha, alavanca do calcador, ajuste do comprimento de ponto, espelho, tensor da linha da agulha (FERREIRA, 2009), conforme apresentados na Figura 1.



Fonte: Ferreira (2009).

Todas as máquinas que fazem o tipo de ponto 300 possuem bobina e o porta bobina (SALEH, 2015). A Figura 2, apresenta o porta bobina e a bobina da máquina de ponto preso.

Figura 2 - Porta bobina e bobina da máquina de ponto preso

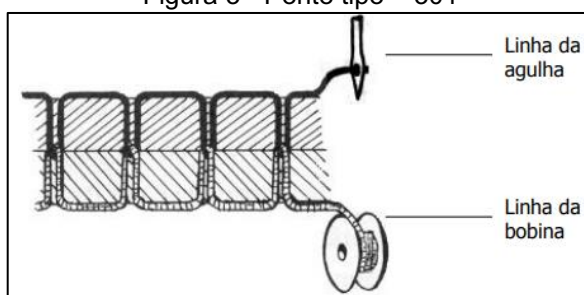


Fonte: Ferreira (2009).

2.2.1 Ciclo de formação do ponto – tipo 301

O ponto tipo – 301 de acordo com a ABNT NBR 13483:1995, pertence a classe 300, sendo formado por duas linhas: uma linha da agulha e uma linha da bobina. Uma laçada da linha da agulha deve passar através do material, pelo lado da agulha, e entrelaçada com a linha da bobina no outro lado. A linha da agulha deve ser puxada para cima, de maneira que o entrelaçamento fique na espessura do material em costura, como apresentado na Figura 3. Segundo Ferreira (2009), a relação entre o comprimento da linha da agulha e da linha da bobina que são consumidas na formação do ponto tipo - 301 é de 1:1 em uma costura equilibrada.

Figura 3 - Ponto tipo – 301

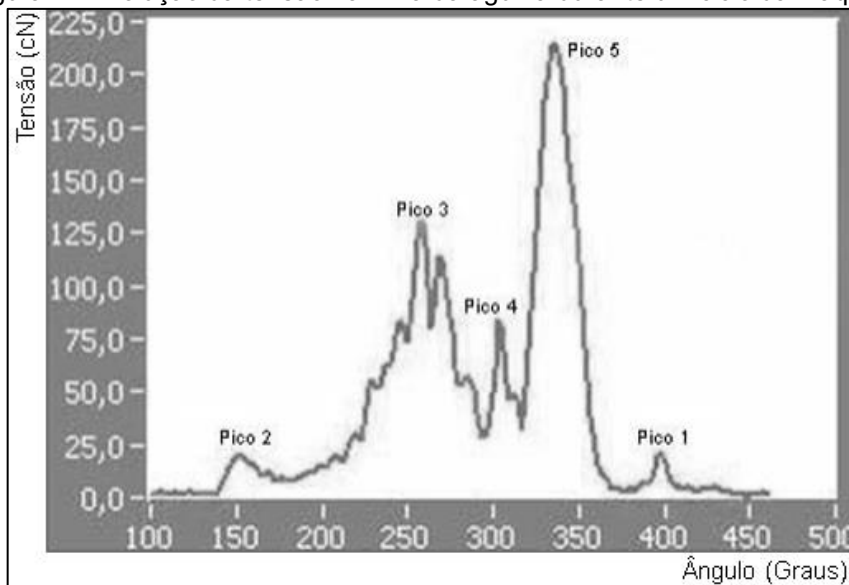


Fonte: Ferreira (2009).

Em relação as tensões das linhas da máquina, para alcançar uma costura com qualidade e resistência, é fundamental que as linhas estejam bem equilibradas, de modo que a amarração dos pontos se forme no centro do material de costura (SENAI, 2014b). De acordo com Stylios (2013), na formação do ponto preso, a linha da agulha precisa superar a tensão da linha da bobina, puxando a linha da bobina para fazer o ponto. Uma costura desequilibrada é comum quando as tensões da agulha ou da linha da bobina são excessivas e não iguais, manifestando-se no fato de o ponto não estar definido dentro e no ponto médio do corpo do conjunto do tecido.

A tensão das linhas da agulha e da bobina durante a formação do ponto representa um importante fator para a obtenção de uma costura equilibrada e aceitável (FERREIRA, 2009). A Figura 4, apresenta a variação da tensão na linha da agulha, durante um ciclo da formação do ponto da máquina de ponto preso e os respectivos picos de tensão.

Figura 4 - Evolução da tensão na linha da agulha durante um ciclo da máquina



Fonte: Adaptado de Ferreira (2009).

No Quadro 1, é feita uma correspondência entre os vários picos de tensão num determinado momento (graus) e a ocorrência nesse mesmo ponto. Essas situações foram definidas como sendo as mais significativas, pois são onde surgem os picos de tensão mais consideráveis, na qual o pico 5 que aparece por volta de 335°, ocorre a maior força de tensão na linha da agulha (FERREIRA, 2009).

Quadro 1 - Relação entre os vários picos de tensão e os vários acontecimentos

Pico	Graus	Ocorrência
1	40°	A agulha penetra no material.
2	150°	A agulha faz o movimento ascendente.
3	260°	O freio começa o movimento ascendente.
4	305°	O arrastador empurra o tecido.
5	335°	O freio está na sua posição mais elevada.

Fonte: Ferreira (2009).

Em outro estudo, a linha de costura é introduzida no tecido, tensionada pelo olho da agulha e comprimida entre esta e a superfície do tecido. Nesta região, a tensão de entrada da linha e as características friccionais da estrutura e da própria linha são

fatores determinantes da ruptura de linha. Quando a ponta da agulha atravessa as camadas de tecido, completando o seu percurso descendente, a linha fica instantaneamente estática, com uma ponta presa no ponto de costura anterior e outra no olho da agulha. Relacionam a ocorrência da tensão da linha com problemas de ruptura, devido ao impacto e abrasão da linha no olho da agulha. Este tipo de desgaste provoca uma redução de resistência mecânica da linha, podendo conduzir à sua ruptura durante a costura ou após a sua formação (CARDOSO, 2019 apud BRIAN; AITKEN, 1979).

2.2.2 Acessório da máquina de ponto preso: agulha

A agulha é uma peça cilíndrica que possui espessuras diferentes em sua extensão e é produzida a partir do aço temperado e cromado (SENAI, 2014a). Possibilita o trabalho e o resultado final oferecido pela máquina de costura, sendo algumas agulhas desenvolvidas com o intuito de assegurar que as máquinas atuem com uma performance mais elaborada (NOBREGA; OLIVEIRA, 2015).

As funções da agulha é produzir um buraco no material para a passagem da linha, levar a linha da agulha através do material e formar uma laçada que possa ser apanhada pela lançadeira ou mecanismo (FERREIRA, 2009). A Figura 5, apresenta as características físicas de uma agulha.

Figura 5 - Características físicas de uma agulha



Fonte: Nobrega e Oliveira (2015).

Determinadas partes da agulha exercem funções distintas ao longo do ato da costura, podendo ser descritas no Quadro 2.

Quadro 2 - Partes da agulha e sua função

Parte da agulha	Função
Base do cabo	Representa a extremidade superior que facilita a inserção da agulha na barra de agulha.
Cabo	É formado pela parte mais grossa da agulha. Normalmente fica localizado preso à abraçadeira ou ao parafuso. Serve como suporte para a agulha e proporciona resistência.
Junção cônica	Parte da agulha que fica localizada entre o cabo e a haste.
Haste (tronco)	A haste fica localizada entre o cabo e o olho da agulha. É uma parte sensível, que se mostra sujeita a atrito e aquecimento durante o processo de passagem do material que está sendo costurado.
Canaleta	Parte localizada unilateralmente na haste, proporcionando direcionamento da linha de cima durante o processo de formação da laçada. Serve também como canal de proteção para a linha durante o processo de atravessamento do material costurado.
Ranhura curta	Serve como auxiliar no movimento de formação da laçada da linha da agulha.
Olho	O olho da agulha fica localizado na parte inferior da haste. A linha de cima faz o movimento de passagem através dele e é levado para a parte de baixo do material.
Cava	É representada por um corte preciso na haste da agulha. Fica acima do olho e permite a passagem da lançadeira ou <i>looper</i> entre a linha e a agulha na formação da laçada.
Ponta	A ponta da agulha serve como meio de condução da linha no material que está sendo costurado.
Extremidade da ponta	Representa a extremidade total da agulha.

Fonte: Adaptado de Nobrega e Oliveira (2015).

A escolha dos sistemas de agulha é estabelecida em virtude de razões particulares, como a seleção e o uso de diferentes tipos de tecidos, diversos maquinários específicos e otimização da velocidade da máquina (NOBREGA; OLIVEIRA, 2015). Ainda para Nobrega e Oliveira (2015), existe três parâmetros para identificação de uma agulha de máquina de costura, sendo eles o sistema, a ponta e o tamanho.

Segundo Senai (2014b), há muitos fabricantes de agulhas no mercado, no entanto, os sistemas de numerações mais usuais são os da Singer® e a medida em número métrico (Nm). Pode-se observar os sistemas de numerações das agulhas, conforme a Tabela 1.







Tabela 1 - Sistemas de numerações das agulhas

Singer®	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19
Nm	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120

Fonte: Senai (2014b).

De acordo com Groz Beekert® ([201-]), a seleção da ponta da agulha correta é baseada na estrutura têxtil e afeta o resultado da costura de forma significativa. A ponta da agulha é classificada de duas maneiras, sendo elas a ponta redonda e ponta lança, contudo existem cerca de vinte diferentes pontas redondas disponíveis no mercado, porém as mais utilizadas são somente seis (NOBREGA; OLIVEIRA, 2015). O Quadro 3, apresenta alguns tipos de pontas das agulhas.

Quadro 3 - Códigos para designar os tipos de ponta

Código	Pontas, desenhos do corte e direção do enfiamento da linha	Descrição	Aplicação
RS/SPI		Ponta redonda fina	Tecidos planos leves, costuras finas, tecidos de trama fechada.
R		Ponta redonda média	Tecidos planos de gramatura mediana, mais recomendada para produção.
R/STU		Ponta redonda grossa	Tecidos planos mais pesados, tecidos traçados, lonas.
FFG/SES		Ponta bola fina	Tecidos de malha finos, malhas com elastano.
FG/SUK		Ponta bola média	Tecidos de malha de médio peso, mais utilizada para produção em geral.
G/SKF		Ponta bola grossa	Tecidos de malha pesados.

Fonte: Adaptado de Senai (2014a).

A composição e a estrutura do tecido irão definir o tipo de ponta da agulha e as linhas e fios mais indicados aos processos de costura, já a gramatura está relacionada com as dimensões da agulha (espessura) e a densidade de pontos por centímetro na costura regulada na máquina para cada tipo de tecido (PESSOA, 2015). A Tabela 2, apresenta a adequação entre linha e agulha.

Tabela 2 - Adequação entre linha e a agulha

Etiqueta da linha	Número da agulha	
	Singer	Nm
25	21 a 22	130 a 140
30	19 a 22	120 a 140
36	18 a 21	110 a 130
50	16 a 19	100 a 120
80	12 a 16	80 a 120
120	9 a 14	65 a 90

Fonte: Senai (2014b).

Segundo Senai (2014b), uma observação quanto à adequação da agulha em relação a espessura do tecido é das agulhas mais finas, que proporcionam menor atrito e não causam danos ao artigo têxtil. A Tabela 3, apresenta a adequação entre linha e tecido.

Tabela 3 - Adequação entre linha e gramatura de tecido

Tecido	Etiqueta da linha			
	Agulha	Looper	Bobina	Overloque
Pesado	25 a 36	36 a 50	36 a 50	80 a 120
Médio/Pesado	30 a 36	50 a 80	36 a 50	80 a 120
Médio	36 a 50	50 a 80	50 a 80	80 a 120
Leve/Médio	50 a 80	80 a 120	80	80 a 120
Leve	120	120	120	120

Fonte: Senai (2014b).

2.3 Linhas de costura

A linha de costura é um dos elementos mais importantes necessários para produzir uma costura resistente e durável, que confere à peça a estética necessária e o carimbo de qualidade produtos (UKPONMWAN; MUKHOPADHYAY;

CHATTERJEE, 2000). De acordo com Rocha (1996), as linhas de costura são elementos de ligação na união de peças e apesar de representarem muito menos de 1% da massa total de uma peça confeccionada, exercem um papel muito importante ao longo do processo de costura e na sua utilização posterior.

Segundo o fabricante de linhas de costura Coats® (2014), as linhas de costura são tipos especiais de fios projetados para passar rapidamente por uma máquina de costura. Eles formam pontos eficientes sem quebrar ou ficar distorcidos durante a vida útil do produto. A função básica de uma linha é fornecer estética e desempenho em pontos e costuras.

As linhas de costura podem ser classificadas de diferentes maneiras. Algumas classificações comuns são aquelas baseadas nas composições (naturais ou sintéticos), construção e acabamento (COATS®, 2014). O Quadro 4, apresenta a classificação baseada na construção da estrutura da linha de costura.

Quadro 4 - Classificação baseada na construção da estrutura da linha de costura

Desenho	Nome	Descrição
	Linha Fio Fiado	A linha de fio fiado é composta de fios fabricados com fibras descontínuas naturais ou manufaturadas (químicas). O poliéster fiado é um dos fios mais utilizados. É mais forte que fios de algodão de tamanho comparável e está disponível em uma ampla variedade de tamanhos e cores.
	Linha Core spun	A linha <i>core spun</i> é uma combinação de fibras e filamentos básicos. Possui construção de múltiplas camadas, sendo que cada uma delas consiste em um núcleo de filamento de poliéster com fibras de algodão ou poliéster recobrindo o núcleo.
	Linha Monofilamento	A linha de monofilamento é feita de uma única fibra contínua com uma espessura especificada. Embora o monofilamento seja forte, uniforme e de baixo custo, ele não possui flexibilidade, é rígido e áspero.
	Linha Multifilamento	A linha multifilamento é geralmente feita de nylon ou poliéster e é usada onde a alta resistência é um requisito primário. Consiste em dois ou mais filamentos contínuos torcidos juntos.
	Linha Filamento Texturizado	A linha de filamento texturizado geralmente é feita de poliéster e é usado principalmente como fio do <i>looper</i> para pontos de cobertura. Os filamentos de texturização dão ao fio mais cobertura e alta extensibilidade.

Fonte: Adaptado de Coats® (2014).

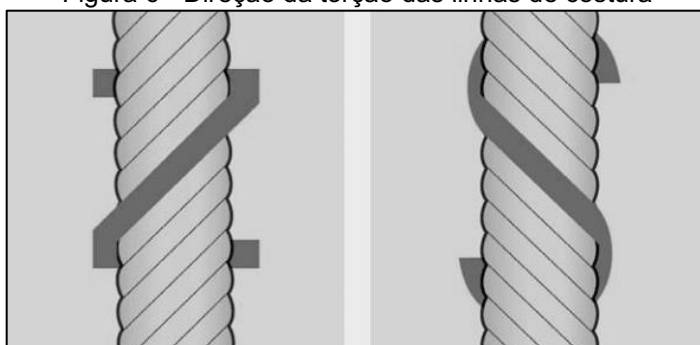
2.3.1 Métodos de fabricação das linhas de costura

Todas as linhas de costura convencionais são produzidas a partir da torção de dois ou mais cabos de fios singelos ou filamento de fibras naturais ou não naturais (ROCHA, 1996).

Os métodos de produção e materiais utilizados na linha de costura varia muito, para produzir um produto satisfatório, sendo que o fabricante de linha deve projetá-la de tal maneira que possua três propriedades básicas: costurabilidade, segurança da costura e correspondência de cores (UKPONMWAN; MUKHOPADHYAY; CHATTERJEE, 2000).

As linhas de costura convencionais iniciam seu ciclo de produção como fios simples. Estes fios básicos são produzidos por torcer fibras relativamente curtas ou filamentos contínuos finos. Alguns termos usados no contexto da construção da linha é a torção e a direção da torção. A torção é o número de voltas por unidade de comprimento necessário para manter as fibras/camadas unidas para dar ao fio/linha resistência e a flexibilidade necessária. A direção da torção é identificada como 'S' para torção esquerda e 'Z' para torção direita (COATS®, 2014), como pode ser observada na Figura 6.

Figura 6 - Direção da torção das linhas de costura



Fonte: Coats® (2014).

Ainda, as linhas de costura podem obter um acabamento para a melhora de suas propriedades. De acordo com Coats® (2014), o acabamento é realizado em uma linha de costura por dois propósitos, um deles é melhorar a costurabilidade, na qual alguns acabamentos envolvem aumento da resistência, resistência à abrasão e lubrificação da linha. Outro propósito é alcançar um requisito funcional específico em

que alguns acabamentos incluem acabamentos de ligação, antiderrapante, antifúngico, retardante de fogo, repelente à água e antiestático.

2.3.2 Propriedades das linhas de costura

O conhecimento das propriedades e comportamento das linhas é fundamental para garantir a qualidade do processo de costura e do produto final. Uma propriedade fundamental nas linhas de costura é a resistência à tração, normalmente caracterizada pela sua tenacidade (razão entre a resistência e a massa linear) em (cN/tex ou g/tex) e a extensão à ruptura (alongamento relativo médio de ruptura) em (%) (FERREIRA, 2009).

A resistência à tração nas linhas de costura, caracterizada pela sua tenacidade pode ser medida por dinamômetros, sendo representada de várias maneiras, das quais se destaca a força apresentada em Newton (N), centinewton (cN) e/ou grama-força (gf), ou pode-se relacioná-la com a unidade da massa linear, tendo-se como exemplo, a tenacidade (cN/tex, cN/Nm e/ou gf/tex). Quanto maior o seu valor numérico, maior a tenacidade do fio (SOUZA, 2018).

Segundo Ukponmwan, Mukhopadhyay e Chatterjee (2000), entre as propriedades mecânicas, os principais requisitos para as linhas de costura incluem alta resistência, alto módulo, propriedades uniformes de atrito e resistência à abrasão. Afirma-se frequentemente que as características de tensão-deformação na zona inicial determinam a costura. A Tabela 4, apresenta os valores de tenacidade e alongamento à ruptura de cinco tipos de linhas de costura.

Tabela 4 – Valores de tenacidade e alongamento à ruptura de cinco tipos de linhas de costura

Tipos de Linhas de costura	Tenacidade (cN/tex)	Alongamento à ruptura (%)
Fio de Algodão	23-28	5-8
Fibras de Poliéster	25-38	12-20
Com alma de Filamentos de Poliéster Recobertos por Fibras de Poliéster	30-43	14-24
Filamentos de Poliéster	41-53	15-30
Filamentos de Poliamida	45-56	15-30

Fonte: Adaptado de Ferreira (2009).

Todas as linhas de costura mostram perdas de tenacidade após a costura. As linhas da agulha sofrem maiores perdas de tenacidade, em comparação as linhas da bobina, pois estão sujeitas a tensões mais elevadas e à abrasão (WESLEY; RENGASAMY, 2017). Midha et al. (2009b), estudaram a perda de resistência de vários tipos de linhas de costura, e constataram que no processo de costura a velocidades elevadas as propriedades mecânicas das linhas de costura diminuem substancialmente. Ainda de acordo com Midha et al. (2009b), a perda maior de tenacidade e de alongamento de ruptura surge nas linhas de costura de algodão, seguida pelas linhas fio fiado de poliéster e a perda menor nas linhas *core spun* de poliéster.

Linhas de costura de alta resistência resultam em redução do número de quebras e, portanto, menor tempo de inatividade durante a costura. Os altos valores do módulo estão intimamente relacionados aos altos valores de rigidez, e estes, juntamente com as construções de torção balanceada, são essenciais para uma boa formação do ponto, boa eficiência da costura e prevenção de pontos pulados (UKPONMWAN; MUKHOPADHYAY; CHATTERJEE, 2000).

2.3.3 Desempenho da costura x defeitos

Na produção de vestuário, o processo de costura é um dos processos críticos na determinação da produtividade e da qualidade da peça acabada. A consistência da qualidade da costura é essencial para o fabricante do vestuário satisfazer o cliente. Falhas ou variações na qualidade da costura podem ser causadas por um ou ambos dos seguintes fatores: fator mecânico, a máquina de costura e fator humano, o operador (HUI et al., 2007).

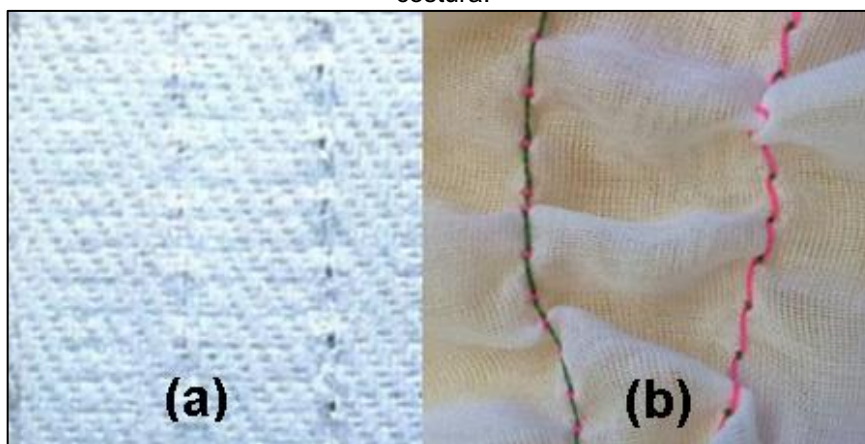
Para Mukhopadhyay e Midha (2013), os parâmetros de desempenho das costuras incluem resistência, elasticidade, durabilidade, segurança e aparência.

Quando se trata da utilização da máquina de ponto preso, é necessário ter atenção sob alguns defeitos que poderão surgir, tais como a densidade de pontos inadequada, picada do tecido pela agulha, costura frouxa, costura apertada, costura franzida, costura irregular, entre outros (FERREIRA, 2009).

É importante salientar que os defeitos de costura na maioria das vezes podem ser notados logo após a costura realizada como o enrugamento da costura

ocasionado pela regulagem de tensão da linha inadequada, pontos falhos (soltos e/ou arrebitados), conforme o Figura 7.

Figura 7 - Defeitos possíveis de serem detectados visualmente: (a) pontos falhos, (b) enrugamento da costura.



Fonte: Adaptado Ferreira (2009).

O desempenho das costuras é notado na maioria das vezes após o uso dos artigos confeccionados como o esgarçamento da costura e a resistência da costura.

Midha, Mukhopadhyay e Kaur (2011), ressalta em sua pesquisa que a falha da costura torna o tecido inadequado, embora a resistência do tecido possa ser alta. Portanto, é importante prever a resistência da costura para avaliar o desempenho da peça, o que seria possível determinar a resistência da linha e a densidade de pontos necessárias para corresponder à resistência da costura.

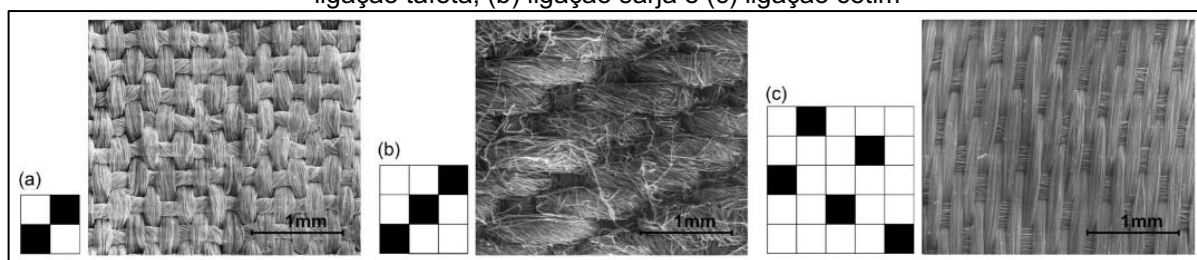
2.4 Tecido plano

No processo de tecelagem o produto final obtido é o tecido plano que pode ser classificado de acordo com a matéria-prima empregada, na qual pode ser natural, sintética ou mista, com a forma de entrelaçamento dos fios nos ligamentos tafetá, sarja e cetim, o número de fios por centímetro quadrado e a gramatura, peso por metro quadrado (LOBO; LIMEIRA; MARQUES, 2014).

De acordo com Pereira (2009), o conjunto de fios na direção longitudinal, comprimento do tecido são denominados de fios de urdume e o conjunto de fios na direção transversal, largura do tecido são denominados de fios de trama. O tecido plano é o entrelaçamento desses conjuntos fios de urdume e trama, formando ângulo reto.

Os ligamentos dos fios em tecidos planos, estabelecem as propriedades que podem não só proporcionar aspectos estéticos diferentes, bem como características específicas para as diversas funções (PEREIRA, 2011). Na ligação do tafetá, os fios de trama estão entrelaçados aos fios de urdume sendo um por cima e o outro por baixo, isso faz com que ele seja mais resistente em comparação aos outros tipos de ligações (GOMES; COSTA; MOHALLEM, 2016). Já a sarja, o ligamento gera um desenho com linhas diagonais que formam, na maioria das vezes, um ângulo de 45° (MORELLI; SOUZA, 2010). O cetim possui um ligamento parecido com o sarja, na qual a principal diferença entre os dois é que a diagonal não é tão visível no ligamento do cetim, pois o número de repetições dos fios de trama e urdume é muito grande, sendo essas repetições responsáveis pelo aspecto liso e brilhante do tecido (VIEIRA, 2017). A Figura 8, apresenta essas três ligações fundamentais.

Figura 8 - Desenho e imagens por microscopia eletrônica de varredura das ligações fundamentais: (a) ligação tafetá, (b) ligação sarja e (c) ligação cetim



Fonte: Gomes, Costa e Mohallem (2016).

Contudo, é importante ressaltar que os tecidos possuem uma adequação junto as máquinas de costuras e insumos utilizados para a produção da costura. Para Pessoa (2015), quanto a essa adequação é visto alguns fatores importantes como: composição, estrutura e gramatura do tecido, na qual a composição e a estrutura do tecido irão determinar o tipo de ponta da agulha e as linhas mais adequadas para realizar uma costura. A gramatura irá determinar a espessura da agulha e a densidade de pontos por centímetro em uma costura regulada.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho trata de uma pesquisa experimental de análise comparativa do desempenho das linhas de costura (fio fiado e *core spun*), sobretudo da resistência da linha pós costura com o uso de diferentes tamanhos de agulhas aplicadas na máquina de costura de ponto preso - tipo 301 para a montagem da classe SS em tafetá de gramatura leve, por meio de métodos de aferição de resistência das linhas de costura. De acordo com Gil (2018), a pesquisa experimental é caracterizada pela determinação do objeto de estudo e seleção das variáveis que seriam capazes de influenciá-lo. Além da definição das formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

3.1 Materiais têxteis

Foram selecionados dois tipos de linhas de costura mais utilizadas na indústria de confecção, como a linha fio fiado e a linha *core spun*, ambas do mesmo fabricante. A Tabela 5, apresenta a descrição das propriedades e características das linhas de costura conforme o fabricante. O Quadro 5, apresenta o desenho da construção da estrutura das linhas de costura.

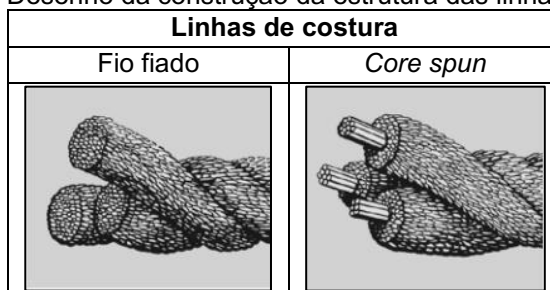
Tabela 5 - Tipos de linhas de costura

Tipo	Composição	Etiqueta (Nm)	Título (Tex)	Alongamento (% Min – Max)	Resistência média (cN)	Tenacidade (*) (cN/tex)
Fio fiado	100% PES	120	27	14	950	35,19
<i>Core spun</i>	100% PES/PES	140	26	18	1300	50

(*) **Tenacidade:** o valor de tenacidade (cN/Tex) foi calculado pela Autora deste trabalho, a partir dos valores de Resistência média (cN) e Título (Tex) fornecidos pelo fabricante.

Fonte: Adaptado de Sancris® ([201-]).

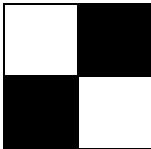
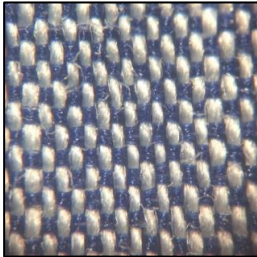
Quadro 5 - Desenho da construção da estrutura das linhas de costura



Fonte: Adaptado de Coats® (2014).

O substrato têxtil selecionado foi um tecido plano de construção em tafetá, cujo o nome comercial é o Tricoline, 99% algodão (CO) e 1% elastano (PUE) compostos de fios finos, de gramatura leve 84 g/m². A Tabela 6, apresenta a ficha técnica do tecido plano.

Tabela 6 - Ficha técnica do tecido plano

Ficha técnica		Desenho	Imagem
Composição	99% CO e 1% PUE		
Ligação	Tafetá		
Gramatura	84 g/m ²		
Título do fio de urdume	56 Ne		
Título do fio de trama	76 Ne		
Fios/cm	37		
Batidas/cm	56		

Fonte: Autora (2020).

De acordo com Daniel (2018), o tricoline é um tecido plano de construção em tafetá, produzido com leveza e a resistência de finos fios de algodão penteado mercerizado. Atende um mercado cada vez mais sofisticado no que diz respeito a tecidos leves. Pode, ainda, obter elasticidade quando combinado com o elastano, bem aceito na confecção brasileira. As linhas de costura e o tecido foram selecionados, levando em consideração as adequações dos materiais apresentados por Senai (2014b), bem como a situação de uso na indústria de vestuário.

3.1.1 Máquinas e acessórios

Para efetuar a costura durante os ensaios de costurabilidade, foi utilizada uma máquina de costura de ponto preso - tipo 301 (PFAFF® Modelo 1183), mais conhecida na indústria da confecção como máquina de costura reta, cedida pela UTFPR - Campus Apucarana, conforme a Figura 9. A Tabela 7, apresenta respectivas especificações técnicas da máquina utilizada no experimento.

Figura 9 - Máquina de ponto preso – tipo 301 (PFAFF® Modelo 1183)



Fonte: Autora (2020).

Tabela 7 - Dados técnicos da máquina ponto preso PFFAF modelo 1183

Dados Técnicos	Especificações
Tipo de ponto	301
Sistema de agulhas	134 ou DPx5
Espessura de agulha (Nm em 1/1000mm)	70 - 100
Diâmetro efetivo da roda de mão	65 mm
Passagem do calcador	9 – 13 mm
Largura da passagem	260 mm
Altura da passagem	125 mm
Comprimento máximo do número de pontos	6.0 mm
Número máximo de pontos	4200 ppm
Curso da barra da agulha	30 ou 36 mm

Fonte: Manual do usuário Pfaff Sewing Machine Modelo 1183.

Um acessório muito importante para a realização da costura é a agulha. As especificações das agulhas, tais como tamanho e ou espessura, tipo da ponta, tipo do cabo foram escolhidas entre uma gama de agulhas que podem ser perfeitamente instaladas na máquina de costura selecionada, bem como adaptáveis aos títulos das linhas de costura testadas nesta pesquisa. As agulhas foram selecionadas a partir das adequações do fabricante de linha Coats® (2014) e da agulha Groz Beckett® ([201-]).

A Tabela 8, apresenta os dados técnicos das agulhas selecionadas para a costura das amostras de tecidos.

Tabela 8 - Dados técnicos das agulhas selecionadas para a costura

Tipo de agulha	Tipo do cabo da agulha	Espessura da agulha (Nm)	Tipo de ponta	Nomenclatura
Agulha máquina ponto - tipo 301	Cabo grosso DPx5	70	Ponta normal redonda (R)	DPx5 Nm 70 R
Agulha máquina ponto - tipo 301	Cabo grosso DPx5	90	Ponta normal redonda (R)	DPx5 Nm 90 R

Fonte: Autora (2020).

3.1.2 Equipamento de aferição

As propriedades de resistência à tração e alongamento à ruptura das linhas antes da costura e pós costura foram testadas utilizando um dinamômetro USTER TENSORAPID 3, cedido pela COCAMAR – Maringá, com pressão da pinça de 112N/cm, distância entre as garras de 500 mm e velocidade transversal de 5000 mm/min, conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Dinamômetro USTER TENSORAPID 3



Fonte: Autora (2020).

3.2 Métodos

Foi realizada uma pesquisa com intuito de verificar a resistência das linhas (fio fiado e *corespun*) pós costura, e para tanto, foram adotados alguns procedimentos, como: preparo da máquina de costura, preparo das amostras para costura, preparo das amostras de linhas pós costura e preparo do equipamento dinamômetro.

As linhas de costura: fio fiado e *core spun* 100% PES, foram utilizadas sob parâmetros idênticos para o processo de montagem da costura em amostras de tecido previamente preparadas, para a montagem da classe de costura SS; comprimento do ponto em 3,5 mm e velocidade de costura 3000 rpm. Entretanto, para a costura das amostras utilizou-se diferentes tamanhos de agulhas, como a DPx5 Nm 70 R e DPx5 Nm 90 R, selecionada conforme padrões adotados na indústria de confecção e de acordo com Cardoso (2019), para obtenção de menores valores de tensão da linha da agulha na formação do ponto 301. A máquina de ponto preso foi preparada com um certo aperto de tensão para que a costura apresentasse o equilíbrio do ponto tipo – 301.

Para descobrir a resistência da linha após a costura, as linhas foram cuidadosamente removidas do ponto de costura com o auxílio de um desmanchador de costura (abridor de casa de botão de vestuários), tomando cuidado para não picar a linha de costura. Foi separado apenas as linhas da agulha, sendo as mesmas submetidas ao teste de resistência no equipamento dinamômetro.

3.2.1 Preparo da máquina de ponto preso – tipo 301

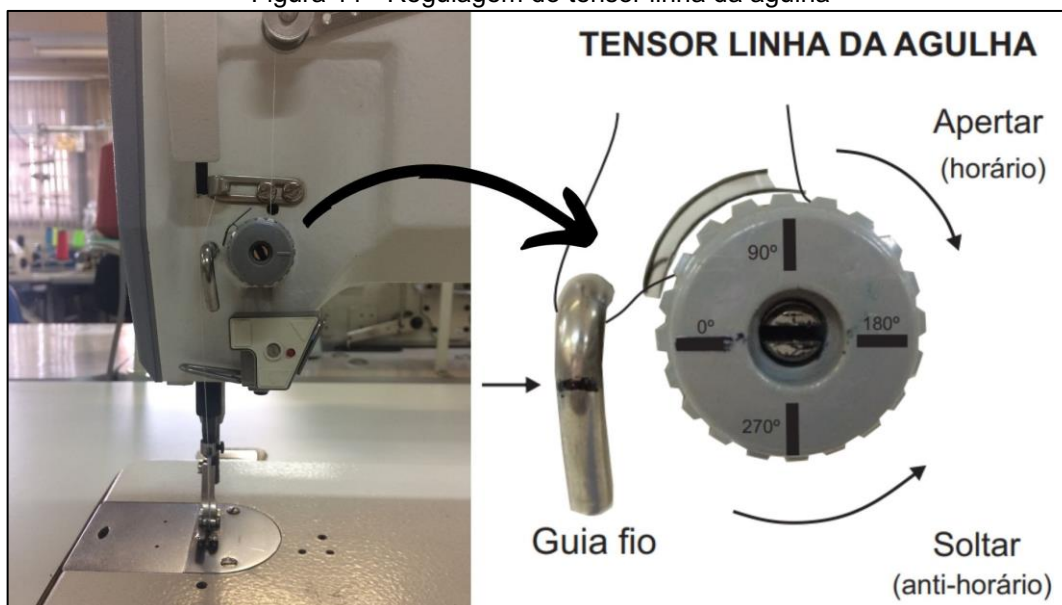
Para o preparo da máquina de ponto preso, primeiramente foi feito o enchimento da bobina, sendo a linha da bobina na cor preta e da linha da agulha na cor branca, porém com a mesma composição e sistema de fabricação da linha utilizada na agulha.

A regulagem de tensão da linha da agulha foi efetuada de forma visual, na qual foi exercido um certo aperto no parafuso tensor linha da agulha, e posteriormente produziu-se costuras, monitorando visualmente a proporção do consumo de linha da agulha e linha da bobina, observando também o entrelaçamento das duas linhas posicionado aproximadamente no meio do substrato têxtil até obter um ponto equilibrado, formando assim uma costura de boa aparência.

Para a realização desse aperto, o parafuso tensor da linha da agulha foi retirado e recolocado, considerando o início da rosca como partida, denominado (0°) que foi alinhado a uma marcação com caneta preta no guia fio ao lado, conforme demonstrado na Figura 11. Assim, à medida que era realizado o aperto no parafuso, um retalho de tecido com as mesmas características das amostras era costurado para a visualização do equilíbrio do ponto. Por fim, totalizou-se 14 voltas completas e 1/2 volta (uma volta completa = 360°), para uma costura equilibrada.

A velocidade da máquina foi regulada em 3000 rpm, o comprimento do ponto em cerca de 3,5 mm e posteriormente, foi ajustado cada tamanho de agulhas conforme suas adequações.

Figura 11 - Regulagem do tensor linha da agulha



Fonte: Autora (2020).

3.2.2 Preparação das amostras para a costura

Foram cortadas oitenta (80) amostras de tecido plano 99% CO e 1% PUE nas dimensões 90 cm de comprimento por 5 cm de largura, conforme apresentada na Figura 12, das quais foram separadas em dois lotes de quarenta (40) amostras, para suprir a demanda do experimento para costura com os distintos tamanhos de agulhas utilizados na máquina de ponto preso.

Figura 12 - Amostras de tecido plano cortadas



Fonte: Autora (2020).

Para cada um dos lotes de quarenta (40) amostras de tecidos, foram preparadas vinte (20) amostras conforme descrito na Tabela 9, ou seja, duas camadas de tecido foram sobrepostas para originar a costura da classe SS com a formação do ponto de costura no sentido do urdume.

Tabela 9 - Número de amostras de acordo com a linha de costura e tamanho de agulha

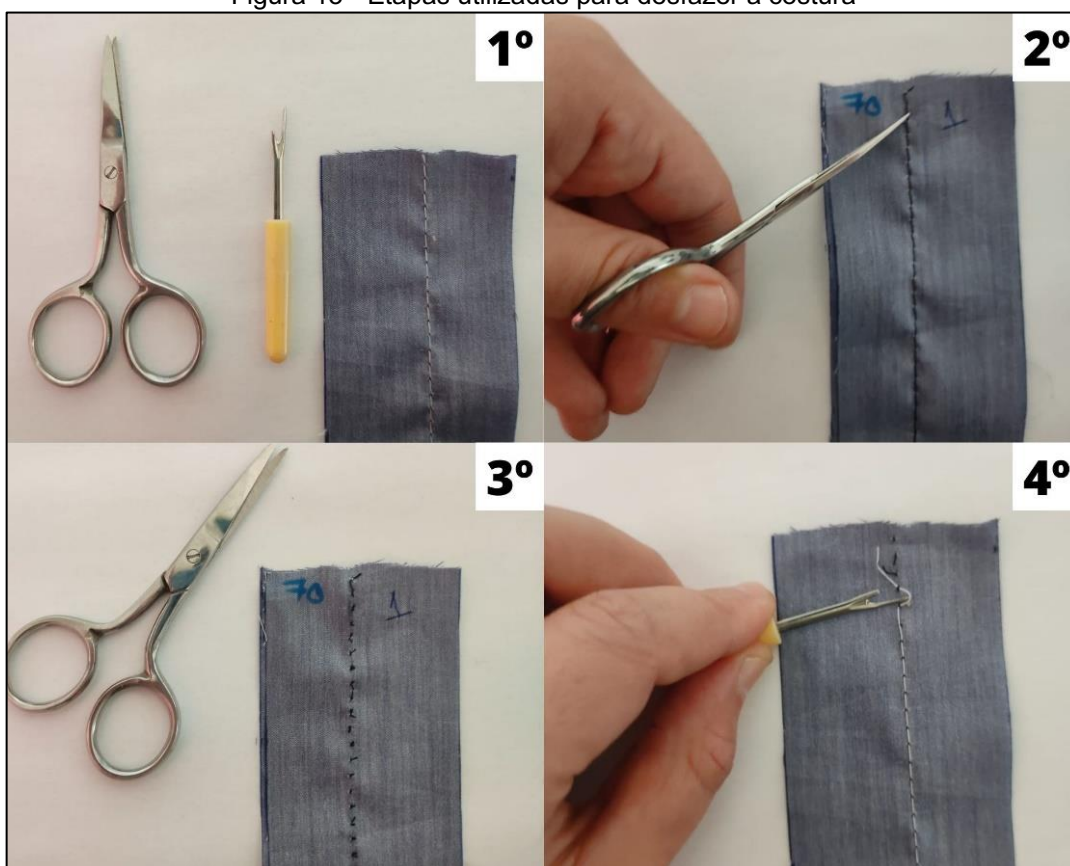
Linhas de costura / número de amostras	Agulhas	
	70	90
Fio fiado	10	10
Core spun	10	10

Fonte: Autora (2020).

3.2.3 Preparação das amostras de linhas pós costura

Para cada uma das amostras costuradas com distintos tamanhos de agulhas e diferentes linhas de costura foi executado um método para desfazer a costura de modo a obter uma linha de costura da agulha preservada em sua extensão de massa linear para a realização do teste de resistência após a costura. O método adotado, foi realizado da seguinte maneira: a linha da bobina foi cortada com o auxílio de uma tesoura para facilitar a remoção da linha da agulha. Com o auxílio de um desmanchador de costura, tomando cuidado para não picar a linha de costura da agulha a mesma foi totalmente retirada, conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13 - Etapas utilizadas para desfazer a costura



Fonte: Autora (2020).

Cada amostra de linha da agulha obtida, foi enrolada em um cone sem aplicar muita força para não perder suas propriedades mecânicas, de acordo com a Figura 14, para posteriormente serem submetidas aos ensaios no dinamômetro.

Figura 14 - Amostras de linhas pós costura armazenadas no cone



Fonte: Autora (2020).

3.2.4 Preparo do equipamento dinamômetro

De acordo com a adaptação da ABNT NBR 13375:1995 para aferição da resistência e alongamento das linhas de costura. Foram realizados os ensaios com as linhas antes da costura (no cone) e pós a costura, todas com 90 cm de comprimento, utilizando um dinamômetro USTER TENSORAPID 3, com pressão da pinça de 112 N/cm, distância entre as garras de 500 mm e velocidade transversal de 5000 mm/min.

Foram separadas amostras de linhas antes da costura para o ensaio no módulo automático e no módulo manual do dinamômetro, com o intuito de comparar a influência dos diferentes módulos de ensaio. Sendo a diferença entre eles, a forma de abastecimento das linhas no equipamento. Já nas linhas pós costura, foi realizado apenas para o módulo manual, conforme descrito no Quadro 5.

Quadro 6 - Descrição da quantidade de amostras para ensaios no dinamômetro

Linha de costura - Fio Fiado	Números de análises individuais
Amostras de linhas (antes da costura) - Ensaio no Módulo Automático	100
Amostras de linhas (antes da costura) - Ensaio no Módulo Manual	100
Amostras de linhas (pós costura) - Agulha Nm 70 R	10
Amostra de linhas (pós costura) - Agulha Nm 90 R	10
Linha de costura - Core Spun	Números de análises individuais
Amostras de linhas (antes da costura) - Ensaio no Módulo Automático	100
Amostras de linhas (antes da costura) - Ensaio no Módulo Manual	100
Amostras de linhas (pós costura) - Agulha Nm 70 R	10
Amostra de linhas (pós costura) - Agulha Nm 90 R	10

Fonte: Autora (2020).

3.2.5 Análise de resistência das linhas de costura

Para a análise percentual da perda de resistência das linhas antes da costura e pós costura, utilizou-se a equação descrita abaixo.

$$\text{Perda de resistência (\%)} = \frac{T_i - T_f}{T_i} * 100 \quad \text{Equação (1)}$$

Onde,

T_f - É o valor de tenacidade da linha pós costura

T_i - É o valor de tenacidade da linha antes da costura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos ensaios realizados no dinamômetro para as amostras de linhas antes da costura, foram realizadas cem (100) análises individuais, ou seja, a cada dez (10) análises individuais, o dinamômetro registra um valor médio, totalizando dez (10) médias de ensaios e uma média geral construída a partir das 10 médias registradas. Já para as linhas pós costura, foram realizados dez (10) ensaios individuais compondo uma média geral. Dessa forma obteve-se os valores médios, conforme descrito no Quadro 6.

Quadro 7 - Valores obtidos nos ensaios de resistência à tração e alongamento à ruptura no dinamômetro

Dinamômetro Uster Tensorapid 3	Pressão da pinça = 112 N/cm				
	Distância entre garras = 500 mm				
	Velocidade = 5000 mm/min				
	Números de análises individuais	Tenacidade (cN/Tex)	CV (%)	Alongamento (%)	CV (%)
Linha de costura – Fio Fiado					
Amostras de linhas (antes da costura) - Ensaio no Módulo Automático	100 (10x10)	35,93	6,69	18,11	3,34
Amostras de linhas (antes da costura) - Ensaio no Módulo Manual	100 (10x10)	35,48	7,60	18,01	4,55
Amostras de linhas (pós costura) – Agulha Nm 70 R	10 (10x1)	29,96	5,65	16,3	4,35
Amostra de linhas (pós costura) - Agulha Nm 90 R	10 (10x1)	31,33	8,23	16,29	5,10
Linha de costura - Core Spun					
Amostras de linhas (antes da costura) - Ensaio no Módulo Automático	100 (10x10)	57,59	2,02	22,04	1,68
Amostras de linhas (antes da costura) - Ensaio no Módulo Manual	100 (10x10)	57,02	2,03	22,02	2,22
Amostras de linhas (pós costura) - Agulha Nm 70 R	10 (10x1)	49,02	3,93	19,89	2,88
Amostra de linhas (pós costura) - Agulha Nm 90 R	10 (10x1)	48,94	2,41	20,23	2,16

Fonte: Autora (2020).

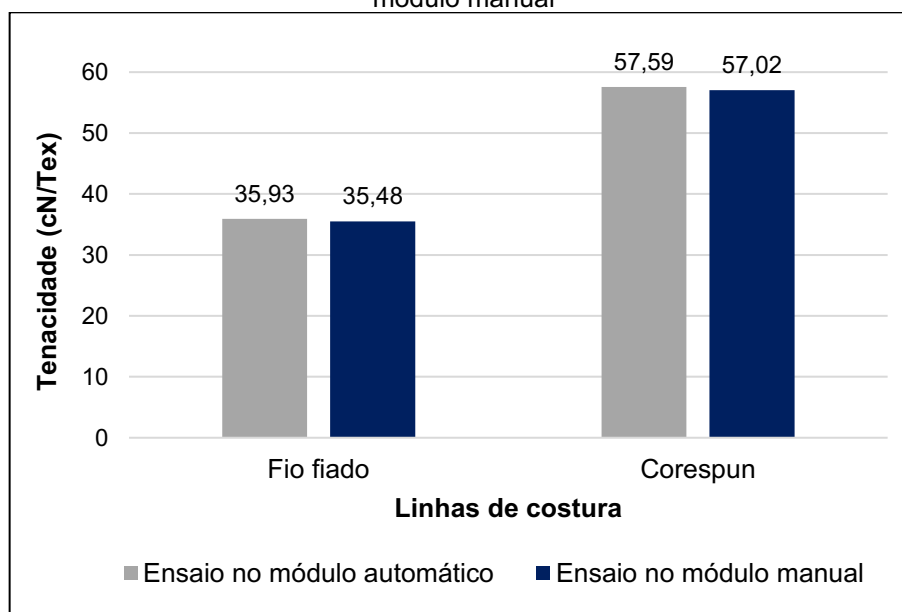
O Quadro 6, apresenta os resultados dos ensaios das amostras de linhas fio fiado e *core spun* antes da costura e após costura com os diferentes tamanhos de agulhas, assim como os números dos ensaios individuais.

Uma vez que a resistência à tração nas linhas de costura pode ser caracterizada pela sua tenacidade, utilizou-se os valores obtidos nos ensaios como

unidade de comparação para esta pesquisa. Estes resultados são apresentados abaixo em forma de gráficos e discutidos separadamente.

A Figura 15, apresenta a comparação da tenacidade das linhas antes da costura, no módulo automático e no módulo manual do dinamômetro.

Figura 15 - Comparação da tenacidade das linhas antes da costura no módulo automático e no módulo manual

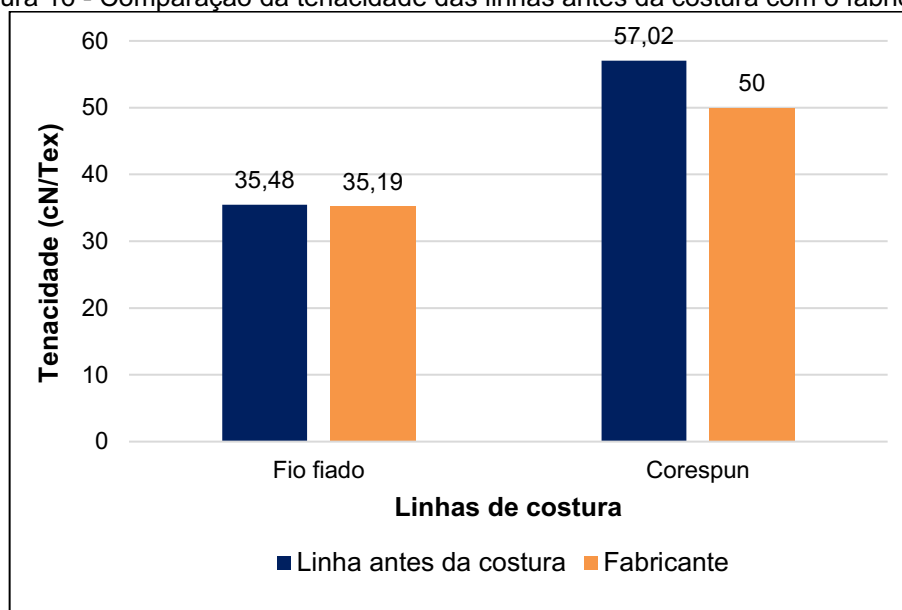


Fonte: Autora (2020).

De acordo com a metodologia descrita, as linhas antes da costura passaram pelos ensaios no módulo automático e módulo manual do dinamômetro, com o intuito de dar confiabilidade para prosseguir os experimentos com a utilização dos ensaios no módulo manual. Como pode-se observar, os valores de tenacidade obtidos nos ensaios realizados com as linhas antes da costura, tanto para o módulo automático, quanto para o módulo manual foram valores numéricos bem aproximados entre eles, podendo assim dar a confiabilidade desejada para análise dos resultados desta pesquisa.

Outra comparação realizada com o objetivo de dar confiança ao experimento, foi baseada nos resultados de tenacidade das linhas antes da costura no módulo manual do dinamômetro com os resultados do fabricante, conforme apresentado na Figura 16. Os valores numéricos obtidos para a linhas de costura fio fiado foram bem próximos quando comparados com dados da ficha técnica do fabricante, já para as linhas *core spun* pode-se observar uma diferença de 12,31%.

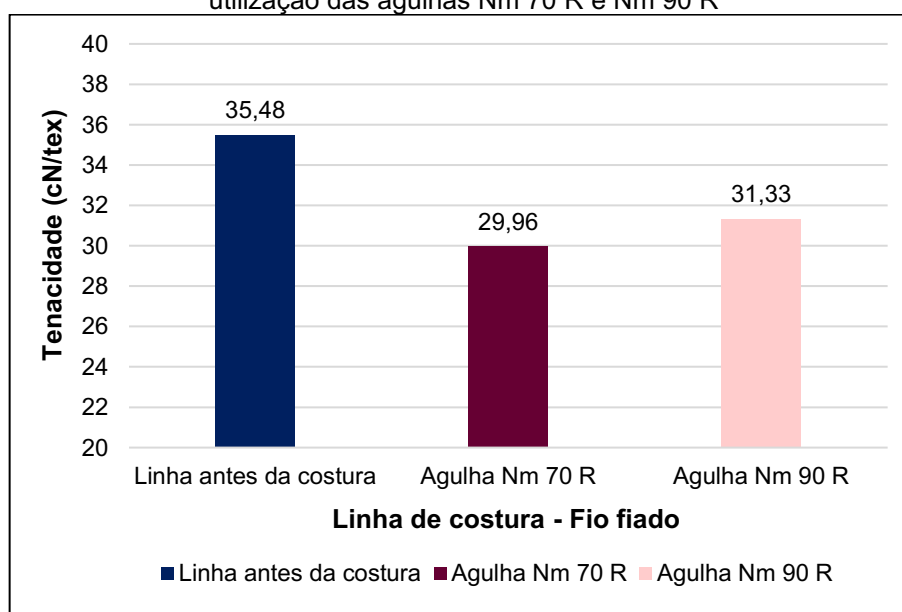
Figura 16 - Comparação da tenacidade das linhas antes da costura com o fabricante



Fonte: Autora (2020).

Sabe-se que o desempenho das linhas de costura em geral é avaliado por ensaios de resistência da costura após o processo de costura. Com isso, para melhor entendimento dos resultados, foi realizado a comparação das linhas fio fiado e *core spun* antes e pós costura com a utilização de diferentes tamanhos de agulhas Nm 70 R e Nm 90 R. A Figura 17, ilustra a comparação entre a tenacidade da linha fio fiado antes da costura e pós costura com a utilização das agulhas Nm 70 R e Nm 90 R.

Figura 17 - Comparação da tenacidade da linha fio fiado antes da costura e pós costura com a utilização das agulhas Nm 70 R e Nm 90 R



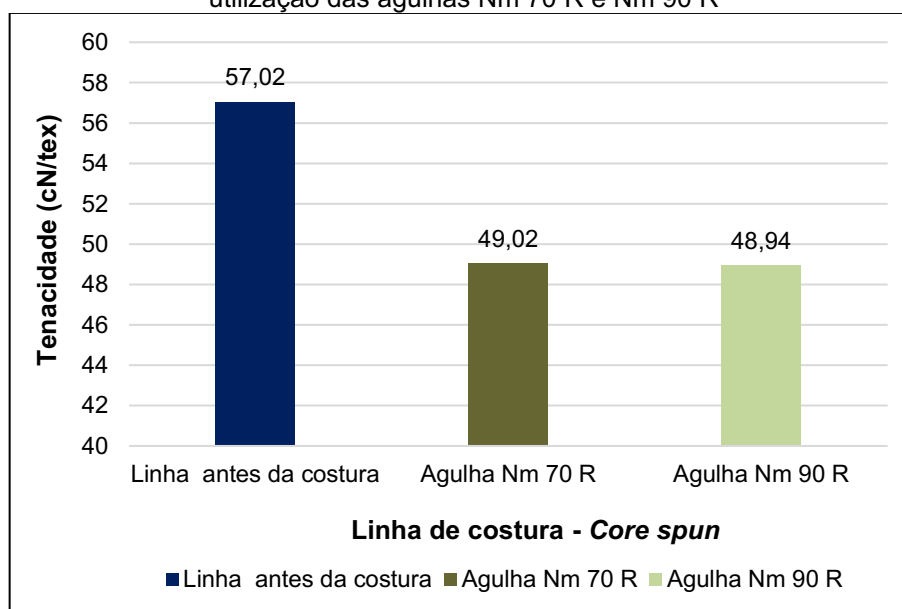
Fonte: Autora (2020).

A partir da comparação dos valores de tenacidade apresentados na figura anterior, pode-se observar que os ensaios da linha fio fiado pós costura apresentaram uma perda de resistência em relação a linha antes da costura. Ainda, ressalta-se que a linha fio fiado utilizada com a agulha Nm 70 R apresentou maior queda de resistência quando comparada com a agulha Nm 90 R. Por meio da Equação 1, verificou-se respectivamente 15,56% e 11,70% de perda da resistência, fator que pode estar vinculado a estrutura da linha de costura formadas por fios fiados fabricados com fibras descontínuas de poliéster.

Os resultados das pesquisas de autores como Ferreira (2019); Wesley e Rengasamy (2017); Cardoso (2019) apud Brian e Aitken(1979), anteriormente citadas no referencial teórico deste trabalho, corroboram com os resultados obtidos nesta pesquisa, ou seja para a linha fio fiado pós costura, apresentou evidências de desempenho de menor resistência da linha de costura com agulha de tamanho menor Nm 70 R, quando comparado com tamanho maior Nm 90 R.

A Figura 18, apresenta a comparação entre a tenacidade da linha *core spun* antes da costura e pós costura com a utilização das agulhas Nm 70 R e Nm 90 R.

Figura 18 - Comparação da tenacidade da linha *core spun* antes da costura e pós costura com a utilização das agulhas Nm 70 R e Nm 90 R



Fonte: Autora (2020).

Pode-se observar na figura anterior que os ensaios no dinamômetro com a linha *core spun* pós costura, também apresentaram perda de resistência em relação

a linha antes da costura. Destaca-se que a linha *core spun* utilizada com a agulha Nm 70 R e Nm 90 R apresentaram valores similares na perda de tenacidade.

Verificou-se por meio da Equação 1, os valores respectivamente de 14,03% e 14,17% de perdas, fator que pode estar vinculado a estrutura da linha de costura devido sua formação de filamentos contínuos em seu núcleo.

Os resultados das pesquisas dos autores Midha et al. (2009a) (2009b) e Cardoso (2019) anteriormente citadas no referencial teórico deste trabalho corroboram com os resultados obtidos neste ensaio com a linha de costura *core spun* 100% poliéster pós costura, do qual apresentou uma perda de tenacidade para ambos usos de agulhas Nm 70 R e Nm 90 R, fator este vinculado a sua estrutura com filamentos contínuos em seu núcleo do qual não é afetada, durante o seu percurso através dos elementos da máquina de ponto preso - tipo 301.

Por fim, o Quadro 7 apresenta os valores obtidos da perda de tenacidade de ambas as linhas de costura (fio fiado e *core spun*), com a utilização das agulhas de Nm 70 R e Nm 90 R.

Quadro 8 - Valores obtidos de perda de tenacidade

Valores obtidos de perda de tenacidade (%)		
Linha de costura	Agulha Nm 70 R	Agulha Nm 90 R
Fio fiado	15,56	11,7
Core spun	14,03	14,17

Fonte: Autora (2020).

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como principal objetivo realizar uma análise comparativa da resistência à tração e alongamento à ruptura de distintas linhas de costura: fio fiado e *core spun*, ambas com composição fibrosa 100% PES envolvendo costuras classe SS em tafetá de gramatura leve, bem como algumas regulagens da máquina de ponto preso – tipo 301, tais como comprimento do ponto em 3,5 mm, velocidade de costura de 3000 rpm e a utilização de agulhas com tamanhos diferenciados com ponta normal redonda (DPx5 Nm 70 R e Nm 90 R).

As linhas de costura são projetadas para passar rapidamente por uma máquina de costura, sendo a estrutura e composição fibrosa fatores que podem influenciar sua resistência, o que acabaria afetando o desempenho subsequente da linha de costura.

Foi encontrado que as linhas de costura de mesma composição fibrosa e com estruturas de formação diferenciadas, apresentaram diferenças nos valores de resistência ao serem testadas no dinamômetro, sob as mesmas condições de costura industrial. Os resultados obtidos demonstraram que as linhas após o processo de costura, apresentaram uma perda de resistência à tração, caracterizada pela perda de tenacidade, e a linha fio fiado foi a que apresentou menor resistência.

Os ensaios realizados no dinamômetro mostraram ser possível comparar o efeito da utilização de diferentes tamanhos de agulhas, do qual pode-se concluir que para o menor tamanho da agulha utilizado nesta pesquisa, são obtidos maiores valores de tensão na linha da agulha, que acarretam menor tenacidade para linha fio fiado quando comparados com o uso de maior tamanho da agulha.

Em relação ao tipo de processo de fabricação das linhas de costura, a maior perda de tenacidade pode estar vinculado a estrutura da linha de costura.

Foi possível comprovar o melhor desempenho da linha *core spun* 100% PES no comparativo com a linha fio fiado 100% PES em costuras com tecido tafetá de gramatura leve. Assim a utilização desta linha é recomendável para a costura de peças confeccionadas que apresentam exigências de costuras resistentes ou produtos de alto valor agregado para garantia da qualidade.

Portanto, ao costurar tecidos tafetá de gramatura leve com a linha fio fiado 100% PES em tecido de tafetá gramatura leve, é recomendável a utilização da agulha Nm 90 R. Entretanto, para a costura com a linha *core spun* 100% PES, pode ser

utilizado tamanhos de agulhas Nm 70 R e Nm 90 R, devido à perda de resistência ter apresentado pouca diferença entre seus valores obtidos nesta investigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma NBR 13375 – **Linha de costura – Determinação da resistência à ruptura e do alongamento à ruptura**. Rio de Janeiro, RJ. 1995.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma NBR 13483 – **Tipos de pontos**. Rio de Janeiro, RJ. 1995.

ARAÚJO, M. de. **Tecnologia do vestuário**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

BEHERA, B. K.; CHAND, S. S.; SINGH, T.G. RATHEE, P. “**Sewability of denim**”, International Journal of Clothing Science and Technology, v. 9 n. 2, 1997, p. 128-140.

CARDOSO, P. M. M. **Estudo de Costurabilidade para a Indústria de Camisaria Brasileira**. 2019. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Guimarães, 2019.

CARVALHO, H.; ROCHA, A. M.; MONTEIRO, J. **Measurement and analysis of needle penetration forces in industrial high-speed sewing machine**. Journal of The Textile Institute, v. 100, n. 4, 2009, p. 319-329.

COATS®. **All About Sewing Threads**, Bulletin Post Coats® Sewing Solutions, 2014, p. 6.

DANIEL, M. H. **Guia prático dos tecidos**. Editora: Novo Século, São Paulo, p 291, 2018.

FAN, J.; LEEUWNER, W. “**The Performance of Sewing Threads with Respect to Seam Appearance**”, Journal of The Textile Institute, v. 89, n. 1, 1998, p. 142–151.

FERREIRA, A. M. **Estudo da dinâmica de costura numa máquina de costura de ponto preso**. 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Guimarães, 2009.

GERSAK, J.; KNEZ, B. “**Reduction in thread strength as a cause of loading in the sewing process**”, International Journal of Clothing Science and Technology, v. 3, n.4, 1991, p. 6-12.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2018, p. 188.

GOMES, A. V. S.; COSTA, N. R. V.; MOHALLEM, N. S. **Os Tecidos e a Nanotecnologia**, Química Nova na Escola, v. 38, n. 4, 2016, p.288-296.

GROZ BECKER®. **Sewing machine needles for the apparel industry**, [201-], p. 6.

GURARDA, A. **Investigation of the Seam Performance of PET/Nylon-Elastane Woven Fabrics**, Textile Research Journal, v. 78, n.1, 2008, p. 21-27.

HARI, P.K., SALHOTRA, K.R., SUNDARESAN, G. **Contribution to garment manufacture: mechanism of sewing thread breakage and seam pucker**, World Textile Conference, University of Huddersfield, Huddersfield, Jun, 1994.

HAYES, S.; MCLOUGHLIN, J. **3 - The sewing of textiles**, Chapter in Joining Textiles, Woodhead Publication, 2013, p. 62-122.

HUI, P. C. L.; CHAN, K. C. C.; YEUNG, K.W.; NG, F. S. F. **"Application of artificial neural networks to the prediction of sewing performance of fabrics"**, International Journal of Clothing Science and Technology, v. 19, n. 5, 2007, p. 291-318.

LOBO, R. N.; LIMEIRA, E. T. N. P.; MARQUES, R. do N. **FUNDAMENTOS DA TECNOLOGIA TÊXTIL: DA CONCEPÇÃO DA FIBRA AO PROCESSO DE ESTAMPARIA**. São Paulo: Érica, 2014, 120 p.

LOJEN, D. Z.; GERSAK, J. **Thread loading in different positions on the sewing machine**, Textile Research Journal, v. 75, n. 6, 2005, p. 498-506.

LOPO, W. N.; RICKEN, M. P. S.; RIBEIRO, M. E. S.; LANZER, E. A. **TESTE DE COSTURABILIDADE: UMA ANÁLISE PRÉ E PÓS IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO DE ENSAIO DA NORMA NBR 13483**. V Congresso de Têxtil e Moda, São Paulo, abr. 2017, 8 p.

Manual do usuário Pfaff Sewing Machine Modelo 1183, 42 p. Disponível em: http://www.manualsbase.com/pt/manual/577446/sewing_machine/pfaff/pfaff_sewing_machine_1183/. Acesso em: 05 nov. 2019.

MENDES, L. D. F. **Estudo da Costurabilidade de um tecido Bi-elástico**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Braga, 2012.

MIDHA, V. K.; CHATOPADHYAY, R.; KOTHARI, V.K; MUKHOPADHAYAY, A. (2009a). **Effect of high-speed sewing on the tensile properties of sewing threads at different stages of sewing**, International Journal of Clothing Science and Technology, v. 21, n. 4, 2009a, p. 217-238.

MIDHA, V.K; CHATOPADHYAY, R; KOTHARI, V.K; MUKHOPADHAYAY, A. (2009b), **Studies on the changes in tensile properties of sewing thread at different sewing stages**, Textile Research Journal, v.79, n. 13, 2009b, p. 1155-1167.

MIDHA, V. K., MUKHOPADHYAY, A., KAUR, R. **An Approach to Seam Strength Prediction Using Residual Thread Strength**, Research Journal of Textile and Apparel, v. 15, n. 3, 2011, p. 75–85.

MORELLI, G.; SOUZA, F. da R. de. **O projeto de criação da Teciteca: um arquivo de tecidos para a pesquisa de acadêmicos do curso de Design de Moda.** Revista da Unifebe, Brusque, n.8, 2010, 18 p.

MUKHOPADHYAY, A.; MIDHA, K. **6 - The quality and performance of sewn seams**, Chapter in Joining Textiles, Woodhead Publication, 2013, p. 175-207.

NOBREGA, L. C. O.; OLIVEIRA, A. de. **Costura Industrial: MÁQUINAS DE COSTURA: Tipos, Preparo e Manuseio.** São Paulo: Érica, 2015, 128 p.

ONDOGAN, Z.; UTKUN, E.; PAMUK, O.; YILDIZ, E. Z. **“Sewability in apparel industry”** International Conference of Applied Research in Textile, Monastir, CIRAT-4, 2010, p. 1-4.

PEREIRA, G. S. **Introdução à tecnologia têxtil.** Araranguá: Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, 2009, 101 p.

PEREIRA, M. A. **Cartilha de Costurabilidade, Uso e Conservação de Tecidos para Decoração.** São Paulo: Comitê Tex Brasil Decor, 2011, 60 p.

PESSOA, K. S. G. **Proposta de procedimento para estudar a ampliação dos parâmetros: densidade de pontos por centímetro e espessura das agulhas, especificados pela norma ABNT NBR 9925:2009, utilizados na verificação da costurabilidade de vestuário escolar.** 2015. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Têxtil e Moda, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

REIS, F. dos. **MECÂNICA DE MÁQUINAS DE COSTURA INDUSTRIAL.** Belo Horizonte: Senai / Modatec, 2011, 80 p.

ROCHA, A. M. M. F. da. **Contribuição para o controlo automático para os parâmetros da costura: estudo da dinâmica da penetração da agulha e da alimentação do tecido.** 1996. 126 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Guimarães, 1996.

RUDOLF, A.; GERSAK, J. **Influence of twist on alterations in fibers mechanical properties**, Textile Research Journal, v. 76, 2006, p. 134-44.

SALEH, F. P. **ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE COSTURAS: COMPARATIVO ENTRE COSTURAS REALIZADAS PELA MÁQUINA FECHADEIRA DE BRAÇO E MÁQUINA INTERLOQUE COM PONTO REBATIDO NA MÁQUINA DE PESPONTO DUPLO.** 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Universitário Ritter dos Reis, Porto Alegre, 2015.

SANCRIS. **Catálogo Linha de Costura: 100% Poliéster Core Spun e 100% Poliéster,** [201-], p. 6.

SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Costureiro eclético.** São Paulo: Editora Senai-SP, 2014a, 272 p.

SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Mecânico de máquinas reta e overloque**. São Paulo: Editora Senai-SP, 2014b, 224 p.

SOUZA, F. A. de. **Concepção de um Fio com Baixa Massa Linear Utilizando Algodão Brasileiro**. 2018. 180 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Guimarães, 2018.

STYLIOS, G. K. **2 - The mechanics of stitching**, Chapter in Joining Textiles, Woodhead Publication, 2013, p. 47–61.

SUNDARESAN, G., SALHOTRA, K. R., HARI, P. K. **Strength reduction in sewing threads during high speed sewing in industrial lockstitch machine: Part II: effect of thread and fabric properties**, International Journal of Clothing Science and Technology, v. 10, n. 1, 1998, p. 64-79.

SUNDARESAN, G.; HARI, P. K.; SALHOTRA, K. R. **Strength reduction in sewing threads during high speed sewing in an industrial lockstitch machine: Part I- mechanism of thread strength reduction**, International Journal of Clothing Science and Technology, v. 9, n. 5, 1997, p. 334-45.

UKPONMWAN, J. O.; MUKHOPADHYAY, A.; CHATTERJEE, K. N. **Sewing Thread**, The Textile Institute, v. 30, n. 1, 2000, p. 1-91.

VIEIRA, V. V. **TECIDOS TÊXTEIS: UMA TEMÁTICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA**. 2017. 274 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

WESLEY; D. S; RENGASAMY, R.S. **Changes in tensile properties of needle thread in lock stitch sewing**. Fiber and Polymers, v.18, n. 2, 2017, p 390–399.