

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TÊXTIL E MODA

KARINA DOS SANTOS GALEGO PESSOA

**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**

São Paulo  
2015

KARINA DOS SANTOS GALEGO PESSOA

**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**

Versão corrigida

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação Têxtil e Moda.

Versão corrigida contendo as alterações solicitadas pela comissão julgadora em 27 de abril de 2015. A versão original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca da EACH/USP e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD), de acordo com a Resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de 2011

Área de concentração: Materiais e Processos Têxteis.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Regina Aparecida Sanches

São Paulo  
2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

### CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)

Pessoa, Karina dos Santos Galego

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 / Karina dos Santos Galego Pessoa ; orientadora, Regina Aparecida Sanches. – São Paulo, 2015  
126 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, em 2014  
Versão corrigida

1. Indústria têxtil - Brasil. 2. Vestuário – Fabricação – Brasil.  
3. Normas técnicas – Brasil. I. Sanches, Regina Aparecida, orient.  
II. Título.

CDD 22.ed. – 677.0981

Nome: PESSOA, Karina dos Santos Galego.

Título: 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.

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação Têxtil e Moda.

Aprovado em 27 de abril de 2015

Banca Examinadora

Prof. Dra. Regina Aparecida Sanches

Universidade de São Paulo – Escola de Artes, Ciências e Humanidades.

Prof. Dr. João Paulo Pereira Marcicano

Universidade de São Paulo – Escola de Artes, Ciências e Humanidades.

Prof. Dr. Wilson de Castro Hilsdorf

Centro Universitário Fundação Educacional Inaciana "Pe. Sabóia de Medeiros"

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha família e ao meu esposo que, com muita paciência, carinho, dedicação e principalmente muito amor fizeram com que se tornasse possível realizar esta pesquisa.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho não seria possível sem a ajuda das pessoas e nas instituições as quais presto minha homenagem:

Aos meus pais, Antonio e Anunciata, agradeço o apoio na escolha de minha profissão, bem como a paciência e o incentivo na caminhada da vida acadêmica e nos desafios que me fizeram chegar até aqui.

Ao meu esposo Fabio, que, com muito carinho e amor, me apoiou em todas as decisões e nos momentos marcantes desta dissertação.

A minha irmã, que contribuiu para o meu desenvolvimento acadêmico nas horas de dificuldades.

A minha família, pelo incentivo em todos os momentos da minha vida.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Regina Aparecida Sanches, pelo apoio e orientação para realizar esta dissertação.

À Reitoria do Centro Universitário da FEI, à Chefia do Departamento de Engenharia Têxtil e à Coordenação dos Laboratórios de Controle de Qualidade Têxtil, que viabilizaram a parte experimental desta dissertação.

Aos funcionários e colegas da Escola SENAI, que colaboraram para realizar a preparação dos corpos de prova para a parte experimental.

Aos colegas do Curso de Pós-graduação de Têxtil e Moda, pelo apoio e desenvolvimento deste estudo.

À professora Ms. Maria Adelina Pereira pela colaboração no desenvolvimento dos ensaios experimentais com as normas técnicas da ABNT.

E, finalmente, a todas as pessoas da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP, aqui não mencionadas, mas que contribuíram de alguma forma para que fossem concretizados os desenvolvimentos apresentados nesta dissertação.

## RESUMO

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. 125 f. Dissertação (Mestre em Ciências, Programa Têxtil e Moda) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

A indústria de confecção de vestuário transforma um tecido bidimensional em um artigo tridimensional. Embora existam vários métodos para unir as partes de um artigo de vestuário, a costura com linhas é o método mais utilizado. A costura é quem fornece resistência à peça, e nesse sentido, perde sua funcionalidade se por acaso romper os fios do tecido, ou ainda, se houver rompimento da linha, ou outro problema como esgarçamento, deslizamento do tecido ou da costura. A qualidade de uma costura é definida pelos seus desempenhos funcionais e estéticos. A norma ABNT NBR 9925:2009 estabelece as condições do ensaio que indica se a costura tem tendência a abrir-se mediante a aplicação de uma força; também aponta os tipos de agulhas, linhas e fios, e ainda indica a densidade de pontos e máquinas adequadas para a confecção dos corpos de prova que serão ensaiados. O objetivo deste trabalho é utilizar o planejamento de experimentos para estudar a possibilidade de ampliar dos valores de densidade de pontos por centímetro e espessuras das agulhas, propostos pela referida norma ABNT NBR 9925:2009 para verificar a costurabilidade de uniformes escolares. Foram selecionados no mercado três tecidos normalmente utilizados na confecção desses artigos; e em seguida, realizados os ensaios físicos de gramatura, determinação da densidade de pontos por centímetro e determinação do esgarçamento de uma costura padrão. O modelo estatístico escolhido foi o planejamento aleatorizado por níveis; e para a análise dos resultados foram utilizados a ANOVA (análise de variância), com intervalo de confiança de 95%, e o box plot. Os resultados obtidos indicam a viabilidade do uso do estudo proposto para a seleção da densidade de pontos e tipo de agulhas em função da aplicação do produto final.

Palavras-chave: Costurabilidade. Ensaio físicos. Uniformes escolares. Planejamento de experimentos.

## **ABSTRACT**

PERSON, K.S.G. Proposal for a procedure to study the expansion of parameters: density of dots per inch and thickness of the needles, specified by the ABNT NBR 9925: 2009, used for verification of school clothing sewability. 2015. 125 f. Dissertação (Mestre em Ciências, Programa Têxtil e Moda) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

The industry of making clothing becomes a two-dimensional fabric in a three-dimensional article. Although there are several methods to connect the parts of an article of clothing, the seam with lines is the most used method. The sewing is who provides resistance to the part and, in this sense, the seam loses its functionality if by chance breaking the wires of the tissue, or even if there is no line rupture, or another problem such as fraying, slip the fabric or sewing. The quality of a seam is defined by its functional performance and aesthetic. The ABNT NBR 9925:2009 establishes the conditions for the test that indicates if the seam has a tendency to open up through the application of a force and also indicates the types of needles, lines, wires, dot density and suitable machines for the manufacture of bodies of evidence to be tested. The objective of this work is to use the planning of experiments to study the possibility of expanding the density values of points per centimeter and thicknesses of needles, proposed by ABNT NBR 9925:2009 for the verification of sewability school uniforms. They were selected on the market three tissues normally used in the manufacture of these articles and the tests of physical weight, determination of the density of dots per centimeter and determination of the fraying of a sewing pattern. The statistical model chosen was the randomised trial planning by levels and for the analysis of the results were used for the ANOVA (Analysis of variance), with 95% confidence interval, and the box plot. The results indicate the feasibility of the use of the proposed study to selecting the density of stitches and needle type depending on the application of the final product.

Keywords: Sewability. Physical Tests. School Uniforms. Design of Experiments.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Estrutura da Cadeia Produtiva Têxtil .....	26
Figura 2.2 - Produção mundial de têxteis e vestuário .....	28
Figura 2.3 - Pessoal ocupado por segmento .....	29
Figura 2.4 - Renda e consumo por habitante .....	30
Figura 2.5 - Estrutura da cadeia da confecção .....	31
Figura 2.6 - Fluxograma da cadeia do vestuário .....	33
Figura 2.7 - Estrutura tecido plano .....	39
Figura 2.8 - Tipos de ligações do tecido plano.....	40
Figura 2.9 - Máquina de costura reta industrial .....	41
Figura 2.10 - Processo formação ponto tipo 301.....	42
Figura 2.11 - Representação gráfica da disposição do tecido e do tipo da classe da costura.....	44
Figura 2.12 - Linha de costura com fibras descontínuas .....	45
Figura 2.13 - Agulha de costura .....	46
Figura 3.1 - Distribuição dos corpos de prova a serem cortados no ensaio de gramatura.....	52
Figura 3.2 - Corpo de prova utilizado no ensaio de determinação da densidade de pontos por centímetro .....	52
Figura 3.3 – Corpo de prova após realização do ensaio .....	54
Figura 3.4 - Distribuição de referência .....	59
Figura 3.5 - Representação gráfica da distribuição de referência (Distr. F) .....	60
Figura 3.6 - Gráfico box plot .....	61
Figura 4.1 - Box plot para análise da gramatura .....	63
Figura 4.2 - Box plot densidade de pontos por 5cm no sentido do urdume .....	65
Figura 4.3 - Box plot densidade de pontos por 5cm no sentido da trama .....	69
Figura 4.4 - Box plot esgarçamento da costura no sentido do urdume .....	74
Figura 4.5 - Box plot esgarçamento da costura no sentido da trama .....	81
ANEXO A - Figura 1 – Corpo de prova sem costura .....	107
ANEXO A - Figura 2 - Corpo de prova costurado .....	108
ANEXO A - Figura 3 - Corpo de prova costurado, orientação de corte .....	108
ANEXO A - Figura 4 - Corpo de prova após realização do ensaio .....	109

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Combinações possíveis para a realização dos ensaios físicos .....	50
Tabela 3.2 - Desempenho - Requisitos e tolerâncias .....	50
Tabela 3.3 - Representação genérica de um planejamento aleatorizado por níveis, utilizando n réplicas .....	55
Tabela 3.4 - Resumo da tabela ANOVA para análise dos resultados .....	57
Tabela 4.1 - Resultados dos ensaios de gramatura ( $\text{g/m}^2$ ) – NBR 10591:2008 .....	62
Tabela 4.2 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese $H_0$ da gramatura dos tecidos.....	63
Tabela 4.3 - Resultados do ensaio de densidade de pontos no sentido do urdume (quantidade de pontos em 5cm) – NBR 13174:1995 .....	64
Tabela 4.4 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese $H_0$ de densidade de pontos por 5 centímetros no sentido do urdume .....	66
Tabela 4.5 - Resultados do ensaio de densidade de pontos no sentido da trama (quantidade de pontos em 5cm) – NBR 13174:1995 .....	68
Tabela 4.6 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese $H_0$ de densidade de pontos por 5 centímetros no sentido da trama .....	70
Tabela 4.7 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido do urdume com densidade 3pontos/cm e costurados com agulhas de pontas redondas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80 – NBR 9925:2009.....	72
Tabela 4.8 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido do urdume com densidade 4pontos/cm e costurados com agulhas de pontas redondas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80.....	73
Tabela 4.9 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido do urdume com densidade 5pontos/cm e costurados com agulhas de pontas redondas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80 .....	73
Tabela 4.10 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese $H_0$ do esgarçamento da costura no sentido do urdume .....	75
Tabela 4.11 - Valores experimentais de esgarçamento da costura no sentido do urdume reagrupados em função da densidade de pontos por centímetro e da espessura das agulhas.....	77

Tabela 4.12 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese $H_0$ do esgarçamento da costura no sentido do urdume .....	78
Tabela 4.13 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido da trama com densidade 3pontos/cm e costurados com agulhas de pontas redondas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80 – NBR 9925:2009 .....	80
Tabela 4.14 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido da trama com densidade 4pontos/cm e costurados com agulhas de pontas redondas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80 – NBR 9925:2009 .....	80
Tabela 4.15 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido da trama com densidade 5pontos/cm e costurados com agulhas de pontas redondas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80 – NBR 9925:2009 .....	80
Tabela 4.16 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese $H_0$ do esgarçamento da costura no sentido da trama .....	82
Tabela 4.17 - Valores experimentais de esgarçamento da costura no sentido da trama reagrupados em função da densidade de pontos por centímetro e da espessura das agulhas .....	84
Tabela 4.18 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese $H_0$ do esgarçamento da costura no sentido da trama .....	85
ANEXO A - Tabela 1 - Combinações exigíveis para ensaio .....	106
APÊNDICE A - Tabela 1 - Fatores de abrangência k para diferentes graus de liberdade $v_{eff}$ .....	111
APÊNDICE A - Tabela 2 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm, costura sentido urdume .....	112
APÊNDICE A - Tabela 3 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 4,0 pontos/cm, costura sentido urdume .....	113
APÊNDICE A - Tabela 4 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 5,0 pontos/cm, costura sentido urdume.....	113
APÊNDICE A - Tabela 5 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm, costura sentido trama.....	114

APÊNDICE A - Tabela 6 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm, costura sentido trama .....	114
APÊNDICE A - Tabela 7 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm, costura sentido trama .....	115
APÊNDICE B - Tabela 1 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido urdume .....	116
APÊNDICE B - Tabela 2 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido trama .....	117
APÊNDICE B - Tabela 3 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido urdume .....	117
APÊNDICE B - Tabela 4 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido trama .....	118
APÊNDICE B - Tabela 5 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido urdume .....	118
APÊNDICE B – Tabela 6 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido trama .....	119
APÊNDICE B - Tabela 7 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido urdume .....	119
APÊNDICE B - Tabela 8 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido trama .....	120
APÊNDICE B - Tabela 9 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido urdume .....	120
APÊNDICE B - Tabela 10 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido trama .....	121
APÊNDICE B - Tabela 11 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido urdume .....	121
APÊNDICE B - Tabela 12 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) – costura sentido trama .....	122
APÊNDICE C - Tabela 1 - Desempenho – Requisitos e tolerâncias .....	127

## LISTA DE ABREVEITURAS E SIGLAS

ABIT	Associação Brasileira das Indústrias Têxteis e do Vestuário
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA	Análise de variância
ASTM	American Society for Testing and Materials
CRE	Constant rate of extension
CP	Corpo de prova
CWQC	Company Wide Quality Control
DICLA	Divisão de acreditação de laboratórios
EACH	Escola de Artes, Ciências e Humanidades
FC	Fator de cobertura
FEI	Faculdade de Engenharia Industrial
IEMI	Instituto de Estudos e Marketing Industrial
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	International Organization for Standardization
IPEM	Instituto de Pesos e Medidas.
JIS	Japan Industrial Standard
NBR	Norma Brasileira.
NQA	Nível de qualidade aceitável
NP	Norma Portuguesa
PROMOVESC	Projeto de Modernização do Vestuário Escolar
QM	Quadrado médio
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.
SS	Soma dos quadrados
TQC	Total Quality Control (Controle Total da Qualidade)
TQM	Total Quality Management (Gestão pela Qualidade Total)
UC	Incerteza combinada
UE	Incerteza expandida
UM	Incerteza das médias
USP	Universidade de São Paulo

## LISTA DE SIMBOLOS

a	diferentes níveis de tratamento
C	contraste
cm	centímetro
daN	decanewton
$\epsilon_{ij}$	erro experimental
$F_0$	razão F
$F_{n-1,\alpha}$	valores da distribuição estatística F de Snedecor
$H_0$	hipótese nula
$H_i$	hipótese alternativa
mm	milímetros
N	numero de unidades experimentais
$T_i$	efeito principal de cada tratamento
$\mu$	média populacional
$\bar{y}$	média das médias
$\bar{y}_i$	média dentro dos tratamentos
$\Sigma$	somatória

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
1.1 Objetivo .....	20
1.2 Justificativa .....	20
1.3 Metodologia.....	21
1.4 Organização do trabalho .....	22
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>23</b>
2.1 Qualidade .....	23
2.2 Indústria Têxtil no Brasil .....	25
2.3 Importância da Indústria Têxtil .....	27
2.4 Processo Produtivo da Confeção .....	30
2.4.1 Gestão por etapa no processo produtivo .....	31
2.4.1.1 Planejamento da coleção .....	33
2.4.1.2 Planejamento do processo produtivo .....	35
2.4.1.3 Estoque de materiais .....	35
2.4.1.4 Setor Corte .....	36
2.4.1.5 Costura .....	36
2.4.1.5.1 Costurabilidade .....	37
2.4.1.5.2 Tecidos .....	39
2.4.1.5.3 Máquina de costura .....	40
2.4.1.5.4 Classe 300 – Ponto fixo .....	42
2.4.1.5.5 Tipos de costuras .....	43
2.4.1.5.6 Classe 1 .....	43
2.4.1.5.7 Designação numérica .....	43
2.4.1.5.8 Representação gráfica das costuras .....	43
2.4.1.5.9 Linha de Costura .....	44
2.4.1.5.10 Agulha .....	45
2.4.1.5.11 Adequações de materiais .....	46
2.4.1.6 Acabamento e inspeção .....	47
2.4.1.7 Passadoria .....	47
2.4.1.8 Embalagem .....	47

2.4.1.9 Estoque de Produto Acabado e Expedição .....	48
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>49</b>
3.1 Materiais .....	49
3.2 Métodos .....	49
3.2.1 Determinação da gramatura .....	51
3.2.2 Preparação dos corpos de prova para o ensaio de densidade de pontos por centímetro .....	52
3.2.3 Determinação da densidade de pontos por centímetro .....	53
3.2.4 Preparação dos corpos de prova para o ensaio de esgarçamento de uma costura padrão .....	53
3.2.5 Determinação do esgarçamento de uma costura padrão .....	53
3.3 Estudo estatístico .....	54
3.3.1 Planejamento Aleatorizado por Níveis .....	54
3.3.2 Análises de um modelo de efeitos fixos .....	56
3.3.3 Teste de hipóteses .....	56
3.3.4 Análise de variância .....	56
3.3.5 Comparações das médias individuais dos tratamentos .....	59
3.3.6 Contraste .....	59
3.3.7 Box plot .....	60
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>62</b>
4.1 Ensaio de gramatura .....	62
4.2 Densidade de pontos por centímetro .....	64
4.2.1 Densidade de pontos no sentido do urdume .....	64
4.2.2 Densidade de pontos no sentido da trama .....	68
4.3 Esgarçamento da costura .....	71
4.3.1 Esgarçamento da costura no sentido do urdume .....	72
4.3.1.1 Verificação dos valores médios de esgarçamento entre os tratamentos....	77
4.3.2 Esgarçamento da costura no sentido da trama .....	80
4.3.2.1 Verificação dos valores médios de esgarçamento entre os tratamentos....	84

<b>5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS ..</b>	<b>87</b>
5.1 Conclusão .....	87
5.2 Recomendações de trabalhos futuros .....	90
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>110</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o quinto maior produtor mundial de manufaturados têxteis e de vestuário. A indústria têxtil e do vestuário brasileira, se nessa classificação não ocupa o primeiro lugar, tanto na geração de empregos quanto na geração de renda, é um dos mais importantes setores da economia nacional. Com efeito, emprega cerca de 1,65 milhão de pessoas, sendo o segundo maior empregador da indústria de transformação, e o sexto maior produtor têxtil do mundo.

Para o bom funcionamento da cadeia têxtil, é importante garantir que os elementos da cadeia atuem com qualidade e produtividade em todas as etapas do processo, pois há entre eles uma indissociável e sucessiva relação fornecedor-cliente, e qualquer falha ocorrida em um dos estágios da cadeia propagará seus efeitos nas etapas seguintes (COSTA NETO; GUSMÃO, 2008).

O fenômeno econômico e social da globalização fez com que a competição entre as empresas tem se tornado bastante intensa. Os mercados que eram antes restritos, passaram a ser disputados em todas as partes do mundo. Em consequência, competir por mercados mais exigentes capacita as empresas a oferecer produtos para seus mercados tradicionais. Isso significa enfrentar situações desafiadoras, desafio que eleva o nível da inteligência empresarial, desdobra e multiplica as operações de fabricação e, finalmente, envolve outras cadeias produtivas, o que culmina por gerar mais e melhores empregos (RIGUEIRAL; RIGUEIRAL, 2002).

A forte concorrência dos produtos importados está obrigando a indústria têxtil brasileira a reagir, através da expansão e da incorporação de novas tecnologias em seus processos. Nesse contexto, fabricantes de fibras, fios, tecidos e artigos confeccionados estão frequentemente procurando alternativas para inovar e diferenciar seus produtos dos de seus concorrentes.

Por outro lado, o avanço da indústria têxtil permitiu não só o aprimoramento dos tecidos tornando a roupa mais confortável e funcional, mas também permitiu sua produção em maior escala e, conseqüentemente, ajudou a viabilizar sua distribuição no mercado (SANCHES, 2006).

O conforto de vestir uma roupa, cujo tecido ajusta-se primorosamente ao corpo, deve-se à evolução da indústria têxtil. Em vista deste processo evolutivo, não se pode negar a utilidade de novos conhecimentos e técnicas que possibilitam o homem

moderno a vestir-se adequadamente: a roupa deve servir ao homem, de modo que o aqueça no inverno e o refresque no verão (RIGUEIRAL; RIGUEIRAL, 2002).

No quesito concorrência, parece obter resultados positivos, deve-se levar em conta as características que determinam a qualidade de um produto de vestuário começam com a seleção das matérias-primas, fibras, fios e tecidos, passando pelas fases de criação, desenvolvimento, confecção e acabamento, indo repercutir na preferência do cliente.

Desse jeito, no dizer de Sanches (2006), a qualidade de um produto de vestuário depende principalmente da qualidade do projeto, do material incorporado, da tecnologia, do beneficiamento, da adequabilidade do estilo projetado e da confecção.

De acordo com Feghali e Dwyer (2001), na indústria têxtil a concorrência se faz no estilo, no design e na moda, exige capacidade de se organizar a produção de forma flexível, no sentido de possibilitar respostas rápidas às mudanças de tendências e às demandas do consumidor.

O segmento dos uniformes e roupas profissionais que faz parte do setor do vestuário, e apesar de não serem tão suscetíveis às tendências de moda, muitas modificações podem ser percebidas, por exemplo, em relação à estética dos uniformes, os quais variaram ao longo dos tempos, funcionando como um reflexo da sociedade (ANDRADE et al., 2010).

Quanto aos uniformes escolares, *Puccini e Laschuk (2014)*, afirmam que fazem parte do dia a dia dos estudantes brasileiros desde o século XIX e que possuem funções, tais como vestir, padronizar e proteger os usuários. Afirmam também que possuir estética atraente, ergonomia e funcionalidade são requisitos fundamentais, uma vez que os alunos passam a maior parte do seu dia com esses uniformes, ou seja, estudam, praticam atividades físicas e de lazer.

Na indústria de confecção de vestuário, a forma mais usual de transformar o tecido em um artigo de vestuário é através da união das partes pela costura. Segundo Novais (2013, p.37), “a qualidade de uma costura é definida através de desempenhos funcionais e estéticos imprescindíveis para a utilização do vestuário”. Em outras palavras, os materiais têxteis devem apresentar uma boa costurabilidade, que pode ser avaliada pelo comportamento dos tecidos e linhas utilizados na costura (ROCHA, 1996).

No processo produtivo, a qualidade a que se refere Novais (2013), é estabelecida nas diversas etapas do sistema de produção. As atividades do sistema devem interagir-se

para que os produtos tenham suas características funcionais com desvios mínimos dos valores fixados no projeto, porque tais desvios constituem um exemplo típico de perda. Com efeito, mantendo-se as características funcionais suficientemente próximas dos valores projetados, tem-se uma redução da perda para o consumidor e uma diminuição dos custos da qualidade (TAGUCHI, 1990).

Esse é o motivo da importância de se elaborar normas, procedimentos, padrões e /ou especificações técnicas, necessárias, inclusive padronizar as informações para as empresas; de forma a facilitar avaliação dos processos fabris e/ou produtos, e ter resultados para avaliar também a conformidade, de acordo com o projeto inicial proposto para o mercado consumidor. O principal objetivo da avaliação da qualidade, é verificar se o controle da qualidade está sendo mantido.

Para Slack et al. (1999), os controles podem ser apresentados segundo os seguintes critérios: qualidade, flexibilidade, custo, rapidez e confiabilidade, e suas medições colaboram com os controles propostos a implantação de modificações nos processos e fluxos de produção devem ser realizados.

## **1.1 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é utilizar o planejamento de experimentos para estudar a possibilidade de ampliar os valores de densidade de pontos por centímetro e espessuras das agulhas, propostos pela norma ABNT NBR 9925:2009 para verificar a costurabilidade de uniformes escolares.

## **1.2 Justificativa**

O uso do uniforme escolar é obrigatório na maioria das escolas, tanto nas escolas particulares quanto nas instituições da rede pública. Segundo Vieira (2007), aproximadamente 83% dos estabelecimentos de ensino exigem o uso do uniforme. Atualmente, as escolas oferecem peças como: camisetas, jaquetas, regatas e calças, bermudas e saias. São artigos que podem ser adquiridos e utilizados pelos alunos a partir de sua livre opção. Nessa opção, entretanto, as crianças estão cada vez mais exigentes quanto à estética, qualidade e funcionalidade desse vestuário.

Sobre qualidade na confecção, Gusmão (2008, p.73) afirma que:

A qualidade na confecção depende da qualidade da matéria-prima, da modelagem, da peça piloto, do encaixe, do risco, do enfesto, do corte, do fechamento da produção entre outros detalhes de acabamento. Havendo um bom controle da qualidade em cada uma das etapas citadas, o resultado final é positivo.

Já estão em andamento algumas ações para melhorar a qualidade do produto final, tais como, a redução das grandes diferenças de tonalidades dentro de uma mesma cor, o encolhimento, o desbotamento e a criação de um padrão de segurança para as peças que compõem o vestuário escolar. É o que vem ocorrendo, em associações como Projeto de Modernização do Vestuário Escolar.

Por sua vez, a norma ABNT NBR 15778:2009 estabelece os requisitos de desempenho e segurança para uniformes escolares. Essa norma limita o esgarçamento da costura a uma abertura de 6,0 mm. A norma ABNT NBR 9925:2009, objeto deste estudo especifica a densidade de pontos e as espessuras das agulhas.

Entretanto, as transformações tecnológicas trouxeram implicações sobre a competição na indústria têxtil, principalmente quanto à delimitação de novos espaços da concorrência mais internacionalizados e provocaram a aceleração do ritmo de inovação da tecnologia que resultou no encurtamento do ciclo de vida de produtos e processos e no aumento da diferenciação de produtos. No novo paradigma competitivo predomina qualidade de produto, flexibilidade, rapidez de entrega e inovatividade, além da racionalização dos custos de produção (RECH, 2006).

Assim, o grande desafio das indústrias de vestuário - em qualquer um dos seus segmentos - é buscar alternativas para reduzir custos de produção, mantendo a qualidade e funcionalidade dos artigos. Alterar alguns padrões normatizados já existentes em termos de costurabilidade, mantendo a qualidade e funcionalidade do produto final dentro dos padrões exigidos pelo mercado, pode ser uma alternativa para a redução de custos nas confecções.

### **1.3 Metodologia**

Foram selecionados no mercado tecidos planos de diferentes fabricantes, agulhas e linhas utilizadas pelas confecções que fabricam vestuário escolar. As matérias-primas selecionadas são normalmente utilizadas para a confecção de calças, bermudas e saias. Foram realizados ensaios físicos para determinar a gramatura dos tecidos, a densidade de pontos por centímetro e o esgarçamento de uma costura padrão. A análise dos

resultados experimentais foi feita através da ANOVA (Análise de variância) e do box plot.

#### **1.4 Organização do trabalho**

O presente trabalho está estruturado em cinco seções.

O primeiro deles, a introdução, como já foi descrito apresenta uma visão do que será tratado nos próximas seções, os objetivos do trabalho, justificativa e a metodologia utilizada pelo pesquisador.

A seção 2 é a revisão bibliográfica que expõe a constituição da evolução histórica da qualidade, a cadeia têxtil e do vestuário e sua importância, e a fabricação do produto acabado com os materiais e sua evolução histórica.

A seção 3 descreve os materiais e metodologia empregada nos ensaios e as ferramentas estatísticas utilizadas para a análise dos resultados.

A seção 4 resultados e discussões, compara os resultados encontrados com os padrões existentes no mercado..

A seção 5 apresenta as conclusões dos resultados obtidos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Qualidade

Segundo João Jornada (2011), descreve que a qualidade depende:

*“A qualidade depende diretamente da normalização e da metrologia. Não há qualidade se não houver especificação dos insumos, do produto final, das metodologias de produção e de medição dos atributos-chave.”*  
( João Jornada<sup>1</sup>,2011)

Diversos autores conceituaram qualidade. Segundo Deming (1990), por exemplo, a qualidade significa um grau previsível de uniformidade e confiabilidade a baixo custo, estando adequada ao mercado.

Juran (1997), ao estudar o assunto, diz que a qualidade possui duas definições: uma, são aquelas características do produto que atendem às necessidades dos clientes e, portanto, promovem satisfação com o produto; outra, a qualidade consiste na ausência de defeitos.

Por sua vez, a visão de Ishikawa (1986) sobre a qualidade é ampla. Seu ponto de vista fundamenta-se na disseminação e utilização de técnicas de controle de qualidade total por parte de todos que integram a organização, da alta gerência aos operários. Na sua concepção, qualidade significa ainda o atendimento contínuo das necessidades dos consumidores, buscando a sua satisfação em vários aspectos: qualidade do produto ou serviço, da empresa e de seus funcionários, da administração. Uma qualidade, enfim, que abrange a satisfação pelo custo do produto e serviço e pelo atendimento no prazo estabelecido.

A Norma ISO 8402:1997 descreve qualidade como um conjunto de propriedades e características de um produto, processo ou serviço, que fornecem quesitos de satisfaz as necessidades explícitas ou implícitas.

Alguns autores dividem a qualidade em dois aspectos: o aspecto técnico e o humano. Ambos trabalham com cinco tipos de qualidade: a pessoal, a departamental, a de produtos, a de serviços e a da empresa. A qualidade técnica busca satisfazer exigências e expectativas concretas: tempo, finanças, taxa de defeitos, funcionabilidade,

---

<sup>1</sup> João Jornada: presidente do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO em 2011.

durabilidade, segurança e garantia. A qualidade humana diz respeito à satisfação de expectativas e desejos emocionais: atitude, comprometimento, atenção, credibilidade, consistência e lealdade (CONTE; DURSKI, 2002).

Outros estudiosos do requisito qualidade consideram-na como sendo uma prioridade competitiva e destaca oito dimensões para seu planejamento: desempenho do produto; suas características; sua confiabilidade; sua durabilidade; sua conformidade ao uso; o atendimento aos quesitos; sua estética e imagem do produto ou qualidade percebida (GARVIN, 1987).

Conforme expõe Oliveira (2004) a evolução da qualidade passou por grandes períodos, a saber: o período da inspeção, que ocorreu pouco antes da Revolução Industrial (século XVIII). Essa inspeção era realizada pelo artesão e pelo cliente, em que o principal objetivo era observar possíveis defeitos de fabricação. Nesse período, não havia métodos preestabelecidos a serem usados. O controle de inspeção somente foi aprimorado no período seguinte, chamada era do controle estatístico. Foi quando a técnica de inspeção por amostragem passou a ser utilizada, devido à grande demanda da fabricação dos produtos, sendo, portanto impossível inspecionar produto a produto.

A qualidade dos produtos é um diferencial competitivo, pois atende às manifestações de satisfação do cliente com relação às suas expectativas e necessidades. Esse diferencial faz com que as empresas procurem métodos de produção e certificações, o que resulta na verificação e correção dos defeitos de um produto ou serviço (ALMEIDA, 1996).

Nessas circunstâncias nasce a gestão da qualidade, hoje uma grande preocupação das empresas, sejam elas voltadas para produtos, sejam para serviços. A conscientização para a qualidade e o reconhecimento de sua importância tornou sua certificação indispensável para empresas de todo o mundo. Para Slack (2009, p. 520), “qualidade é uma preocupação chave na maior parte das organizações. Bens e serviços de alta qualidade podem oferecer a uma empresa grande vantagem competitiva”.

Segundo Araújo (2007), durante a década de 1950 as organizações adotavam uma filosofia que refletia pouca preocupação com os clientes que, porventura, estivessem consumindo seus produtos. No meio empresarial imperava a certeza de que, na falta de concorrentes, os clientes procurariam as organizações que oferecessem os produtos sem considerar a sua qualidade.

Entretanto, a partir dessa década, novas organizações surgiam e começaram a disponibilizar produtos iguais aos oferecidos, introduzindo, inclusive, alguns produtos distintos e melhores. Surgiam finalmente no mercado organizações preocupadas com

essa nova realidade e capazes de investir em algo a que, até então, não se prestava atenção: os clientes. Nos anos de 1990, o surgimento da globalização terminou por acentuar esse fenômeno. Então, o enfoque da qualidade é alterado e o mercado passa a ser conduzido pelos clientes, provocando significativas mudanças. A qualidade passou a ser um atributo essencial e a ocupar a atenção gerencial voltada para prover soluções no âmbito das organizações (ARAÚJO, 2007).

Nesse cenário hodierno, qualidade pode ser definida como a busca pela perfeição com intenção de agradar clientes cada vez mais conscientes das facilidades de consumo; conscientes também da existência de uma variedade de organizações a lhes oferecer seus produtos. No contexto das novas tecnologias de gestão, Araújo (2007) afirmam que qualidade é uma filosofia onde a eliminação do chamado retrabalho e a obsessão pelo “defeito zero” são regras que não podem ser afastadas pelas empresas que desejem permanência e lucro.

## **2.2 Indústria Têxtil no Brasil**

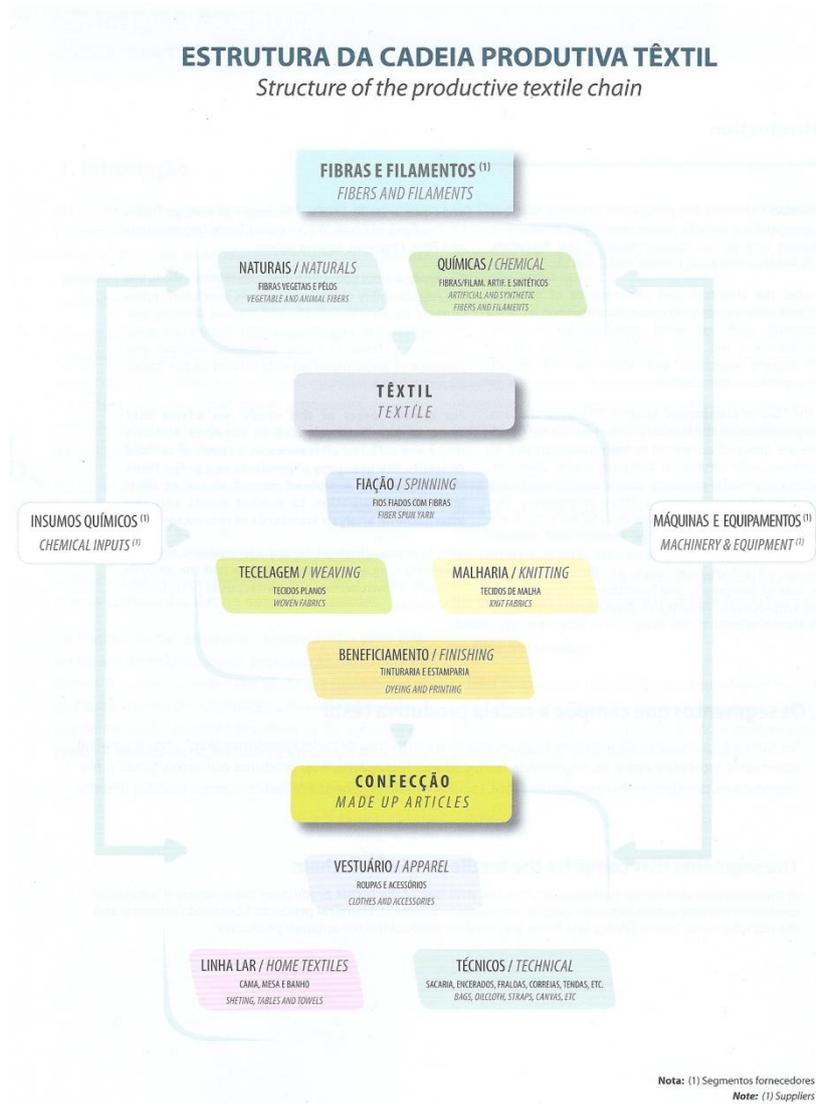
A indústria têxtil no Brasil é bastante heterogênea. Ao lado de alguns segmentos bastante competitivos, formados por grandes empresas integradas e com alto índice de mecanização, convivem com outros que apresentam significativas deficiências nesses quesitos (em especial o setor de confecções). Isso ocorre, seja pelas reduzidas escalas produtiva e empresarial, seja pelo alto grau de informalidade ou, ainda, pelas fraquezas tecnológicas (VERMULM; ERBER, 2002).

O Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio, assim define a cadeia produtiva o conjunto de organizações (principalmente empresas), cujos processos, atividades, produtos e serviços são articulados entre si, como elos de uma mesma corrente, segundo uma sequência lógica progressiva ao longo de todo o ciclo produtivo de determinado produto ou serviço. Envolve todas as fases do ciclo produtivo, desde o fornecimento de insumos básicos até a chegada do produto ou serviço ao consumidor, cliente ou usuário final, bem como as respectivas organizações que pertencem e constituem os chamados segmentos produtivos da cadeia (BRASIL, 2000).

Nesse entendimento, a cadeia têxtil e de confecções compreende a interação entre fornecedores de bens de capital e insumos (naturais e químicos), produtores de manufaturados (fios, tecidos, malhas) e bens acabados (confeccionados têxteis). Para facilitar a visualização de todos os processos relacionados com a cadeia produtiva e

para direcionar as políticas públicas e os investimentos privados, consideram-se os seguintes elos: fibras naturais, fibras manufaturadas, fiação, tecelagem, malharia, confecção (artigos do vestuário e outros confeccionados) e bens de capital (IEMI, 2011). A Figura 2.1 apresenta um esquema simplificado da cadeia têxtil.

Figura 2.1 - Estrutura da Cadeia Produtiva Têxtil



Fonte: IEMI, 2011.

Cumprir lembrar que, historicamente, a industrialização brasileira tem seu primórdio com bases na indústria têxtil. Suas raízes são originárias dos índios que, no Brasil, antes de seu descobrimento, já exerciam atividades artesanais, utilizando-se de técnicas primitivas para obtenção dos fios através das fibras, e construindo telas grosseiras com finalidades, inclusive a de proteção de seus corpos.

O setor têxtil brasileiro participou ativamente de todas as etapas da industrialização do Brasil. Exerceu um importante e decisivo papel no processo de desenvolvimento industrial brasileiro. No período colonial a indústria têxtil sofre sua primeira sanção, em 1785. Nessa ocasião somente permaneceram abertas as fábricas de tecidos grosseiros destinados à vestimenta de escravos e para enfiamento ou embalagens. Em 1864, evoluindo do sistema artesanal, o setor têxtil foi o pioneiro do processo de industrialização em resposta à alta tarifa alfandegária – 30%. Nos anos subsequentes, então, houve um grande crescimento de indústrias têxteis, inaugurando, assim, o processo fabril que provocou a substituição das importações. Nessa trajetória histórica, o crescimento brasileiro também foi favorecido pelas crises mundiais, como a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), a Crise Econômica Mundial (1929) e a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). A partir daí o setor têxtil brasileiro não parou mais de crescer (SULTANI, 2007).

Entretanto, na década de 1990, a abertura de mercado em escala global rompeu os limites tênues da indústria têxtil no quesito conforto obrigando-a a enfrentar a concorrência, focando o sistema produtivo a dar início imediato a um processo de modernização. A abertura de mercado fez a balança comercial, que já apresentava um saldo positivo decrescente, passar a ser deficitário em pouco tempo (BRAGA JR, 2000). Pio, Braga e Antunes (2009), discorrendo sobre as inovações do setor, afirmam que os fornecedores dominam o desenvolvimento tecnológico e que esses fornecedores não participam do desenvolvimento de novos produtos têxteis. Apesar de as empresas do setor acompanhar as tendências do mercado.

### **2.3 Importância da Indústria Têxtil**

Dados da Fundação Getúlio Vargas de 2012 registram que o setor brasileiro de produtos têxteis e de confecções constitui um dos componentes da cadeia produtiva mais importante da indústria brasileira, tanto por conta do número de empregados quanto pela relevância comercial de seus produtos na atividade do varejo e nos gastos das famílias.

O Brasil é atualmente o quinto maior produtor mundial de manufaturados têxteis e de vestuário, conforme a Figura 2.2. Em nível interno, tanto na geração de empregos quanto na geração de renda, a indústria têxtil e de vestuário é uma das mais importantes

setor da economia nacional; emprega cerca de 1,7 milhão de pessoas, sendo o segundo maior empregador da indústria de transformação (IEMI, 2011).

Figura 2.2 – Produção mundial de têxteis e vestuário

Produção mundial de têxteis e vestuário - 2009					
World textile and apparel production - 2009					
Têxteis / Textiles <sup>(1)</sup>			Vestuário / Apparel <sup>(2)</sup>		
Países / Countries	1.000 ton.	%	Países / Countries	mil ton.	%
1. China/Hong Kong	33.231	48,8%	1. China/Hong Kong	19.709	49,0%
2. Índia / India	5.500	8,1%	2. Índia / India	2.819	7,0%
3. Estados Unidos / United States	3.620	5,3%	3. Paquistão / Pakistan	1.535	3,8%
4. Paquistão / Pakistan	2.660	3,9%	<b>4. Brasil / Brazil</b>	<b>1.169</b>	<b>2,9%</b>
<b>5. Brasil / Brazil</b>	<b>2.089</b>	<b>3,1%</b>	5. Turquia / Turkey	1.070	2,7%
6. Indonésia / Indonesia	1.853	2,7%	6. Coreia do Sul / South Korea	968	2,4%
7. Taiwan / Taiwan	1.682	2,5%	7. Itália / Italy	968	2,4%
8. Coreia do Sul / South Korea	1.327	1,9%	8. México / Mexico	951	2,4%
9. Turquia / Turkey	1.283	1,9%	9. Malásia / Malaysia	651	1,6%
10. Tailândia / Thailand	874	1,3%	10. Polónia / Poland	622	1,5%
11. México / Mexico	739	1,1%	11. Taiwan / Taiwan	578	1,4%
12. Itália / Italy	732	1,1%	15. Roménia / Romania	518	1,3%
13. Bangladesh / Bangladesh	618	0,9%	12. Tailândia / Thailand	453	1,1%
14. Rússia / Russia	475	0,7%	13. Sri Lanka / Sri Lanka	450	1,1%
15. Alemanha / Germany	466	0,7%	14. Indonésia / Indonesia	445	1,1%
<b>Subtotal</b>	<b>57.149</b>	<b>84,0%</b>	<b>Subtotal</b>	<b>32.906</b>	<b>81,7%</b>
Outros / Others	10.979	16,0%	Outros / Others	7.352	18,3%
<b>Total</b>	<b>68.128</b>	<b>100,0%</b>	<b>Total</b>	<b>40.258</b>	<b>100,0%</b>

Fontes: Fiber Organon/IEMI  
 Notas: (1) Calculado com base no consumo industrial de fibras e filamentos  
 (2) Estimativas IEMI

Sources: Fiber Organon/IEMI  
 Notes: (1) Calculated based on the consumption of fibers and filaments  
 (2) IEMI estimates

Fonte: IEMI, 2011.

O Setor Têxtil e de Confecção Brasileiro destaca no cenário mundial, não apenas por seu profissionalismo, criatividade e tecnologia, mas também pelas dimensões de seu parque têxtil: é o quarto maior parque produtivo de confecção do mundo, o segundo maior produtor de denim e o terceiro na produção de malhas. Autosuficiente na produção de algodão, o Brasil produz 9,8 bilhões de peças confeccionadas ao ano (destas, cerca de 5,5 bilhões em artigos de vestuário), sendo referência mundial em *beachwear*, *jeanswear* e *homewear*. Outros segmentos também vêm ganhando mercado internacional como, por exemplo, a nossa moda feminina, masculina, a infantil, além do *fitness* e moda íntima (ABIT, 2013).

Os setores Têxtil e de Confecção são relativamente intensivos em mão de obra e ainda possuem grande capacidade de geração de empregos. No Brasil, o crescimento lento da produção resultou também em uma trajetória de pequena expansão no número de pessoas ocupadas entre 1996 e 2005. Todavia, a partir de 2006, os dados indicam que o nível de emprego no setor voltou a crescer, principalmente em função do reaquecimento

do mercado interno (ABID, 2011). A Figura 2.3 mostra a evolução do número de postos de trabalho em cada segmento do setor têxtil.

Figura 2.3 - Pessoal ocupado por segmento

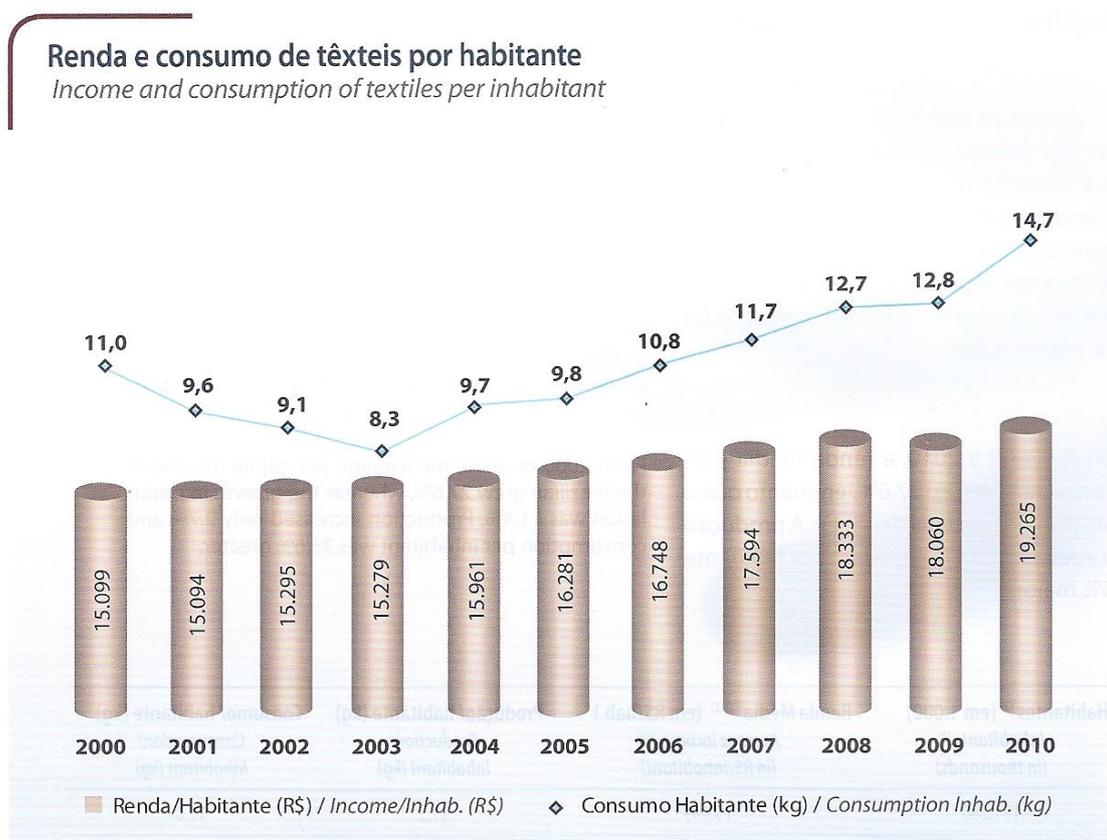
<b>Pessoal ocupado por segmento</b>					
<i>People employed per segment</i>					
<b>Segmentos / Segments</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
<b>Têxteis / Textiles</b>	<b>329.994</b>	<b>341.438</b>	<b>340.717</b>	<b>339.584</b>	<b>338.327</b>
Fiações / Spinning	79.422	78.318	75.889	76.385	77.607
Tecelagens / Weaving	102.216	101.102	101.870	101.472	102.299
Malharias <sup>(1)</sup> / Knitting <sup>(1)</sup>	118.292	122.138	121.753	120.122	113.275
Beneficiamento / Finishing	30.064	39.880	41.205	41.605	45.146
<b>Confeccionados / Made up articles</b>	<b>1.193.918</b>	<b>1.223.862</b>	<b>1.286.867</b>	<b>1.300.348</b>	<b>1.331.061</b>
Vestuários / Apparel	1.008.121	1.034.332	1.090.115	1.100.259	1.137.453
Meias e acessórios / Socks and accessories	44.203	45.352	47.892	46.283	46.037
Linha lar / Home textiles	99.504	102.590	104.026	105.942	96.660
Outros <sup>(2)</sup> / Others <sup>(2)</sup>	42.090	41.588	44.834	47.864	50.911
<b>Total</b>	<b>1.523.912</b>	<b>1.565.300</b>	<b>1.627.584</b>	<b>1.639.932</b>	<b>1.669.388</b>
<b>Fonte:</b> IEMI	<b>Source:</b> IEMI				
<b>Notas:</b> (1) Inclui tricotagem	<b>Notes:</b> (1) Includes knitting				
(2) Artigos técnicos e industriais	(2) Technical and industrial articles				

Fonte: IEMI, 2011.

Hoje, a indústria têxtil nacional é segundo maior empregador na indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas; são 1,7 milhão de empregados diretos e 8 milhões se adicionarmos os indiretos e efeito geração de renda, dos quais 75% são de mão de obra feminina.

A Figura 2.4 apresenta o aumento da renda do brasileiro e o aumento do consumo de têxteis por habitante no Brasil. As projeções indicam que nos próximos cinco anos, o comércio têxtil e de confecção no mundo alcançará a cifra de US\$ 856 bilhões. O Brasil participa com 0,6% deste valor (IEMI, 2011). Com incremento da renda e estabilidade da economia pode-se supor que há uma tendência de aumento do consumo de têxteis nos próximos anos.

Figura 2.4 - Renda e consumo por habitante



Fonte: IEMI, 2011.

Segundo dados do artigo publicado no site Administradores (2013), o crescimento real da renda, sobretudo nos estratos mais pobres, tem garantido forte expansão do comércio. As taxas de crescimento do varejo têxtil e de confecções só têm ficado abaixo da média do comércio em geral por conta do desempenho excepcional de segmentos, como o de automóveis, de produtos da linha branca e materiais de construção, fortemente estimulados por medidas de desoneração que se intensificaram após o início da crise financeira internacional em 2008.

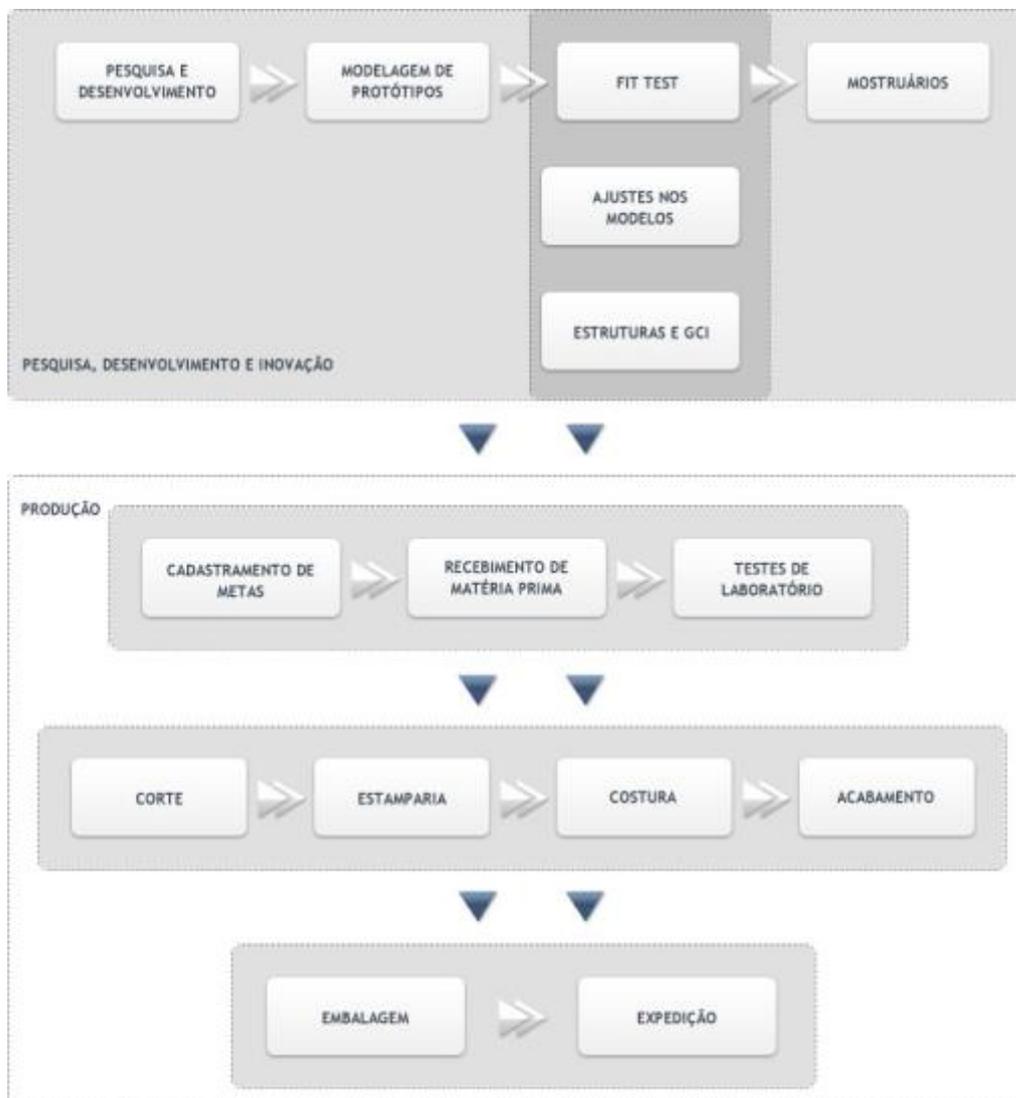
## 2.4 Processo produtivo da confecção

Araújo (1996) define a confecção como sendo “a nossa segunda pele”, com funções pragmáticas, estéticas e representativas, e que vem evoluindo constantemente.

Nesse universo fabril, Cunha (2002) ressalta: “O processo produtivo da indústria do vestuário caracteriza-se por ser heterogêneo, tanto em relação aos diversos níveis

tecnológicos e gerenciais dentro de um mesmo segmento, quanto no interior das empresas ...”. A Figura 2.5 mostra a estrutura da cadeia da confecção.

Figura 2.5 - Estrutura da cadeia da confecção



Fonte: Vulcabrás, 2012.

#### 2.4.1 Etapas do processo produtivo

Zaccarelli (2000) falando sobre eficiência na empresa, propõe um conjunto de cinco principais tipos de vantagens competitivas como estratégia para o alcance do sucesso empresarial: busca pela preferência de seus produtos junto aos seus clientes/consumidores; custos internos baixos e preços de venda normais; custos

externos baixos e preços de venda normais; diferenciação no negócio e, finalmente, a existência de talentos especiais na empresa.

As etapas do Processo Produtivo podem ser consideradas subprocessos industriais e interagem entre si com características de cliente e fornecedor. A interação de toda a sequência operacional depende da eficiência do trabalho de cada uma destas etapas e da sincronia que existe em suas relações.

Os resultados no Processo Produtivo definem a competitividade da empresa em relação ao custo e à qualidade do produto. Cabe lembrar que as confecções vendem os serviços de transformação de matéria-prima (tecidos ou fios) em produtos sendo que o lucro deste negócio está vinculado, diretamente, ao custo do processo.

A característica estrutural básica da indústria do vestuário é a grande diversificação das unidades produtivas em termos de tamanho, escala de produção e padrão tecnológico. Nas fases de desenho e corte, grandes avanços foram obtidos com o uso da tecnologia CAD/CAM, permitindo economia de tecidos e ganhos em rapidez nas etapas de criação. Saliente-se que a etapa de montagem concentra praticamente 80% do trabalho empregado e, ainda, utiliza máquinas de costura que mantêm basicamente a mesma concepção dos primeiros modelos, a despeito de melhorias relacionadas com a introdução de microeletrônica (GOULART; NETO, 1997).

De acordo com Fusco (2003), “O conceito de qualidade tem evoluído muito ao longo do tempo, e hoje se pode dizer que se tornou quase que um ‘qualificador’ de mercado. A qualidade final do produto depende da qualidade em cada etapa do processo.

Cruz-Moreira (2003) argumenta que “A fragmentação das etapas do seu processo produtivo permite, ao mesmo tempo, a dispersão geográfica e a mobilidade das atividades produtivas. Possibilita, ainda, a divisão do trabalho e dos lucros em forma desigual. A existência de etapas da produção intensiva em mão de obra – MDO e o baixo custo do posto de trabalho na etapa de costura (que continua basicamente constituído por um operador e uma máquina de costura) favorecem a geração de emprego e, por isso, muitos governos nacionais veem estas indústrias como estratégias para seu desenvolvimento industrial.”

A fabricação de uma peça de confecção envolve um processo produtivo com as seguintes etapas: idealização (criação, design), preparação (modelagem, gradeamento, corte), montagem (costura, overloque), acabamento (caseamento, botões, limpeza, passadoria) (ABREU, 1986; CASTRO, 2004).

A Figura 2.6 mostra as etapas do Processo Produtivo para confecções:

Figura 2.6 - Fluxograma da cadeia do vestuário



Fonte: SEBRAE, 2012.

#### 2.4.1.1 Planejamento da coleção

O planejamento da coleção cria as direções de maximização de uso dos tecidos e cores. Além disso, inclui um eficiente trabalho de criação, design, modelagem e qualidade, que certamente, vai determinar o número de modelos, além de garantir melhores resultados para a coleção.

Kotler (2009, p. 205) relata que:

Cada novo produto ou cada nova marca exige um plano de desenvolvimento e de lançamento. O conceito do produto terá de ser definido, aperfeiçoado e testado, juntamente com os protótipos mais recentes. A fase de lançamento exigirá um conjunto muito complexo de atividades.

A criação de um novo produto se justifica pela necessidade percebida, tanto por um indivíduo como por um grupo. Nesse sentido, Back, Ogliari, Dias e Silva (2008, p. 25) definem produto como “um objeto concebido, produzido industrialmente com determinadas características e funções, comercializado e usado de modo a satisfazer as necessidades ou desejos de pessoas ou organizações.”

No contexto do planejamento, Rech (2002) fala sobre algumas características necessárias ao produto vestuário, como: o conforto e durabilidade quanto ao uso, perfeita modelagem para o corpo do consumidor, acessórios adequados, etiquetas decorativas e explicativas, embalagem correta para o tipo de produto. Tais características aliadas a um preço aceitável pelo mercado, são fundamentais no projeto de novos produtos de moda.

Menezes (2010) descreve que o molde traçado no papel de forma bidimensional, com auxílio de materiais e instrumentos de modelar, constitui-se por diagramas formados por ângulos de 90° para garantir o equilíbrio da peça e por linhas retas e curvas, que vão tomando formas, obedecendo à tabela de medidas padronizadas para os diversos segmentos do design do vestuário.

Rosa (2009) acrescenta que a modelagem é a técnica responsável pela construção de peças do vestuário, através de leitura e interpretação de modelo específico. Tal procedimento implica na tradução das formas da vestimenta, estudo da silhueta, tecidos entre outros elementos da peça a ser produzida.

Segundo Gurgel (2001), o processo produtivo especifica os itens e matérias-primas que compõem o produto, resolve os detalhes do processo e prepara as fichas necessárias para a produção e montagem, e se preocupa com os custos industriais, tem como objetivo a melhoria do desempenho e da qualidade, para aumentar a competitividade do produto no mercado. Esse procedimento é conhecido na indústria do vestuário como a ficha técnica ou especificação técnica de um produto.

#### 2.4.1.2 Planejamento do processo produtivo

Após o desenvolvimento e a aprovação dos produtos, deve-se otimizar a produção de acordo com a necessidade de referências que fecharão os pedidos na expedição. A maneira mais adequada para isto é planejar lotes, somando a quantidade de peças vendidas de cada modelo e que serão entregues em uma determinada data. Com isso aumenta o volume de corte, bem como a produtividade na costura. O planejamento deve considerar os pedidos que chegam de seus clientes em relação à capacidade de produção e estoque de materiais.

De acordo com Moura (1996), em um sistema de manufatura, toda vez que são formulados objetivos, é necessário formular planos de como atingi-los, organizar recursos humanos e físicos necessários para a ação, dirigir a ação dos recursos humanos sobre os recursos físicos e controlar essa ação para corrigir eventuais desvios.

Sob a nomenclatura de programação e controle da produção, o conceito de Zacarelli (1986, p. 1) refere-se a “um conjunto de funções inter-relacionadas que objetiva comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa”.

Corrêa, Gianese e Caonm (2012) define o planejamento como um conjunto de considerações do momento presente e da visão de futuro onde serão tomadas decisões no presente para que se atinjam determinados objetivos no futuro.

#### 2.4.1.3 Estoque de materiais

A administração de materiais tecnicamente bem aparelhada é, sem dúvida, uma das condições fundamentais para o equilíbrio econômico e financeiro de uma empresa (FRANCISCHINI, 2002). Nesse sentido, a boa gestão de estoques é considerada um elemento fundamental para reduzir e controlar os custos totais e também melhorar o nível de serviço prestado pelas empresas (WANKE, 2003, p. 11). Dias (1997) acrescenta ainda que a gestão de estoques constitui ainda uma série de ações que permitem ao administrador verificar se os estoques estão sendo bem utilizados, manuseados corretamente e bem controlados.

#### 2.4.1.4 Setor Corte

Lidório (2008), assim descreve o risco marcador: é uma marcação feita em um papel com a largura do tecido e o comprimento útil da mesa para o enfiesto; sobre ele são transportados os contornos e as marcações de diferentes moldes (encaixe) correspondentes a tamanhos e/ou modelos distintos que se repetem uma ou várias frações de vezes, para fim de colocá-lo em cima do enfiesto e posterior corte.

É a operação pelo qual o tecido é estendido em camadas, completamente planas e alinhadas, a fim de serem cortadas em pilhas. Ainda segundo Lidório (2008), “o enfiesto é feito sobre a mesa de corte que deve ser perfeitamente horizontal e ter 10% a mais para o manejo das máquinas de corte.”

Mendes, Fusco e Sacomano (2010) acrescentam alguns cuidados que devem ser tomados para o bom êxito da tarefa de corte:

Os tecidos chegam à confecção em rolos e encontram-se sob tensão. Ao serem estendidos, os tecidos encolhem, sendo o encolhimento do urdume geralmente superior ao da trama. Se a peça de vestuário é confeccionada com o tecido sob tensão, ao lavá-la, o produto encolhe e deforma-se, fato que compromete a sua qualidade. Para eliminar o problema, os tecidos devem ser dispostos sobre uma superfície plana, horizontal, lisa e com repouso previsto por algumas horas.

(MENDES, FUSCO, SACOMANO; 2010; p.50).

O setor de corte é responsável pela execução da produção do corte e pela qualidade dos produtos cortados e informa ao P.C.P. (Planejamento e Controle da Produção) a produção atingida no final do dia (ARAÚJO, 1996).

#### 2.4.1.5 Costura

Nas formações socialistas pré-capitalistas e antes do advento da máquina de costura, a confecção da roupa era uma das principais ocupações da humanidade as quais eram só constituídas por mulheres. Consistia em um trabalho manual, sendo que algumas famílias utilizavam-se da costura como meio de subsistência na produção a domicílio e mais tarde nas oficinas externas (LEHNERT, 2001).

Segundo Barreto (1997) é no setor de costura que as peças cortadas provenientes do setor do corte são agrupadas de forma ordenada e montadas em máquinas de costura. É nesse local onde se concentra o maior número de trabalhadores, podendo representar

50% da força de trabalho da empresa. Em sua maioria absoluta, é constituída por mulheres (GARCIA, 2006).

Nesse sentido, é importante ressaltar que a atividade mais crítica e menos automatizada do processo produtivo em uma indústria de confecção se desenvolve no setor de costura. As tarefas aí realizadas são totalmente dependentes da habilidade dos operadores da máquina de costura, habilidade que exige um grau excessivo de manipulação (HENRIQUES; GONÇALVES, 2008).

A confecção de uma peça de vestuário requer, muitas vezes, a utilização de vários tipos de costuras e de diferentes máquinas. Araújo (1996, p. 209) dá uma ideia da atenção que deve ter no processo de costura: “Para produzir determinado tipo de costura é necessário utilizar a máquina certa, convenientemente afinada e com os acessórios próprios para a produção desse tipo de costura da forma mais eficaz e no mais curto espaço de tempo.”

Para Mendes, Fusco e Sacomano (2010, p. 53), de um modo geral: “as costuras precisam suportar cargas e possuir propriedades físicas idênticas aos materiais que são unidos”. Por essas razões, os tipos de ponto, agulha e linha utilizados devem estar de acordo com a matéria-prima e com a aplicação de cada artigo.

Conforme Novais (2013), a qualidade de uma costura pode ser definida pelos desempenhos estéticos e funcionais necessários para a utilização do vestuário. Esteticamente, a costura não deve possuir defeitos, tais como, pontos falsos, costuras franzidas, densidade irregular dos pontos ou linhas de costura rompidas. O desempenho funcional refere-se, principalmente, à tração, à flexibilidade, à resistência à abrasão, à resistência às lavagens e à limpeza a seco.

#### *2.4.1.5.1 Costurabilidade*

Segundo Araújo (1996), as linhas de coser devem ser escolhidas em conformidade com a função que vão exercer o tipo de costura e o material a coser:

Essencialmente, as principais propriedades são a resistência e o alongamento à rotura, a elasticidade, a resistência à abrasão, a estabilidade dimensional à lavagem, a solidez da cor, sobretudo à lavagem, a capacidade de formar laçadas. A combinação adequada destas propriedades torna-se essencial para obter uma boa “costurabilidade” do tecido. (ARAÚJO, 1996, p. 214).

De acordo com Rocha (1996), costurabilidade utilizada na linguagem técnica e proveniente do inglês “sewability”, é definida como a aparência e o comportamento dos

materiais têxteis (tecidos e linhas) que apresentam quando submetidos a uma operação de costura. É um requisito de qualidade do produto para a indústria do vestuário.

Rocha (1996) alerta que a combinação ideal de linhas/tecidos/agulhas podem exercer uma influencia de forma positiva ou negativa se não for submetido corretamente nas operações de costuras com os elementos da máquina, o que interferirá diretamente na formação da costura.

A qualidade adequada de peças de vestuário depende da qualidade do tecido, parâmetros da máquina, e do tecido na costurabilidade. Costurabilidade pode ser definida como a facilidade de formação de estruturas de cobertura e a capacidade do material a ser costurado eficazmente sem danos nos tecidos, e também para proporcionar um desempenho de uso final adequado (BEHERA,1997 ; STYLIOS, 1994, tradução nossa).

Segundo Tanaka, Yasumori e Kamata (1997 ) a costurabilidade pode ser influenciada pela deflexão da agulha no processo de costura:

... em sua vez, o fato de desvios da agulha, pode estar estreitamente relacionado com a costurabilidade. Os resultados de um estudo preliminar realizado pelo nosso grupo de derivações para a opinião de que os fatores como a forma de agulhas e de excentricidade, a construção do tecido a ser costurado, várias condições operacionais, etc., são responsáveis por desvio da agulha lateralmente. Na linha do projeto, um estudo detalhado é, portanto, formulado para descobrir os fatores que realmente são responsáveis pelo desvio da agulha lateralmente, e daí para estabelecer uma relação entre esses fatores potenciais de desvio da agulha e costurabilidade ... (TANAKA, YASUMORI, KAMATA, 1997, tradução nossa).

A costurabilidade é um termo difícil de definir. Contudo, o conceito de boa costurabilidade de um tecido inclui o bom manuseio deste no processo de costura, não ser danificado pela agulha e pelo mecanismo de alimentação ou desenvolver costuras franzidas, podendo ser costurado a velocidades elevadas sem aquecer excessivamente a agulha. A contribuição das linhas para uma boa costurabilidade é primordial. Abarca a ausência de quebras no processo de costura, a consistência na formação das laçadas, a ausência de pontos falsos e a alteração mínima do material costurado. Mesmo com a combinação perfeita da linha e do material a costurar, pode não ser possível obter-se uma boa costurabilidade se a máquina de costura não se encontrar devidamente regulada (NOVAIS, 2013).

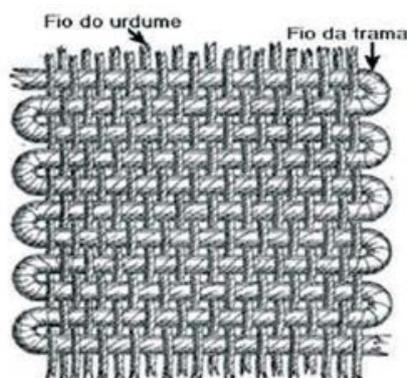
#### 2.4.1.5.2 Tecido plano

Sanches (2011), esclarece:

“De acordo com a Norma ABNT/BT-392 o tecido plano é uma estrutura produzida pelo cruzamento de um conjunto de fios de urdume (sentido longitudinal) e o conjunto de fios de trama (sentido transversal), formando um ângulo de (ou próximo a) 90°. Os pontos de ligação são rígidos, não permitindo que os fios deslizem uns sobre os outros quando o tecido é tensionado” (SANCHES, 2011, p. 63).

A Figura 2.7 mostra os fios de urdumes e de tramas em uma tela.

Figura 2.7 - Estrutura tecido plano



Fonte: GALEGO, 2008.

O ligamento tela ou tafetá é o mais simples de todos, e caracteriza-se por uma disposição em que cada fio de trama passa alternadamente por cada fio de urdume, repetidamente. Pezzolo (2007) diz que em mais de 70% dos tecidos é utilizado este método de entrelaçamento.

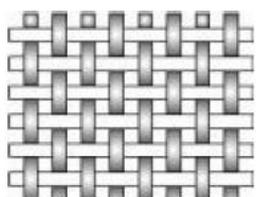
O tecido laço diagonal se caracteriza por apresentar linhas diagonais que forma na parte superior do tecido, os cabos nesse tecido tipo de tecido são colocados dois cabos da trama sobre um cabo o urdume, um abaixo e dois acima, e assim sucessivamente, formando as diagonais. Esse tipo de tecido possui duas variações: o tecido diagonal mão direita que possui as diagonais começando da parte inferior esquerda e chegando a parte superior direita, e o tecido diagonal mão esquerda que começa na parte inferior direita e termina a sua ondulação na parte superior esquerda. (PARDINI et al, 2006).

Os tecidos tipo cetim (harness satin- HS) são caracterizados por apresentarem um comprimento maior entre as sobrepassagens; seus entrelaçamentos acontecem com no

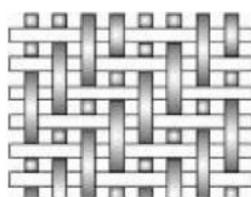
mínimo três cabos acima e um abaixo (4 harness satin- 4HS) e, no máximo onze cabos acima e um abaixo (12 harness satin- 12HS), sendo que cada coluna começa um cabo à frente da outra, formando uma diagonal no tecido (PARDINI et al, 2006).

A Figura 2.8 mostra a representação esquemática das ligações: tela, sarja e cetim.

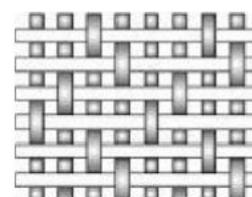
Figura 2.8 - Tipos de ligações do tecido plano



Ligação tela ou tafetá



Ligação sarja



Ligação cetim ou raso

Fonte: GALEGO, 2008.

#### 2.4.1.5.3 Máquina de costura

A primeira patente sobre uma máquina de costura deve-se a Thomas Saint que, no ano de 1790, em Londres, concebeu uma máquina para costurar cabedal. Contudo, a análise dos desenhos dessa máquina, revelou tratar-se apenas de uma máquina experimental. Durante os anos que se seguiram, verificaram-se vários desenvolvimentos, salientando-se os obtidos por Elias Howe - que patenteou a máquina de ponto fixo nos EUA em 1846 - e, principalmente, os obtidos por Isaac Singer, cujo nome - SINGER - se tornou quase sinônimo de máquina de costura. A partir daí, os principais avanços na tecnologia das máquinas de costura resultaram da aplicação da eletricidade como força motriz e do desenvolvimento de alguns pontos novos e acessórios para melhorar a qualidade e aumentar a produtividade (ARAUJO, 1996).

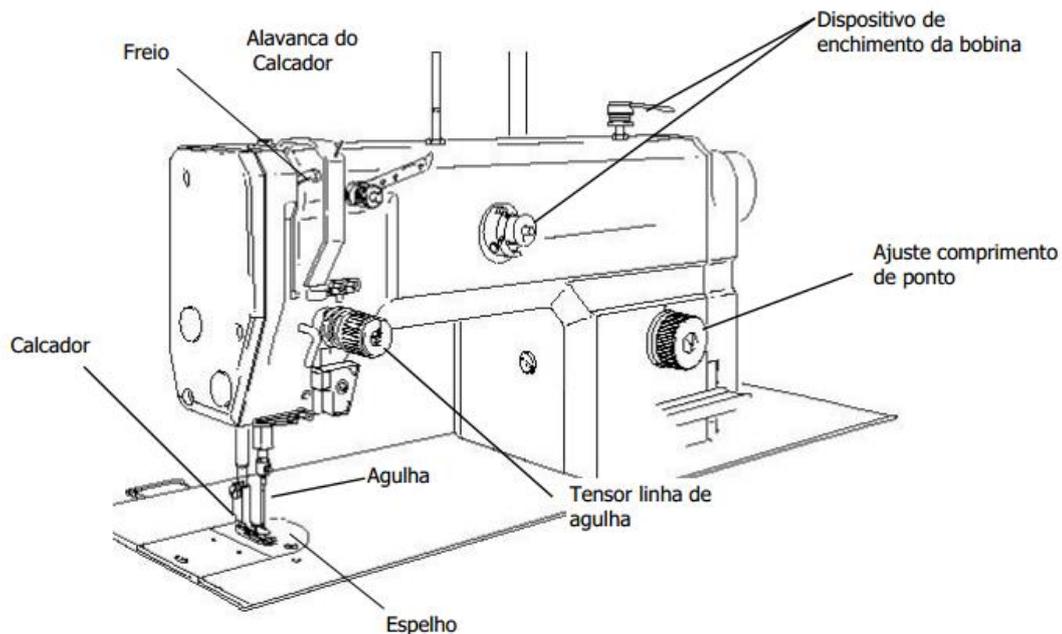
O principal equipamento utilizado na costura é a máquina de costura, inventada no século XIX. Apesar da idade, suas características básicas se mantêm até hoje. E também as suas diversas gerações (manivela, pedal, motor e programáveis), bem como os vários tipos de máquinas que realizam operações específicas (costura reta, curva, diferentes pontos e tarefas), apesar das facilidades, não alteram significativamente o tempo de produção (SCHERER e CAMPO, 1995).

A função da máquina de costura é produzir uma cadeia de laçadas de linha interligadas numa pequena secção do tecido (ARAUJO, 1996). Por definição, a costura é a aplicação de uma sequência de pontos de costura ou tipos de pontos de costura a uma ou várias

espessuras de material (NP3800, 1991), com o objetivo de unir, ornamentar ou reforçar. A unidade de formação é o ponto de costura, que se obtém pela passagem - em intervalos de espaço definidos e uniformes - da agulha pelo tecido, e consequente passagem de um (vários) fio(s) por laço(s).

A Figura 2.9 mostra os principais componentes uma máquina de costura reta industrial.

Figura 2.9 – Máquina de costura reta industrial



Fonte: FERREIRA, 2009.

Os diversos tipos de ponto (ABNT NBR 13096,1994) diferenciam-se pelas seguintes características:

1. Entrelaçar simples: Passagem do laço de uma linha, entre outro laço formado pela mesma linha.
2. Entrelaçar duplo: Passagem do laço de uma linha, entre o laço formado por outra linha.
3. Ponto de segurança: Ponto formado por uma linha que não entra no laço, mas que circunda outras linhas para segurá-las.

Os tipos de pontos de costura (ABNT NBR 13483,1995) estão divididos em oito classes, cujas principais características são:

- a) classe 100: ponto cadeia simples;

- b) classe 200: ponto manual;
- c) classe 300: ponto fixo;
- d) classe 400: ponto corrente de duas agulhas;
- e) classe 500: ponto overloque;
- f) classe 600: ponto de cobertura;
- g) classe 700: ponto fixo com uma só linha
- h) classe 800: pontos combinados.

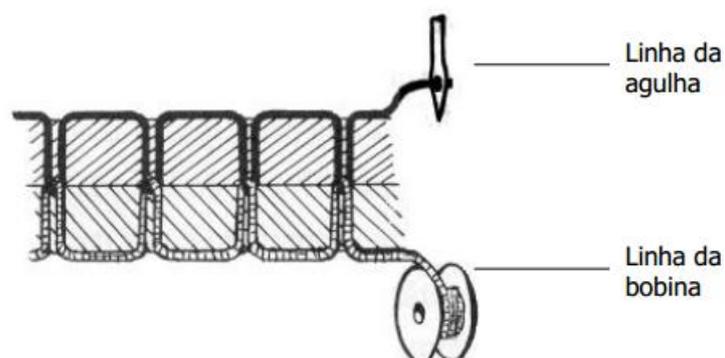
#### 2.4.1.5.4 Classe 300 – Ponto fixo

Pretende-se adquirir, registrar e analisar a forma de variação da tensão de linha da agulha durante a formação do ponto de costura tipo 301, assim como o respectivo consumo de linha de costura. O conhecimento da dinâmica da costura permitirá alcançar um maior conhecimento sobre a costurabilidade neste tipo de máquina de costura (FERREIRA, 2009).

Os pontos da classe 300 são formados por uma ou mais linhas de agulhas introduzidas de um lado do material que se entrelaçam com a linha da bobina do outro lado (ABNT NBR 13483,1995).

O ponto 301 é formado por duas linhas, uma da agulha e outra da bobina. O laço da linha da agulha passa através do tecido e é entrelaçado pela linha da bobina. A linha da agulha é depois puxada para cima para fixar a costura, conforme ilustrado na Figura 2.10. A aparência é igual dos dois lados quando corretamente equilibrado, resultando em costuras resistentes.

Figura 2.10 - Processo de formação ponto tipo 301



Fonte: FERREIRA, 2009.

#### *2.4.1.5.5 Tipos de costuras*

Segundo a norma (ABNT NBR 9397,1986), as costuras são identificadas por uma designação numérica constituída por cinco algarismos. O primeiro algarismo indica a classe da costura (classes de 1 a 8); o segundo e terceiro algarismos indicam as diferenças de configuração do material (números que vão de 01 a 99); o quarto e quinto algarismos indicam as diferenças nas colocações dos locais de penetração ou de passagem da agulha e/ou a representação simétrica da configuração do material (números que vão de 01 a 99).

#### *2.4.1.5.6 Classe 1*

As costuras produzidas nesta classe são produzidas com mínimo de dois componentes, ambos limitados no mesmo lado. Qualquer outro componente é, ou similar a um desses dois, ou limitado sobre os dois lados (ABNT NBR 9397, 1986).

#### *2.4.1.5.7 Designação numérica*

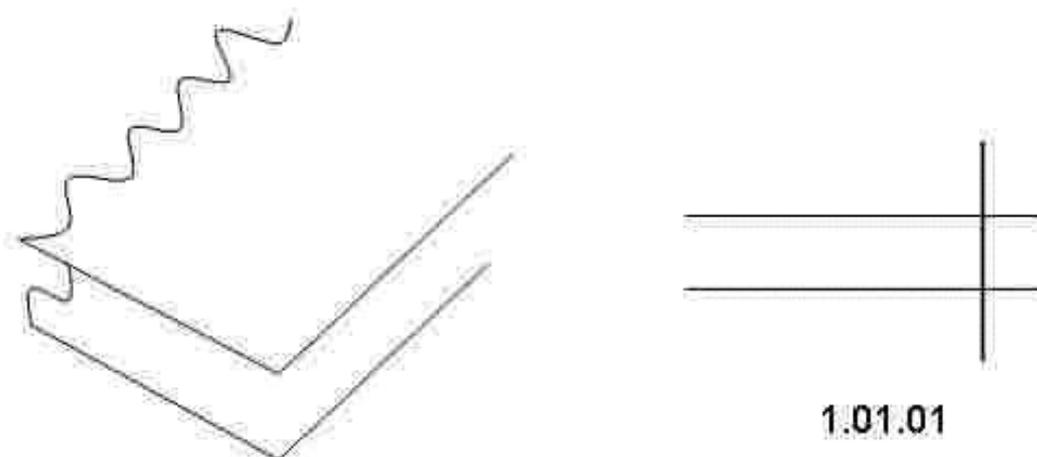
A designação numérica é dividida em cinco dígitos, sendo:

- 1º dígito: classe 1 a 8;
- 2º e 3º: numero contando de 1 a 99 para indicar diferenças na confecção do material.
- 4º e 5º: numero contando de 1 a 99 para indicar na localização das penetrações da agulha ou representação simétrica da configuração do material.

#### *2.4.1.5.8 Representação gráfica das costuras*

Todas as costuras são representadas graficamente como se fossem costuradas na máquina de costura industrial. A Figura 2.11 mostra a representação 1.01.01 (ABNT NBR 9397, 1986), ou seja, a agulha passa através do material representado pelo traço na perpendicular, passando pelos outros dois traços paralelos que representam as camadas de tecidos.

Figura 2.11 - Representação gráfica da disposição do tecido e do tipo da classe da costura



Fonte: ABNT NBR 9397,1986.

#### 2.4.1.5.9 Linha de costura

Linha de costura é formada pelo entrelaçamento de dois ou mais fios, apresentando, assim, características como, por exemplo, resistência aos processos de costurabilidade (COATS, 2012).

Uma linha de costura produzida com fibras selecionadas de poliéster de alta tenacidade<sup>2</sup>, fiadas sob o máximo rigor e controle, apresenta regularidade<sup>3</sup> de grossura e lubrificação, do início ao fim de cada cone. Proporciona ótima costurabilidade quando comparada a artigos de composição semelhante, 100% fibras de poliéster descontínuas. Excelente resistência à luz solar e à degradação por produtos químicos. (COATS, 2012). As linhas de poliéster compostas por fibras descontínuas são produzidas mediante um sistema de fiação similar ao utilizado no algodão e, portanto, muito mais simples do que o processo para fabricação de linhas mistas. Esse tipo de construção de linha de costura é o mais utilizado pelos fabricantes, em função do menor custo de produção e também pela simplicidade do processo. Entretanto, para que em sua utilização sejam alcançados graus satisfatórios de produtividade e de qualidade, alguns cuidados devem ser

<sup>2</sup> Tenacidade: é a relação entre a força máxima e a densidade linear do fio.

<sup>3</sup> Regularidade: característica que mostra que os materiais apresentam as mesmas condições estipuladas em toda a sua estrutura.

observados, desde a seleção da matéria-prima e insumos empregados, até as máquinas e equipamentos envolvidos na fabricação de linha (COATS, 2012).

A Figura 2.12 mostra uma representação esquemática da linha de costura fabricada a partir de fibras descontínuas e retorcida a três cabos.

Figura 2.12 - Linha de costura com fibras descontínuas



Fonte: COATS, 2012.

#### 2.4.1.5.10 Agulha

Agulha é uma ferramenta perfurante composta de materiais metálicos com a função de penetrar o tecido para fazer o entrelaçamento da linha de costura e, assim, formar o ponto da costura.

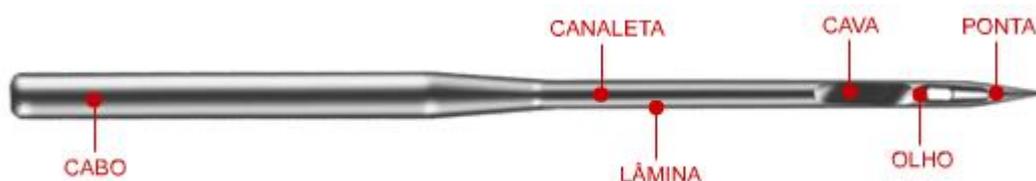
Sua principal função é separar os fios do tecido, de maneira a facilitar a passagem da linha de costura, sem romper os fios de ligamento do tecido.

Para Mendes et al. (2010, p. 53), de um modo geral: “as costuras precisam suportar cargas e possuir propriedades físicas idênticas aos materiais que são unidos”. Por essas razões, os tipos de ponto, a agulha e a linha utilizados devem estar de acordo com a matéria-prima e aplicação de cada artigo.

Rocha (1996), por sua vez, esclarece que a seleção da agulha adequada a um determinado artigo, especialmente no que se refere ao seu tamanho e forma de ponta, deveria ser algo tão natural como a linha de costura. Todavia, apesar dos vários estudos realizados no sentido de otimizar a relação agulha/linha/tecido, na prática, nem sempre assim se procede, o que geralmente leva ao aparecimento de deformidades da costura.

A Figura 2.13 mostra as principais partes da agulha.

Figura 2.13 - Agulha de costura



Fonte: Singer, 2012.

#### 2.4.1.5.11 Adequações de materiais

Cunha (2002), assim se expressa: dentro da indústria de confecção existem segmentos bastante diferenciados no que diz respeito às matérias-primas e aos processos produtivos utilizados, bem como aos padrões de concorrência e às estratégias empresariais. Essa diversidade dificulta a realização de análises conjunturais por instituições de pesquisa e associações do ramo têxtil.

De acordo com Ishikawa (1993), o desenvolvimento tecnológico do Japão ocorreu devido a Análise de Processo e da Qualidade. Campos (1999) acrescenta que a qualidade deve acontecer em três elementos básicos da organização, sendo eles, os equipamentos e materiais, os procedimentos e as pessoas.

A adequação de materiais nas empresas refere-se a combinações de estruturas dos tecidos, máquinas de costuras e insumos utilizados para realizar a costura. Ainda nessa adequação são considerados alguns fatores importantes como: composição, estrutura e gramatura do tecido.

A composição<sup>4</sup> e a estrutura do tecido irão definir o tipo de ponta da agulha e as linhas e fios mais adequados aos processos de costura.

A gramatura<sup>5</sup> está relacionada com as dimensões da agulha (espessura) e com a densidade de pontos por centímetro na costura regulada, na máquina para cada tipo de tecido.

As adequações de materiais foram baseadas seguindo a Norma ABNT NBR 9925.

<sup>4</sup> Composição: é a percentagem de fibras que compõem o tecido.

<sup>5</sup> Gramatura: é o peso do tecido em gramas a cada 1 metro linear de tecido ou 1 metro quadrado de tecido.

#### 2.4.1.6 Acabamento e inspeção.

A responsabilidade do chefe do setor da costura e do setor de acabamento está voltada ao desenvolvimento da produção. Dessa forma, fica assegurado que as especificações que foram estabelecidas na ficha técnica vão ser obedecidas, bem como o cumprimento das quantidades de peças a produzir para cada produto e o manutenção da disciplina de todo o pessoal envolvido (ARAÚJO, 1996).

“Um estado ideal de qualidade é quando não há mais necessidade de inspeção (verificação)” (ISHIKAWA, 1993).

Os defeitos dos produtos de consumo podem ser de diversas naturezas (IIDA, 2005), desde projetos mal executados, uso de material inadequado, defeitos de fabricação e até danos ocorridos durante o armazenamento e o transporte.

A propósito, há poucas décadas que o conceito de qualidade passou formalmente a ser parte da função de gerenciamento. “Em sua forma original era somente relacionada às funções de inspeção, mas hoje é vista como essencial para o sucesso de um produto” (MIGUEL, 2001, p. 33).

#### 2.4.1.7 Passadoria

De acordo com Carvalinha (2007) a passadoria é um processo em que a peça é analisada, são feitos os vincos, a dobragem, quando necessário, preparando a peça para embalagem e expedição.

#### 2.4.1.8 Embalagem

Segundo Kotler e Armstrong (1998, p. 201) “Desenvolver uma boa embalagem para um novo produto requer muitas decisões. A primeira delas é estabelecer o conceito de embalagem – o que ela deve ser ou fazer pelo produto.”

A embalagem não se limita apenas instituir uma identidade da marca e um apelo; ela tem ainda um grande poder de venda quando possui um bom design. Deve também estar sujeita a modificações em seu design, no intuito de obter um melhor desempenho. Nesse sentido, Kotler e Armstrong (1998, p. 202), comentam:

Em geral as empresas criam e testam vários designs para chegarem à melhor embalagem em termos de uso normal, de manuseio mais simples para os distribuidores e de aceitação dos consumidores. Depois de selecionada e introduzida, a embalagem deve ser avaliada regularmente, pois ao longo do tempo os consumidores mudam suas preferências e novas tecnologias são desenvolvidas.

#### 2.4.1.9 Estoque de produto acabado e expedição

Moura (2005) define armazenagem como um conjunto de atividades que diz respeito à estocagem ordenada e distribuição de produtos acabados dentro da própria fábrica ou em locais destinados a este fim, pelos fabricantes, ou através de um processo de distribuição.

Slack et al (1997, p.383) observam, "não importa o que está sendo armazenado como estoque, ou onde ele está posicionado na operação; ele existirá porque existe uma diferença de ritmo ou de taxa entre fornecimento e demanda. Se o fornecimento de qualquer item ocorresse exatamente quando fosse demandado, o item nunca seria estocado"

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Materiais**

A norma ABNT NBR 15778 traz os parâmetros de avaliação da conformidade dos tecidos utilizados na confecção de vestuário escolar, os quais devem ser usados nos ensaios físicos. Os tecidos planos empregados na confecção de calças, saias e bermudas, possuem geralmente as seguintes características: ligamento – tela, composição – 100% poliéster e, aproximadamente, 100g/m<sup>2</sup> de gramatura.

Para realizar este estudo foram selecionados no mercado tecidos planos, de diferentes fabricantes, agulhas com diferentes espessuras e linhas de costura. Os materiais selecionados possuem as seguintes características:

- a) Tecido plano azul marinho, estrutura tela, composição 100% Poliéster e gramatura de, aproximadamente 100g/m<sup>2</sup>.
- b) Tecido plano azul royal, estrutura tela, composição 100% Poliéster e gramatura de, aproximadamente 100g/m<sup>2</sup>.
- c) Tecido plano cinza, estrutura tela, composição 100% Poliéster e gramatura de, aproximadamente 100g/m<sup>2</sup>.
- d) Agulha ponta redonda levemente boleada, espessura nº 75/11.
- e) Agulha ponta redonda levemente boleada, espessura nº 80/12.
- f) Linha de costura nº 120, título 27 tex, composição 100% Poliéster.

#### **3.2 Métodos**

A costurabilidade de um tecido está diretamente relacionada com o esgarçamento de costuras padrão realizadas nesse tecido. Na confecção dos corpos de prova serão utilizados nos ensaios físicos, a norma ABNT NBR 9925:2009 especifica, em função da gramatura do tecido, a espessura da agulha, a densidade de pontos por centímetro e o título da linha. E em função do tipo de tecido especifica, o tipo de agulha e de máquina a ser usada. A Tabela 3.1 mostra algumas possibilidades de combinação para realização dos ensaios físicos.

Tabela 3.1 - Combinações possíveis para realizar os ensaios físicos

<b>Tipo de tecido</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Gramatura (g/m <sup>2</sup> ) ABNT NBR 10591	Até 100	Acima de 100 até 150	Acima de 150 até 300	Acima de 300
Diâmetro do corpo da agulha (mm)	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

Fonte: ABNT NBR 9925: 2009.

Dessa maneira, a norma estabelece que os tecidos, cujas gramaturas variam de 100 a 150g/m<sup>2</sup>, sejam costurados com linhas de costura com título aproximado de 27 tex, agulhas com 0,65 a 0,75mm de diâmetro de corpo (nº 65 a nº 75) e a máquina de costura esteja regulada para costurar os tecidos com uma densidade de 5 pontos por centímetro. Neste estudo, deseja-se verificar a possibilidade de utilizar - para a fabricação de uniformes escolares - outras densidades pontos por centímetro (3 pontos/cm e 4 pontos/cm) e agulhas mais grossas (0,80 mm de diâmetro de corpo); ou seja, ampliar os parâmetros especificados pela norma ABNT NBR 9925: 2009.

A análise dos resultados experimentais foi feita com base na norma ABNT NBR 15778:2009 que estabelece os valores máximos de esgarçamento permitidos para a fabricação de vestuário escolar. A tabela 3.2 especifica a medida de abertura máxima permitida nos ensaios de esgarçamento de uma costura padrão de vestuário.

Tabela 3.2 - Desempenho - Requisitos e tolerâncias

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>Confecções infantis de malha</b>	<b>Confecções infantis de tecido plano</b>	<b>Verificação conforme</b>
Determinação do esgarçamento	6 mm	6 mm	ABNT NBR 9925

Fonte: ABNT NBR 15778: 2009.

A parte experimental foi dividida em três etapas. Primeiramente, foram realizados ensaios físicos de determinação da gramatura dos tecidos (ABNT NBR 10591:2008), para verificar se os tecidos selecionados possuíam a mesma gramatura média.

Em seguida, a máquina de costura foi regulada com três densidades de pontos: 3, 4 e 5 pontos/cm; os corpos de prova foram costurados no sentido do urdume e da trama com as três regulagens de pontos; a norma referência utilizada para realizar o ensaio foi a ABNT NBR 13174:1995. Foram feitos cálculos para determinar a incerteza de medição. Os corpos de prova foram costurados com os dois tipos de agulhas (nº 75 e nº 80) e com as três densidades de pontos, nos dois sentidos: urdume e trama. Em seguida, foram realizados os ensaios para determinar o esgarçamento de uma costura padrão (norma ABNT NBR 9925:2009).

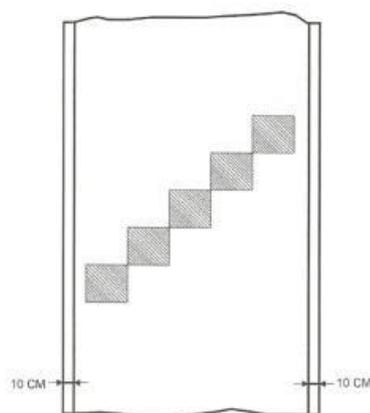
Na comparação dos resultados experimentais dos ensaios de gramatura, densidade de pontos por centímetro e esgarçamento de uma costura padrão foram utilizados a ANOVA (análise de variância) e o box plot.

### **3.2.1 Determinação da gramatura**

De acordo com a norma ABNT NBR 10591:2008, para realizar o ensaio devem ser preparados cinco corpos de prova utilizando-se gabarito com 100 cm<sup>2</sup> de área cada um. Na sequência os corpos de prova devem ser pesados em uma balança analítica. A partir do peso obtido, pode-se efetuar o cálculo da obtenção da gramatura do artigo em gramas por metro quadrado. A Figura 3.1 apresenta como deve ser feita a distribuição dos corpos de prova no tecido.

A tolerância prescrita para os resultados encontrados é de  $\pm 5\%$ , conforme a norma ABNT NBR 10591:2008.

Figura 3.1 - Distribuição dos corpos de prova a serem cortados no ensaio de gramatura



Fonte: ABNT NBR 10591, 2008.

### 3.2.2 Preparação dos corpos de prova para o ensaio de densidade de pontos por centímetro

Foram cortados, com máquina de corte industrial, seis corpos de prova: sendo três no sentido da trama e três no sentido do urdume; cortados ainda mais dois de cada tecido, com dimensões 100cm x 25cm para a regulagem da máquinas de costura para posterior costura nos corpos de prova.

Os tecidos foram costurados com máquina industrial reta de ponto fixo, tipo de ponto 301, classe de ponto 300 e agulhas ponta redonda normal nº 75/11 e 80/12. Três corpos de prova foram costurados no sentido do urdume e três no sentido da trama, cada um com três regulagens da máquina: 3 pontos/cm, 4 pontos/cm e 5 pontos/cm. A Figura 3.2 mostra os corpos de provas utilizados no ensaio.

Figura 3.2: Corpo de prova utilizado no ensaio para determinar a densidade de pontos por centímetro



Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

### **3.2.3 Determinação da densidade de pontos por centímetro.**

De acordo com a norma ABNT NBR 13174:1995, para realizar o ensaio devem ser preparados, utilizando-se uma máquina de costura reta ponto fixo, tipo de ponto 301, com regulagem de pontos variando de 3,0 a 5,0 pontos por centímetro, um corpo de prova no sentido do urdume e um corpo de prova no sentido da trama com um comprimento em que se consiga realizar três medições em um espaço de 5,0cm de costura em três regiões diferentes. Ao final, soma-se a quantidade de pontos por centímetro das três regiões e divide por 15. O resultado é expresso em pontos por centímetro.

### **3.2.4 Preparação dos corpos de prova para o ensaio de esgarçamento de uma costura padrão.**

Com a máquina de corte industrial, foram cortados dezoito corpos de prova, nos dois sentidos de cada tecido, com dimensões 10cm x 18cm. Os corpos de prova foram costurados no sentido do urdume e da trama com três regulagens na máquina de costura: 3 pontos/cm, 4 pontos/cm e 5 pontos/cm e dois tipos de agulhas: nº 11/75 e nº 12/80, de ponta redonda, levemente boleada, das marcas Groz-Beckert e Schmetz.

### **3.2.5 Determinação do esgarçamento de uma costura padrão.**

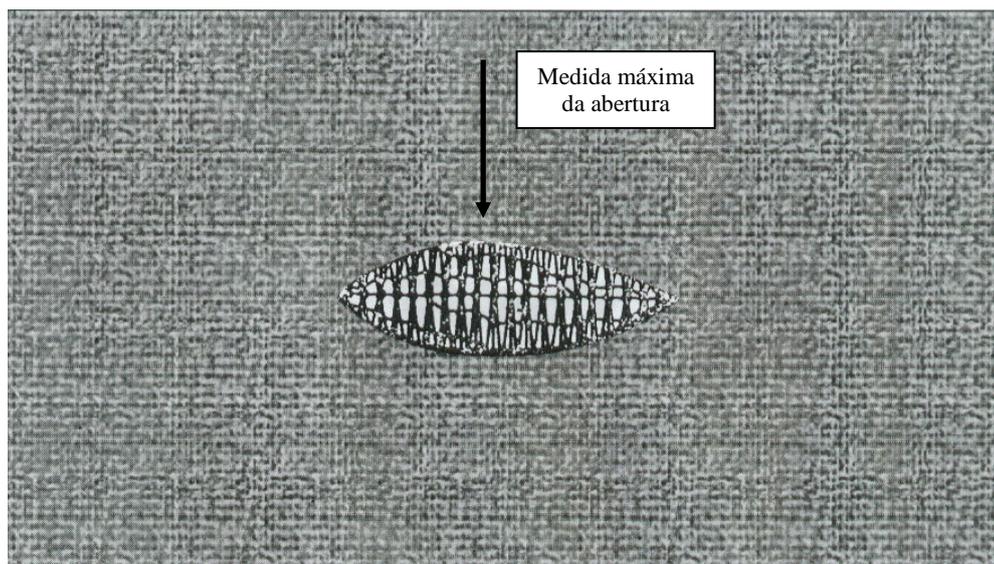
A norma ABNT NBR 9925:2009 define esgarçamento da costura como sendo o deslizamento dos fios de trama sobre os fios de urdume (ou vice-versa) do tecido quando submetido a uma força de tração perpendicular à costura padrão.

Para realizar este ensaio, devem ser preparados; utilizando-se uma máquina de costura reta ponto fixo, tipo de ponto 301, com regulagem de pontos por centímetro variando de 3,0 a 5,0 pontos por centímetro, cinco de corpos de prova no sentido da urdume e cinco de corpos de prova no sentido da trama. Na sequência deve-se realizar uma marcação de 3,7 cm nos corpos de prova para servir de base de medição no dinamômetro. Os corpos de prova precisam ser ensaiados no dinamômetro, com uma abertura entre os mordentes de  $75 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  e força 8 daN. O ensaio termina quando dinamômetro estender o corpo de prova à força estipulada. O resultado do ensaio é o comprimento em milímetros da abertura da costura. A Figura 3.3 exemplifica a posição da medida

máxima de abertura da costura. Na realização deste ensaio foi utilizado o dinamômetro EMIC – DL 500 MF.

A divulgação do conteúdo do método de ensaio, encontra-se descrita no ANEXO I, autorizado pela responsável do comitê brasileiro de normas técnicas da área têxtil e do vestuário, Sra. Maria Adelina Pereira.

Figura 3.3 – Corpo de prova após realização do ensaio



Fonte: ABNT NBR 9925, 2009.

### 3.3 Estudo estatístico

O modelo estatístico escolhido foi o planejamento aleatorizado por níveis e para a análise dos resultados foram utilizados a ANOVA (Análise de variância) e o box plot.

#### 3.3.1 Planejamento Aleatorizado por Níveis

O planejamento é recomendado quando se deseja estudar ensaios com “a” diferentes níveis (tratamentos) de uma única variável de influência (fator), com “n” réplicas para cada nível. Seu objetivo é avaliar os efeitos dos tratamentos e estimá-los, através do teste de hipóteses apropriadas (MONTGOMERY, 2009). Se forem realizadas n réplicas para cada nível, o experimento pode ser montado como mostra a Tabela 3.3:

Tabela 3.3 - Representação genérica de um planejamento aleatorizado por níveis, utilizando n réplicas

Nível (Trat.)	Observações				Totais	Médias
1	$y_{11}$	$y_{12}$	...	$y_{1n}$	$y_{1\cdot}$	$\bar{y}_{1\cdot}$
2	$y_{21}$	$y_{22}$	...	$y_{2n}$	$y_{2\cdot}$	$\bar{y}_{2\cdot}$
.	.	.	...	.	.	.
.	.	.	...	.	.	.
.	.	.	...	.	.	.
a	$y_{a1}$	$y_{a2}$	...	$y_{an}$	$y_{a\cdot}$	$\bar{y}_{a\cdot}$

Fonte: SANCHES, 2006.

onde  $y_{ij}$  é o j-ésimo elemento obtido no tratamento i. Esses elementos podem ser definidos pelo modelo estatístico linear:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \text{ com } i = 1, 2, \dots, a \text{ e } j = 1, 2, \dots, n$$

onde:

- $\mu$  é a média;
- $\tau_i$  é um parâmetro que define o efeito de cada tratamento e
- $\varepsilon_{ij}$  é um componente devido a erros aleatórios.

O modelo apresentado é denominado análise de variância de um fator único. Para tornar a análise objetiva é necessário que o planejamento experimental seja completamente aleatorizado.

Os efeitos dos tratamentos podem ser analisados mediante de um modelo de efeitos fixos ou de um modelo de efeitos aleatórios (modelo de componentes de variância). No primeiro modelo, os tratamentos são escolhidos de forma específica; o teste de hipóteses refere-se às médias dos tratamentos e as conclusões extraídas são aplicáveis somente aos níveis considerados na análise; ou seja, não podem ser estendidas a outros níveis não analisados (YAMASHITA e SANCHES, 2002).

No modelo de efeitos aleatórios, os tratamentos analisados representam uma amostra aleatória de uma população de tratamentos; o teste de hipóteses verifica a variância dos efeitos dos tratamentos, e as conclusões da análise podem ser estendidas para todos os outros tratamentos da população (FREUND, 2006).

### 3.3.2 Análises de um modelo de efeitos fixos

Os efeitos dos tratamentos  $\tau_i$  são definidos como desvios a partir da média, de modo que:

$$\sum_{i=1}^a \tau_i = 0 \quad (\text{eq. 3.1})$$

A média dentro do tratamento ( $\bar{y}_{i.}$ ) e a média das médias ( $\bar{y}_{..}$ ) podem ser determinadas pelas expressões:

$$y_{i.} = \sum_{j=1}^n y_{ij} \quad (\text{eq. 3.2})$$

$$\bar{y}_{i.} = \frac{y_{i.}}{n} \quad (\text{eq. 3.4})$$

$$y_{..} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n y_{ij} \quad (\text{eq. 3.3})$$

$$\bar{y}_{..} = \frac{y_{..}}{N} \quad (\text{eq. 3.5})$$

onde:  $i = 1, 2, \dots, a$  e  $N$  é o número total de observações.

A média estimada do  $i$ -ésimo tratamento é dada por:

$$E(y_{ij}) \equiv \mu_i = \mu + \tau_i, \quad i = 1, 2, \dots, a \quad (\text{eq. 3.6})$$

### 3.3.3 Teste de hipóteses

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j \text{ (pelo menos para um par } i, j)$$

O teste de hipótese é feito para verificar se as médias dos tratamentos são iguais, caso  $H_0$  seja verdadeira, conclui-se que todos os tratamentos têm média igual a  $\mu$ . A verificação do teste é feita através da análise de variância.

### 3.3.4 Análise de variância

Os resultados da ANOVA são normalmente apresentados em uma tabela, conforme mostra a tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Resumo da tabela ANOVA para análise dos resultados

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	$F_0$
Entre tratamentos	$SS_{Trat}$	(a-1)	$SS_{Trat}/(a-1)$	$F_0 = \frac{SS_{Trat.} / (a - 1)}{SS_E / (N - a)}$
Erro (dentro dos tratamentos)	$SS_E$	(N-a)	$SS_E/(N-a)$	
Total	$SS_T$	(N-1)		

Fonte: SANCHES, 2006.

a) Soma de quadrados total ( $SS_T$ )

O termo análise de variância deriva da divisão da variabilidade total em seus componentes, que dividida pelo número de graus de liberdade (N-1), fornece a variância da amostra conforme mostra a equação 3.5:

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 \quad (\text{eq. 3.5})$$

b) Soma de quadrados entre tratamentos ( $SS_{Trat.}$ )

A soma dos quadrados devidos aos tratamentos (dentro dos tratamentos) tem (a-1) graus de liberdade e é determinada pela expressão 3.6:

$$SS_{Trat} = n \sum_{i=1}^a (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..})^2 \quad (\text{eq. 3.6})$$

c) Soma de quadrados dentro dos tratamentos ( $SS_E$ )

A soma dos quadrados devido ao erro (dentro dos tratamentos), tem (N-a) graus de liberdade e pode ser determinada pela expressão 3.7:

$$SS_T = SS_{Trat.} + SS_E \quad (\text{eq. 3.7})$$

d) Quadrado médio entre tratamentos ( $QM_{Trat.}$ )

É a estimativa da variância entre os tratamentos e pode ser determinado pela expressão 3.8:

$$QM_{Trat.} = \frac{SS_{Trat.}}{(a-1)} \quad (\text{eq. 3.8})$$

e) Quadrado médio dentro dos tratamentos ( $QM_{Dentrotrat.}$ )

É uma estimativa da variância dentro de cada um dos tratamentos e pode ser determinada pela expressão 3.9:

$$QM_{Dentrotrat} = \frac{SS_E}{(N-a)} \quad (\text{eq. 3.9})$$

f) Razão F

Para a análise estatística das hipóteses apresentadas, tem-se que  $SS_T$  é uma soma de quadrados de variáveis aleatórias normalmente distribuídas,  $SS_T/\sigma^2$ ,  $SS_E/\sigma^2$  e  $SS_{Trat.}/\sigma^2$  são distribuídas como chi-quadrado, respectivamente, com  $(N-1)$ ,  $(N-a)$  e  $(a-1)$  graus de liberdade, se a hipótese nula  $H_0 : \tau_i = 0$  for verdadeira. Nesse caso, aplicando-se o teorema de Cochran ( $N-1 = N-a + a-1$ ) tem-se que  $SS_E/\sigma^2$  e  $SS_{Trat.}/\sigma^2$  são variáveis aleatórias chi-quadrado independentes.

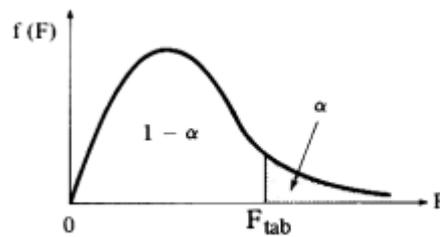
Se a hipótese nula for verdadeira, ou seja, se não há diferença entre as médias dos tratamentos, a razão  $F_0$  é uma distribuição F com  $(a-1)$  e  $(N-a)$  graus de liberdade. A razão F é calculada pela expressão 3.10:

$$F_0 = \frac{SS_{Trat.} / (a-1)}{SS_E / (N-a)} \quad (\text{eq. 3.10})$$

Caso a hipótese nula seja verdadeira, tanto o numerador quanto o denominador da expressão são estimadores confiáveis de  $\sigma^2$ . Assim, se o valor esperado para o numerador é maior que o valor esperado para o denominador, deve-se rejeitar  $H_0$  para valores do teste de hipóteses muito grandes, ou seja, a hipótese nula será rejeitada se  $F_0 > F_{\alpha, (a-1), (N-a)}$ .

A Figura 3.4 mostra a representação gráfica da distribuição F de Snedecor para testar o critério  $F_0$ .

Figura 3.4 : Distribuição de referência



Fonte: SANCHES, 2006.

### 3.3.5 Comparações das médias individuais dos tratamentos

O método do modelo de efeitos fixos permite verificar se as médias de diversos tratamentos são diferentes ou não; mas não é possível determinar quais delas divergem. Para a análise das médias individuais dos tratamentos deve-se comparar as somatórias das observações de cada tratamento ou de suas médias. Essas comparações são feitas através dos métodos de comparação múltipla (MONTGOMERY, 2009).

### 3.3.6 Contraste

Muitos métodos de comparação múltipla usam o conceito de contraste. Um contraste  $C$  é uma combinação linear dos totais  $y_i$  que permite a comparar as médias dos tratamentos e pode ser calculado pela expressão:

$$C = \sum_{i=1}^a c_i y_i \quad (\text{eq. 3.11})$$

a) Para tratamentos com o mesmo número de observações, utiliza-se a equação 3.12.

$$\sum_{i=1}^a c_i = 0 \quad (\text{eq. 3.12})$$

b) Para o cálculo da soma dos quadrados de qualquer contraste, com os tratamentos tendo o mesmo número de observações, utiliza-se a expressão 3.13.

$$SSc = \frac{\left( \sum_{i=1}^a c_i y_i \right)^2}{n \sum_{i=1}^a c_i^2} \quad (\text{eq. 3.13})$$

c) Teste de hipótese de um contraste

$$H_0: C = 0$$

$$H_1: C \neq 0$$

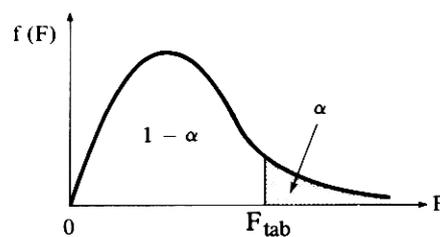
d) Análise dos resultados

Para testar as hipóteses, calcula-se a razão  $F_0$ , utilizando-se a expressão 3.14, que deve ser distribuída como  $F_{\alpha,1,(N-a)}$  caso a hipótese nula seja verdadeira.  $H_0$  será rejeitada se  $F_0 > F_{\alpha,1,(N-a)}$ .

$$F_0 = \frac{SSc}{SS_E / (N - a)} \quad (\text{eq. 3.14})$$

A Figura 3.5 mostra a representação gráfica da distribuição de referência para testar o critério  $F_0$ .

Figura 3.5 - Representação gráfica da distribuição de referência (Distr. F)



Fonte: SANCHES, 2006.

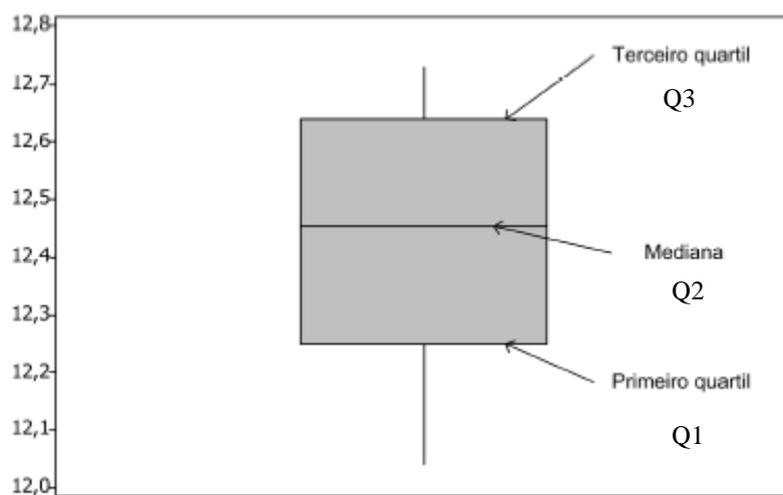
### 3.3.7 Box plot

O box plot é uma ferramenta gráfica que fornece informações sobre a localização, dispersão, simetria, comprimento da cauda (bigode) e ajuda a identificar a existência de valores discrepantes (*outliers*) em um conjunto de dados. Esses valores atípicos podem

afetar de forma adversa as decisões a serem tomadas a partir da análise dos que não forem devidamente considerados.

Segundo Triola (2008), o box plot é um retângulo alinhado verticalmente com duas semi-retas, uma em cada um dos lados opostos do retângulo. A altura do retângulo é definida pelos quartis Q1 (25% dos dados) e Q3 (75% dos dados). Uma linha secciona o retângulo na altura da mediana Q2 (50% dos dados). Os valores anômalos (*outliers*) são normalmente apresentados por asteriscos. A Figura 3.6 mostra um gráfico box plot.

Figura 3.6 - Gráfico box plot



Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram montados planejamentos aleatorizados por níveis para testar a significância dos valores experimentais de gramatura, densidade de pontos por centímetro e esgarçamento da costura, dos tecidos azul marinho (tecido 1), azul royal (tecido 2) e cinza (tecido 3). A análise estatística foi feita utilizando-se o *software* minitab.

### 4.1 Ensaio de gramatura

Os valores experimentais obtidos no ensaio de gramatura encontram-se na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Resultados dos ensaios de gramatura ( $\text{g/m}^2$ ) – NBR 10591:2008

Ensaio	Tecido Marinho	Tecido Royal	Tecido Cinza
CP 1	102,3	97,8	100,1
CP 2	111,0	96,7	110,9
CP 3	99,0	102,4	95,6
CP 4	105,4	98,0	93,5
CP 5	103,5	105,6	97,5
Média	104,2	100,1	99,5
Desv. Padrão	4,44	3,77	6,81

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Os valores médios determinados nos ensaios de gramatura estão dentro dos limites de tolerância ( $\pm 5\%$ ) estabelecidos pela norma NBR 10591:2008.

a) Teste de hipótese

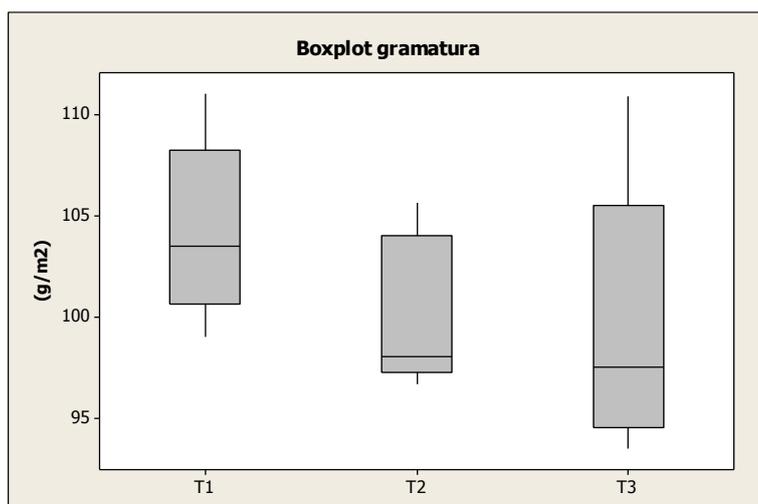
$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para qualquer par } i, j$$

b) Box plot

A Figura 4.1 mostra o gráfico box plot com a comparação entre os valores de gramatura dos tecidos estudados: azul marinho (T1), azul royal (T2) e cinza (T3).

Figura 4.1 - Box plot para análise da gramatura



Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

O box plot mostra que os tecidos apresentam valores médios de gramatura estatisticamente iguais. O tecido royal apresenta menor dispersão e o marinho apresenta maior dispersão, todos tecidos possuem distribuição assimétrica, com valores de gramatura positivamente assimétricos.

#### c) Análise de variância

A análise de variância foi usada para verificar se as médias dos valores experimentais dos ensaios de gramatura são estatisticamente iguais. Para análise dos resultados foi utilizado um intervalo de confiança de 95% ( $p=0,05$ ). A Tabela 4.2 mostra a tabela ANOVA para os valores de gramatura.

Tabela 4.2 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese  $H_0$  da gramatura dos tecidos

Fonte de Variação	Soma de quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F0
Entre Tratamentos	66,25	2	33,12	1,24
Erro (dentro dos tratamentos)	321,15	12	26,76	
Total	387,4	14		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,2,12}$  é igual a 3,89. Como  $F_{0,05,2,12} > F_0$ , a hipótese nula é aceita, ou seja, as gramaturas médias dos tecidos são estatisticamente iguais.

## 4.2 Densidade de pontos por centímetro

Cada amostra de tecido foi costurada com três regulagens de ponto no sentido do urdume: regulagem 1 - 3pontos/cm (MU1, RU1 e CU1), regulagem 2 - 4pontos/cm (MU2, RU2 e CU2) e regulagem 3 - 5pontos/cm (MU3, RU3 e CU3) e três regulagens de ponto no sentido da trama: regulagem 1 - 3pontos/cm (MT1, RT1 e CT1), regulagem 2 - 4pontos/cm (MT2, RT2 e CT2) e regulagem 3 - 5pontos/cm (MT3, RT3 e CT3). A Tabela 4.3 mostra os valores obtidos da densidade de pontos no sentido do urdume e a Tabela 4.5 mostra os valores determinados no sentido da trama.

### 4.2.1 Densidade de pontos no sentido do urdume

Tabela 4.3 - Resultados do ensaio de densidade de pontos no sentido do urdume (quantidade de pontos em 5cm) – NBR 13174:1995.

Ensaio	MU1	RU1	CU1	MU2	RU2	CU2	MU3	RU3	CU3
CP 1	15	15	14	21	19	21	25	24	26
CP 2	15	15	15	21	19	20	25	24	25
CP 3	15	16	14	21	20	20	26	26	25
Média	15,0	15,3	14,3	21,0	19,3	20,3	25,3	24,7	25,3
Desv. Padrão	0,00	0,58	0,58	0,00	0,58	0,58	0,58	1,15	0,58

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Os valores médios de densidade de pontos no sentido do urdume estão dentro da tolerância de 0,5 ponto/cm (valor referência utilizado pelas confecções), conforme relatado nos cálculos da incerteza de medição expandida para intervalo de confiança de 95%, dentro do qual existe a maior probabilidade de se encontrarem valores que poderão ser atribuídos ao valor verdadeiro. A metodologia usada e os valores de incerteza de medição calculados encontram-se no APÊNDICE A.

a) Teste de hipótese

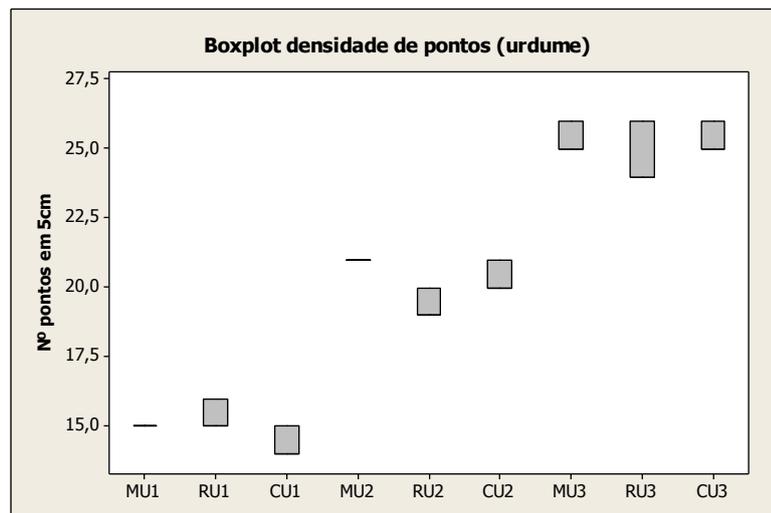
$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para qualquer par } i, j$$

## b) Box plot

A Figura 4.2 mostra o gráfico box plot com a comparação entre os valores de número de pontos por 5 centímetros no sentido do urdume para as três regulagens de pontos.

Figura 4.2 - Box plot densidade de pontos por 5cm no sentido do urdume



Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

O box plot indica que os tecidos apresentam valores médios de densidade de pontos diferentes. Os tecidos do grupo 3 (MU3, RU3 e CU3) apresentam maior média e maior dispersão, os dos grupos 1 (MU1, RU1 e CU1) menores média e dispersão e os tecidos do grupo 2 (MU2, RU2 e CU2) apresentam média intermediária e dispersão próxima aos tecidos do grupo 1.

## c) Análise de variância

A análise de variância foi usada para verificar se os tecidos foram costurados com densidades média de pontos por 5cm estatisticamente iguais. Para a análise dos resultados foi utilizado um intervalo de confiança de 95% ( $p=0,05$ ). A Tabela 4.4 mostra a tabela ANOVA para os valores de densidade de pontos no sentido do urdume.

Tabela 4.4 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese  $H_0$  de densidade de pontos por 5 centímetros no sentido do urdume.

Fonte de Variação	Soma de quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F0
Entre Tratamentos	477,18	8	59,65	161,05
Erro (dentro dos tratamentos)	6,67	18	0,37	
Total	483,85	26		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,8,18}$  é igual a 2,51. Como  $F_{0,05,8,18} > F_0$ , há uma evidência muito forte de que a hipótese  $H_0$  seja falsa, ou seja, há pelo menos dois tecidos com densidades média de pontos por 5cm diferentes. O método do modelo de efeitos fixos permite verificar se as médias de diversos tratamentos são diferentes ou não. Portanto, nesse caso, há necessidade de realizar uma comparação individual das médias para determinar quais delas divergem.

#### d) Comparação das médias individuais dos tratamentos

Para comparar os valores médios de densidade de pontos por 5 centímetros no sentido do urdume, foram verificadas as seguintes hipóteses nulas:

- 1)  $H_0: \mu_2 = \mu_5 \Rightarrow C1 = 0.y_1 + 1.y_2 + 0.y_3 + 0.y_4 - 1.y_5 + 0.y_6 + 0.y_7 + 0.y_8 + 0.y_9$ .
- 2)  $H_0: \mu_4 = \mu_8 \Rightarrow C2 = 0.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + 1.y_4 + 0.y_5 + 0.y_6 + 0.y_7 - 1.y_8 + 0.y_9$ .
- 3)  $H_0: \mu_2 = \mu_3 \Rightarrow C3 = 0.y_1 + 1.y_2 - 1.y_3 + 0.y_4 + 0.y_5 + 0.y_6 + 0.y_7 + 0.y_8 + 0.y_9$ .
- 4)  $H_0: \mu_7 = \mu_8 \Rightarrow C4 = 0.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + 0.y_4 + 0.y_5 + 0.y_6 + 1.y_7 - 1.y_8 + 0.y_9$ .
- 5)  $H_0: \mu_4 = \mu_5 \Rightarrow C5 = 0.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + 1.y_4 - 1.y_5 + 0.y_6 + 0.y_7 + 0.y_8 + 0.y_9$ .
- 6)  $H_0: \mu_5 = \mu_6 \Rightarrow C6 = 0.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + 0.y_4 + 1.y_5 - 1.y_6 + 0.y_7 + 0.y_8 + 0.y_9$ .

#### e) Verificação da restrição (experimentos com o mesmo número de amostras)

$$C1, \text{ tem-se: } 0 + 1 + 0 + 0 - 1 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$C2, \text{ tem-se: } 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 0 + 0 - 1 + 0 = 0$$

$$C3, \text{ tem-se: } 0 + 1 - 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$C4, \text{ tem-se: } 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 - 1 + 0 = 0$$

$$C5, \text{ tem-se: } 0 + 0 + 0 + 1 - 1 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$C6, \text{ tem-se: } 0 + 0 + 0 + 0 + 1 - 1 + 0 + 0 + 0 = 0$$

Portanto, todos os contrastes propostos satisfazem o critério.

#### f) Teste de hipótese

1ª hipótese –  $H_0: \mu_2 = \mu_5$ , tem-se que  $SS_{c1} = 24,0$  e  $F_{01} = 64,86$

2ª hipótese –  $H_0: \mu_4 = \mu_8$ , tem-se que  $SS_{c2} = 20,17$  e  $F_{02} = 54,51$

3ª hipótese –  $H_0: \mu_2 = \mu_3$ , tem-se que  $SS_{c3} = 1,50$  e  $F_{03} = 4,05$

4ª hipótese –  $H_0: \mu_7 = \mu_8$ , tem-se que  $SS_{c4} = 0,67$  e  $F_{05} = 1,81$

5ª hipótese –  $H_0: \mu_4 = \mu_5$ , tem-se que  $SS_{c5} = 4,17$  e  $F_{02} = 11,27$

6ª hipótese –  $H_0: \mu_5 = \mu_6$ , tem-se que  $SS_{c6} = 1,50$  e  $F_{04} = 4,05$

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,1,18}$  é igual a 4,41. Portanto, há uma evidência muito forte de que as hipóteses 1 e 2 sejam falsas ( $F_{01} > F_{0,05,1,18}$  e  $F_{02} > F_{0,05,1,18}$ ). Assim, conclui-se que a densidade média de pontos por 5cm é diferente entre os grupos, assim o grupo 1 (MU1, RU1 e CU1) o de menor densidade média, o grupo 2 (MU2, RU2 e CU2) o de densidade intermediária e o grupo 3 (MU3, RU3 e CU3) o de maior densidade.

As hipóteses 3, 4 e 6 são aceitas ( $F_{0,05,1,18} > F_{03}$ ,  $F_{0,05,1,18} > F_{04}$ ,  $F_{0,05,1,18} > F_{06}$ ) e há uma evidência muito forte de que a hipótese 5 seja falsa ( $F_{05} > F_{0,05,1,18}$ ), isto é, dentro do grupo 1 os tecidos (MU1, RU1 e CU1), costurados com densidade de 3 pontos por centímetro, possuem densidades média estatisticamente iguais. Os tecidos do grupo 2 (MU2, RU2 e CU2), costurados com densidade de 4 pontos por centímetro, possuem densidades diferentes, dentro desse grupo, os tecidos azul marinho (MU2) e cinza (CU2) possuem densidade média estatisticamente iguais, mas o tecido azul royal (RU2) possui maior densidade média. Dentro do grupo 3, os tecidos (MU3, RU3 e CU3), costurados com densidade de 5 pontos por centímetro, possuem densidades média estatisticamente iguais.

#### 4.2.2 Densidade de pontos no sentido da trama

Tabela 4.5 - Resultados do ensaio de densidade de pontos no sentido da trama (quantidade de pontos em 5cm) – NBR 13174:1995.

Ensaio	MT1	RT1	CT1	MT2	RT2	CT2	MT3	RT3	CT3
CP 1	14	16	17	22	20	19	24	25	24
CP 2	15	14	15	20	21	20	25	26	25
CP 3	15	15	15	20	21	21	24	25	25
Média	14,7	15,0	15,7	20,7	20,7	20,0	24,3	25,3	24,7
Desv. Padrão	0,58	1,00	1,15	1,15	0,58	1,00	0,58	0,58	0,58

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Os valores médios de densidade de pontos no sentido da trama estão dentro da tolerância de 0,5 ponto/cm (valor referência utilizado pelas confecções), conforme relatado nos cálculos da incerteza de medição expandida para intervalo de confiança de 95%, dentro do qual existe a maior probabilidade de se encontrarem valores que poderão ser atribuídos ao valor verdadeiro. A metodologia usada e os valores de incerteza de medição calculados encontram-se no APÊNDICE A.

##### a) Teste de hipótese

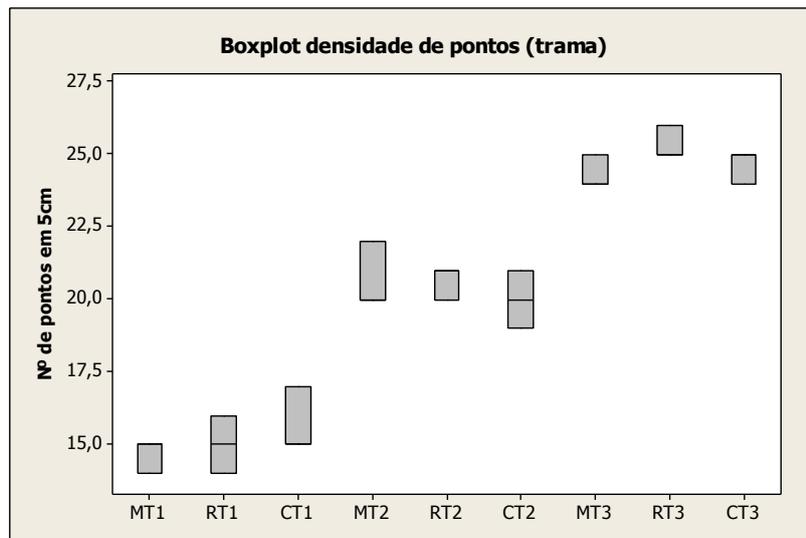
$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para qualquer par } i, j$$

##### b) Box plot

A Figura 4.3 apresenta o gráfico box plot com a comparação entre os valores de número de pontos por 5 centímetro no sentido da trama para as três regulagens de pontos.

Figura 4.3 - Box plot densidade de pontos por 5cm no sentido da trama



Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

O box plot mostra que os tecidos apresentam valores médios de densidade de pontos diferentes. Os tecidos do grupo 3 (MT3, RT3 e CT3) apresentam maior média e menor dispersão, os do grupo 1 (MT1, RT1 e CT1) menor média e maior dispersão e os do grupo 2 (MT2, RT2 e CT2) apresentam média intermediária e dispersão próxima aos tecidos do grupo 1.

#### c) Análise de variância

A análise de variância foi usada para verificar se as médias das densidades de pontos por 5cm são estatisticamente iguais. Para análise dos resultados foi utilizado um intervalo de confiança de 95% ( $p=0,05$ ). A Tabela 4.6 mostra a tabela ANOVA para os valores de densidade de pontos no sentido da trama.

Tabela 4.6 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese  $H_0$  de densidade de pontos por 5 centímetros no sentido da trama

Fonte de Variação	Soma de quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F0
Entre Tratamentos	426,00	8	53,25	75,67
Erro (dentro dos tratamentos)	12,67	18	0,70	
Total	438,67	26		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,8,18}$  é igual a 2,51. Como  $F_{0,05,8,18} > F_0$ , a hipótese nula é aceita; ou seja, há, pelo menos, dois tecidos com densidades de pontos por 5cm média estatisticamente diferentes. O método do modelo de efeitos fixos permite verificar se as médias de diversos tratamentos são diferentes ou não. Portanto, nesse caso, há necessidade de realizar uma comparação individual das médias para determinar quais delas divergem.

#### d) Comparação das médias individuais dos tratamentos

Para comparar os valores médios de densidade de pontos por 5 cm no sentido da trama foram verificadas as seguintes hipóteses nulas:

$$1) H_0: \mu_1 = \mu_6 \Rightarrow C1 = 1.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + 0.y_4 + 0.y_5 - 1.y_6 + 0.y_7 + 0.y_8 + 0.y_9.$$

$$2) H_0: \mu_4 = \mu_7 \Rightarrow C2 = 0.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + 1.y_4 + 0.y_5 + 0.y_6 - 1.y_7 + 0.y_8 + 0.y_9.$$

$$3) H_0: \mu_1 = \mu_3 \Rightarrow C3 = 1.y_1 + 0.y_2 - 1.y_3 + 0.y_4 + 0.y_5 + 0.y_6 + 0.y_7 + 0.y_8 + 0.y_9.$$

$$4) H_0: \mu_4 = \mu_6 \Rightarrow C4 = 0.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + 1.y_4 + 0.y_5 - 1.y_6 + 0.y_7 + 0.y_8 + 0.y_9.$$

$$5) H_0: \mu_7 = \mu_8 \Rightarrow C5 = 0.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + 0.y_4 + 0.y_5 + 0.y_6 + 1.y_7 - 1.y_8 + 0.y_9.$$

#### e) Verificação da restrição (experimentos com o mesmo número de amostras)

$$C1, \text{ tem-se: } 1 + 0 + 0 + 0 + 0 - 1 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$C2, \text{ tem-se: } 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 0 - 1 + 0 + 0 = 0$$

$$C3, \text{ tem-se: } 1 + 0 - 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$C4, \text{ tem-se: } 0 + 0 + 0 + 1 + 0 - 1 + 0 + 0 + 0 = 0$$

C5, tem-se:  $0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 - 1 + 0 = 0$

Portanto, todos os contrastes propostos satisfazem o critério.

f) Teste de hipótese

1ª hipótese –  $H_0: \mu_1 = \mu_6$ , tem-se que  $SS_{c1} = 42,67$  e  $F_{04} = 60,96$

2ª hipótese –  $H_0: \mu_4 = \mu_7$ , tem-se que  $SS_{c2} = 20,17$  e  $F_{05} = 28,81$

3ª hipótese –  $H_0: \mu_1 = \mu_3$ , tem-se que  $SS_{c3} = 0,17$  e  $F_{01} = 2,14$

4ª hipótese –  $H_0: \mu_4 = \mu_6$ , tem-se que  $SS_{c4} = 0,67$  e  $F_{02} = 0,96$

5ª hipótese –  $H_0: \mu_7 = \mu_8$ , tem-se que  $SS_{c5} = 0,67$  e  $F_{03} = 2,14$

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,1,18}$  é igual a 4,41. Portanto, há uma evidência muito forte de que as hipóteses 4 e 5 sejam falsas ( $F_{04} > F_{0,05,1,18}$  e  $F_{05} > F_{0,05,1,18}$ ); as demais hipóteses devem ser aceitas ( $F_{0,05,1,18} > F_{01}$ ,  $F_{0,05,1,18} > F_{02}$  e  $F_{0,05,1,18} > F_{03}$ ). Dessa forma, conclui-se que a densidade média de pontos por 5cm (sentido da trama) é diferente entre os grupos, assim o grupo 1 (MT1, RT1 e CT1), costurados com densidade de 3 pontos por centímetro, o de menor densidade média, o grupo 2 (MT2, RT2 e CT2), costurados com densidade de 4 pontos por centímetro, de densidade intermediária e o grupo 3 (M3, R3 e C3), costurados com densidade de 5 pontos por centímetro, o de maior densidade. Dentro dos grupos, as hipóteses 3, 4 e 5 são aceitas ( $F_{0,05,1,18} > F_{03}$ ,  $F_{0,05,1,18} > F_{04}$ ,  $F_{0,05,1,18} > F_{05}$ ), ou seja, os tecidos possuem densidades médias estatisticamente iguais.

### 4.3 Esgarçamento da costura

Cada amostra de tecido foi costurada, nos sentidos do urdume e da trama, com as três regulagens de pontos e dois tipos (espessuras) de agulhas de pontas arredondas levemente boleadas.

No sentido do urdume foram costurados seis corpos de prova: regulagem 1 – densidade 3 pontos/cm e agulha nº 11/75 (MU1(11/75), RU1(11/75) e CU1(11/75)); regulagem 2 – densidade 3 pontos/cm e agulha nº 12/80 (MU1(12/80), RU1(12/80) e CU1(12/80)); regulagem 3 – densidade 4 pontos/cm e agulha nº 11/75 (MU2(11/75), RU2(11/75) e

CU2(11/75)), regulagem 4 – densidade 4 pontos/cm e agulha nº 12/80 (MU2(12/80), RU2(12/80) e CU2(12/80)), regulagem 5 – densidade 5 pontos/cm e agulha nº 11/75 (MU3(11/75), RU3(11/75) e CU3(11/75)); e regulagem 6 – densidade 5 pontos/cm e agulha nº 12/80 (MU3(12/80), RU3(12/80) e CU3(12/80)). As Tabelas 4.7, 4.8 e 4.9 apontam os valores obtidos no ensaio de esgarçamento da costura no sentido do urdume.

No sentido da trama também foram costurados seis corpos de prova: regulagem 1 – densidade 3 pontos/cm e agulha nº 11/75 (MT1(11/75), RT1(11/75) e CT1(11/75)); regulagem 2 – densidade 3 pontos/cm e agulha nº 12/80 (MT1(12/80), RT1(12/80) e CT1(12/80)); regulagem 3 – densidade 4 pontos/cm e agulha nº 11/75 (MT2(11/75), RT2(11/75) e CT2(11/75)), regulagem 4 – densidade 4 pontos/cm e agulha nº 12/80 (MT2(12/80), RT2(12/80) e CT2(12/80)), regulagem 5 – densidade 5 pontos/cm e agulha nº 11/75 (MT3(11/75), RT3(11/75) e CT3(11/75)); e regulagem 6 – densidade 5 pontos/cm e agulha nº 12/80 (MT3(12/80), RT3(12/80) e CT3(12/80)). As Tabela 4.12, 4.13 e 4.14 apresentam os valores experimentais determinados no sentido da trama.

#### 4.3.1 Esgarçamento da costura no sentido do urdume

Tabela 4.7 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido do urdume com densidade 3 pontos/cm e costurados com agulhas de pontas redondas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80 – NBR 9925:2009

Ensaio	MU1 (11/75)	RU1 (11/75)	CU1 (11/75)	MU1 (12/80)	RU1 (12/80)	CU1 (12/80)
CP 1	3	4	3	2	3	2
CP 2	3	4	3	2	3	3
CP 3	3	3	3	2	2	2
CP 4	3	3	3	2	3	3
CP 5	3	3	3	2	3	2
Média	3,0	3,4	3,0	2,0	2,8	2,4
Desv. Padrão	0,00	0,55	0,00	0,00	0,45	0,55

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Tabela 4.8 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido do urdume com densidade 4pontos/cm e costurados com agulhas de pontas arredondadas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80

Ensaio	MU2 (11/75)	RU2 (11/75)	CU2 (11/75)	MU2 (12/80)	RU2 (12/80)	CU2 (12/80)
CP 1	3	3	2	3	3	3
CP 2	2	3	3	3	3	3
CP 3	2	3	2	2	3	2
CP 4	3	3	2	2	3	3
CP 5	3	3	2	3	3	2
Média	2,6	3,0	2,2	2,6	3,0	2,6
Desv. Padrão	0,55	0,00	0,45	0,55	0,00	0,55

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Tabela 4.9 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido do urdume com densidade 5pontos/cm e costurados com agulhas de pontas arredondadas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80

Ensaio	MU3 (11/75)	RU3 (11/75)	CU3 (11/75)	MU3 (12/80)	RU3 (12/80)	CU3 (12/80)
CP 1	2	3	2	2	2	2
CP 2	2	3	2	2	2	2
CP 3	2	2	2	2	2	2
CP 4	2	2	2	2	3	2
CP 5	2	2	2	1	3	2
Média	2,0	2,4	2,0	1,8	2,4	2,0
Desv. Padrão	0,00	0,55	0,00	0,45	0,55	0,00

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

O valor máximo de esgarçamento especificado pela norma ABNT NBR 15778:2009 para confecção de artigos em tecido plano é de 6mm. Assim sendo, todos os valores experimentais de esgarçamento da costura no sentido do urdume estão dentro das especificações.

a) Teste de hipótese

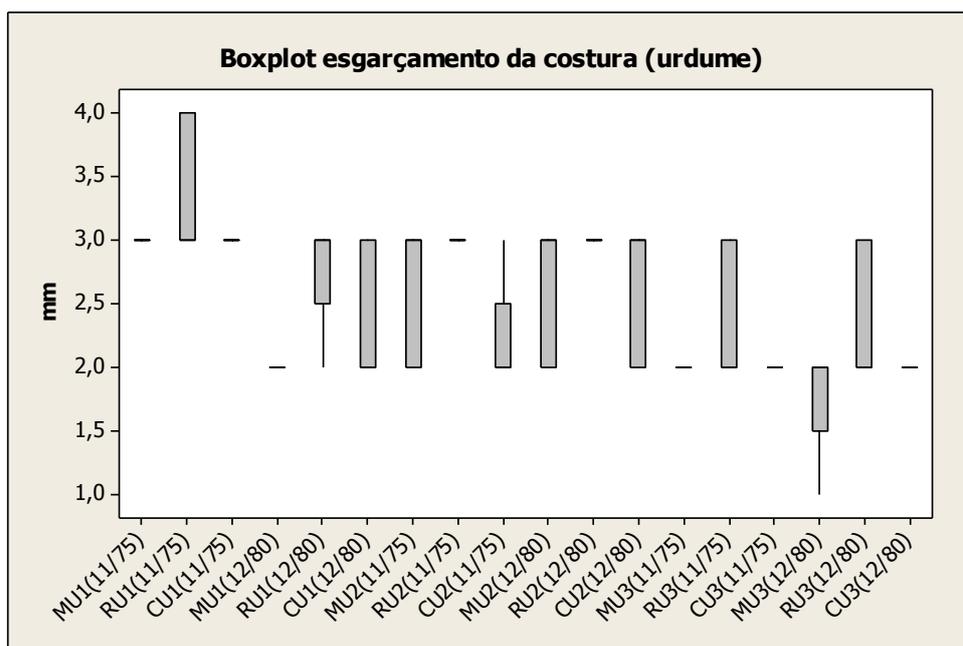
$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 + \dots + \mu_{15} = \mu_{16} = \mu_{17} = \mu_{18}$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para qualquer par } i, j$$

b) Box plot

A Figura 4.4 mostra o gráfico box plot com a comparação entre os valores de esgarçamento da costura no sentido do urdume para as três regulagens de pontos com as duas agulhas.

Figura 4.4 - Box plot esgarçamento da costura no sentido do urdume



Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

O box plot mostra que os tecidos apresentam valores médios esgarçamento da costura no sentido do urdume diferentes tanto entre tratamentos quanto dentro dos tratamentos. A regulagem 1(MU1 (11/75), RU1 (11/75) e CU1 (11/75)) possui o maior valor médio de esgarçamento, e a regulagem 6(MU3 (12/80), RU3 (12/80) e CU3 (12/80)) possui o menor valor médio; as demais regulagens possuem valores médios de esgarçamento intermediários.

### c) Análise de variância

A análise de variância foi usada para verificar se as médias de esgarçamento da costura são estatisticamente iguais. Para análise dos resultados foi utilizado um intervalo de confiança de 95% ( $p=0,05$ ). A Tabela 4.10 mostra a tabela ANOVA para os valores de esgarçamento da costura no sentido do urdume.

Tabela 4.10 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese  $H_0$  do esgarçamento da costura no sentido do urdume

Fonte de Variação	Soma de quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F0
Entre Tratamentos	17,69	17	1,04	6,94
Erro (dentro dos tratamentos)	10,80	72	0,15	
Total	28,49	89		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,17,72}$  é igual a 1,77. Como  $F_{0,05,17,72} > F_0$ , pode-se dizer que há uma evidência muito forte de que  $H_0$  seja falsa e que pelo menos dois tecidos possuem esgarçamento da costura no sentido do urdume diferentes. O método do modelo de efeitos fixos permite verificar se as médias de diversos tratamentos são diferentes ou não. Portanto, nesse caso, há necessidade de realizar uma comparação individual das médias para determinar quais delas divergem.

#### d) Comparação das médias individuais dos tratamentos

Para comparar os valores médios de esgarçamento das costuras no sentido do urdume, dentro dos tratamentos, foram verificadas as seguintes hipóteses nulas:

- 1)  $H_0: \mu_1 = \mu_2 \Rightarrow C1 = 1.y_1 - 1.y_2 + 0.y_3 + \dots + 0.y_{16} + 0.y_{17} + 0.y_{18}$ .
- 2)  $H_0: \mu_4 = \mu_5 \Rightarrow C2 = 0.y_1 + \dots + 1.y_4 - 1.y_5 + \dots + 0.y_{16} + 0.y_{17} + 0.y_{18}$ .
- 3)  $H_0: \mu_8 = \mu_9 \Rightarrow C3 = 0.y_1 + \dots + 1.y_8 - 1.y_9 + \dots + 0.y_{16} + 0.y_{17} + 0.y_{18}$ .
- 4)  $H_0: \mu_{10} = \mu_{11} \Rightarrow C4 = 0.y_1 + \dots + 1.y_{10} - 1.y_{11} + \dots + 0.y_{16} + 0.y_{17} + 0.y_{18}$ .
- 5)  $H_0: \mu_{13} = \mu_{14} \Rightarrow C5 = 0.y_1 + \dots + 1.y_{13} - 1.y_{14} + \dots + 0.y_{16} + 0.y_{17} + 0.y_{18}$ .
- 6)  $H_0: \mu_{16} = \mu_{17} \Rightarrow C6 = 0.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + \dots + 1.y_{16} - 1.y_{17} + 0.y_{18}$ .
- 7)  $H_0: \mu_5 = \mu_6 \Rightarrow C7 = 0.y_1 + \dots + 1.y_5 - 1.y_6 + \dots + 0.y_{16} + 0.y_{17} + 0.y_{18}$ .
- 8)  $H_0: \mu_7 = \mu_8 \Rightarrow C8 = 0.y_1 + \dots + 1.y_7 - 1.y_8 + \dots + 0.y_{16} + 0.y_{17} + 0.y_{18}$ .
- 9)  $H_0: \mu_{16} = \mu_{18} \Rightarrow C9 = 0.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + \dots + 1.y_{16} - 1.y_{17} + 0.y_{18}$ .

#### e) Verificação da restrição (experimentos com o mesmo número de amostras)

- C1, tem-se:  $1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$   
 C2, tem-se:  $0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$   
 C3, tem-se:  $0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$   
 C4, tem-se:  $0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$   
 C5, tem-se:  $0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$   
 C6, tem-se:  $0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0= 0$   
 C7, tem-se:  $0+ 0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$   
 C8, tem-se:  $0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$   
 C9, tem-se:  $0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 1- 1= 0$

Portanto, todos os contrastes propostos satisfazem o critério.

#### f) Teste de hipótese

- 1ª hipótese –  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ , tem-se que  $SS_{c1} = 0,4$  e  $F_{01} = 2,67$   
 2ª hipótese –  $H_0: \mu_4 = \mu_5$ , tem-se que  $SS_{c2} = 1,6$  e  $F_{02} = 10,67$   
 3ª hipótese –  $H_0: \mu_8 = \mu_9$ , tem-se que  $SS_{c3} = 1,6$  e  $F_{03} = 10,67$   
 4ª hipótese –  $H_0: \mu_{10} = \mu_{11}$ , tem-se que  $SS_{c4} = 0,4$  e  $F_{04} = 2,67$   
 5ª hipótese –  $H_0: \mu_{13} = \mu_{14}$ , tem-se que  $SS_{c5} = 0,4$  e  $F_{05} = 2,67$   
 6ª hipótese –  $H_0: \mu_{16} = \mu_{17}$ , tem-se que  $SS_{c6} = 0,9$  e  $F_{05} = 6,00$   
 7ª hipótese –  $H_0: \mu_5 = \mu_6$ , tem-se que  $SS_{c7} = 0,4$  e  $F_{05} = 2,67$   
 8ª hipótese –  $H_0: \mu_7 = \mu_8$ , tem-se que  $SS_{c8} = 0,4$  e  $F_{05} = 2,67$   
 9ª hipótese –  $H_0: \mu_{16} = \mu_{18}$ , tem-se que  $SS_{c9} = 0,1$  e  $F_{05} = 0,67$

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,1,72}$  é igual a 3,97. Portanto, há uma evidência muito forte de que as hipóteses 2, 3 e 6 sejam falsas ( $F_{02} > F_{0,05,1,72}$ ,  $F_{03} > F_{0,05,1,72}$  e  $F_{06} > F_{0,05,1,72}$ ); as demais hipóteses devem ser aceitas ( $F_{0,05,1,72} > F_{01}$ ,  $F_{0,05,1,72} > F_{04}$ ,  $F_{0,05,1,72} > F_{05}$ ,  $F_{0,05,1,72} > F_{07}$ ,  $F_{0,05,1,72} > F_{08}$  e  $F_{0,05,1,72} > F_{09}$ ). Desta forma, conclui-se que, dentro dos tratamentos; os valores médios de esgarçamento são diferentes em três grupos: regulagem 2 – (MU1 (12/80), RU1 (12/80) e CU1 (12/80)), regulagem 3 – (MU2 (11/75), RU2 (11/75) e CU2 (11/75)) e regulagem 6 – (MU3 (12/80), RU3 (12/80) e CU3 (12/80)). No grupo da regulagem 2, MU1 (12/80) e CU1 (12/80) possuem esgarçamento médio estatisticamente iguais e RU1 (12/80) possui valor médio

maior. No grupo da regulagem 3, MU2 (11/75) e CU2 (11/75) possuem esgarçamento médio estatisticamente iguais e RU2 (11/75) possui valor médio maior. No grupo da regulagem 6, MU3 (12/80) e CU3 (12/80) possuem esgarçamento médio estatisticamente iguais e RU3 (12/80) possui valor médio maior.

#### 4.3.1.1 Verificação dos valores médios de esgarçamento entre os tratamentos

Os tecidos foram reagrupados para verificar se o tipo de agulha e a quantidade de pontos utilizada na costura dos tecidos influenciam significativamente no esgarçamento da costura no sentido do urdume. A Tabela 4.11 mostra os valores experimentais do ensaio de esgarçamento da costura no sentido do urdume reagrupados em seis subgrupos: tecidos costurados com densidade de 3 pontos/cm e agulha de espessura 11/75 (U.3p(11/75)); tecidos costurados com densidade de 3 pontos/cm e agulha de espessura 12/80 (U.3p(12/80)); tecidos costurados com 4 pontos/cm e agulha tipo 11/75 (U.4p(11/75), tecidos costurados com 4 pontos/cm e agulha tipo 12/80 (U.4p(12/80)), tecidos costurados com 5 pontos/cm e agulha tipo 11/75 (U.5p(11/75) e tecidos costurados com 5 pontos/cm e agulha tipo 12/80 (U.5p(12/80)).

Tabela 4.11 - Valores experimentais de esgarçamento da costura no sentido do urdume, reagrupados em função da densidade de pontos por centímetro e da espessura das agulhas

Ensaio	U. 3p (11/75)	U. 3p (12/80)	U. 4p (11/75)	U. 4p (12/80)	U. 5p (11/75)	U. 5p (12/80)
CP1	3	2	3	3	2	2
CP2	3	2	2	3	2	2
CP3	3	2	2	2	2	2
CP4	3	2	3	2	2	2
CP5	3	2	3	3	2	1
CP6	4	3	3	3	3	2
CP7	4	3	3	3	3	2
CP8	3	2	3	3	2	2
CP9	3	3	3	3	2	3
CP10	3	3	3	3	2	3
CP11	3	2	2	3	2	2
CP12	3	3	3	3	2	2
CP13	3	2	2	2	2	2
CP14	3	3	2	3	2	2
CP15	3	2	2	2	2	2
Média	3,1	2,4	2,6	2,7	2,1	2,1
Desv. Padrão	0,35	0,51	0,51	0,46	0,35	0,46

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

## a) Teste de hipótese

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para qualquer par } i, j$$

## b) Análise da variância

A análise de variância foi usada para verificar se as médias de esgarçamento da costura são estatisticamente iguais. Para análise dos resultados, foi utilizado um intervalo de confiança de 95% ( $p=0,05$ ). A Tabela 4.12 mostra a tabela ANOVA para os valores de esgarçamento da costura no sentido do urdume.

Tabela 4.12 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese  $H_0$  do esgarçamento da costura no sentido do urdume.

Fonte de Variação	Soma de quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados médios	F0
Entre Tratamentos	11,96	5	2,39	12,15
Erro (dentro dos tratamentos)	16,53	84	0,20	
Total	28,49	89		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,5,84}$  é igual a 2,32. Como  $F_{0,05,5,84} > F_0$ , pode-se dizer que há uma evidência muito forte de que  $H_0$  seja falsa e que pelo menos dois subgrupos de tecidos possuem esgarçamento da costura no sentido do urdume diferentes. O método do modelo de efeitos fixos permite verificar se as médias de diversos tratamentos são diferentes ou não. Portanto, neste caso, há necessidade de realizar uma comparação individual das médias para determinar quais delas divergem.

## c) Comparação das médias individuais dos tratamentos

Para comparar os valores médios de esgarçamento da costura, dos subgrupos, no sentido do urdume foram verificadas as seguintes hipóteses nulas:

$$1) H_0: \mu_1 = \mu_2 \Rightarrow C1 = 1.y_1. - 1.y_2. + 0.y_3. + 0.y_4. + 0.y_5. + 0.y_6.$$

$$2) H_0: \mu_3 = \mu_4 \Rightarrow C3 = 0.y_1. + 0.y_2. + 1.y_3 - 1.y_4. + 0.y_5. + 0.y_6.$$

$$3) H_0: \mu_5 = \mu_6 \Rightarrow C5 = 0.y_1. + 0.y_2. + 0.y_3 + 0.y_4. + 1.y_5. - 1.y_6.$$

$$4) H_0: \mu_2 = \mu_3 \Rightarrow C6 = 0.y_1. + 1.y_2. - 1.y_3 + 0.y_4. + 0.y_5. + 0.y_6.$$

$$5) H_0: \mu_2 = \mu_4 \Rightarrow C7 = 0.y_1. + 1.y_2. + 0.y_3 - 1.y_4. + 0.y_5. + 0.y_6.$$

d) Verificação da restrição (experimentos com o mesmo número de amostras)

$$C1, \text{ tem-se: } 1 - 1 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$C2, \text{ tem-se: } 0 + 0 + 1 - 1 + 0 + 0 = 0$$

$$C3, \text{ tem-se: } 0 + 0 + 0 + 0 + 1 - 1 = 0$$

$$C4, \text{ tem-se: } 0 + 1 - 1 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$C5, \text{ tem-se: } 0 + 1 + 0 - 1 + 0 + 0 = 0$$

Portanto, todos os contrastes propostos satisfazem o critério.

e) Teste de hipótese

1ª hipótese –  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ , tem-se que  $SS_{c1} = 4,03$  e  $F_{01} = 20,15$

2ª hipótese –  $H_0: \mu_3 = \mu_4$ , tem-se que  $SS_{c2} = 0,13$  e  $F_{02} = 0,65$

3ª hipótese –  $H_0: \mu_5 = \mu_6$ , tem-se que  $SS_{c3} = 0,03$  e  $F_{03} = 0,17$

4ª hipótese –  $H_0: \mu_2 = \mu_3$ , tem-se que  $SS_{c4} = 0,30$  e  $F_{04} = 1,50$

5ª hipótese –  $H_0: \mu_2 = \mu_4$ , tem-se que  $SS_{c5} = 0,83$  e  $F_{05} = 4,16$

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,1,84}$  é igual a 3,95. Portanto, há uma evidencia muito forte de que as hipóteses 1 e 5 sejam falsas ( $F_{01} > F_{0,05,1,84}$  e  $F_{05} > F_{0,05,1,84}$ ); as demais hipóteses devem ser aceitas ( $F_{0,05,1,84} > F_{02}$ ,  $F_{0,05,1,84} > F_{03}$  e  $F_{0,05,1,84} > F_{04}$ ). Dessa forma, conclui-se que os tecidos costurados com 3 pontos/cm e agulha (11/75) possuem maior esgarçamento médio, seguidos pelos tecidos costurados com 4 pontos/cm e agulha (12/80); os tecidos costurados com 4 pontos/cm e agulha (11/75) e os costurados com 3 pontos/cm e agulha (11/75) aparecem em seguida, os tecidos costurados com 5 pontos/cm com os dois tipos de agulha possuem menor esgarçamento médio.

### 4.3.2 Esgarçamento da costura no sentido da trama

Tabela 4.13 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido da trama com densidade 3 pontos/cm e costurados com agulhas de pontas redondas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80 – NBR 9925:2009

Ensaio	MT1 (11/75)	RT1 (11/75)	CT1 (11/75)	MT1 (12/80)	RT1 (12/80)	CT1 (12/80)
CP 1	3	3	3	2	3	3
CP 2	3	3	3	2	3	2
CP 3	3	3	3	2	3	2
CP 4	3	3	3	2	3	3
CP 5	3	2	3	2	3	3
Média	3,0	2,8	3,0	2,0	3,0	2,6
Desv. Padrão	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,55

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Tabela 4.14 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido da trama com densidade 4 pontos/cm e costurados com agulhas de pontas redondas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80 – NBR 9925:2009

Ensaio	MT2 (11/75)	RT2 (11/75)	CT2 (11/75)	MT2 (12/80)	RT2 (12/80)	CT2 (12/80)
CP 1	2	2	2	2	3	2
CP 2	2	3	2	2	3	3
CP 3	2	3	3	2	2	2
CP 4	3	2	2	2	2	2
CP 5	2	2	2	2	2	3
Média	2,2	2,4	2,2	2,0	2,4	2,4
Desv. Padrão	0,45	0,55	0,45	0,00	0,55	0,55

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Tabela 4.15 - Resultados dos ensaios de esgarçamento da costura no sentido da trama com densidade 5 pontos/cm e costurados com agulhas de pontas redondas levemente boleadas, números 11/75 e 12/80 – NBR 9925:2009

Ensaio	MT3 (11/75)	RT3 (11/75)	CT3 (11/75)	MT3 (12/80)	RT3 (12/80)	CT3 (12/80)
CP 1	2	2	2	2	2	1
CP 2	2	2	2	1	2	2
CP 3	2	2	2	2	2	2
CP 4	2	2	2	1	1	1
CP 5	2	2	2	1	1	1
Média	2,0	2,0	2,0	1,4	1,6	1,4
Desv. Padrão	0,00	0,00	0,00	0,55	0,55	0,55

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

O valor máximo de esgarçamento especificado pela norma ABNT NBR 15778:2009 para confecção de artigos em tecido plano é de 6mm. Portanto, todos os valores

experimentais de esgarçamento da costura no sentido da trama estão dentro das especificações.

a) Teste de hipótese

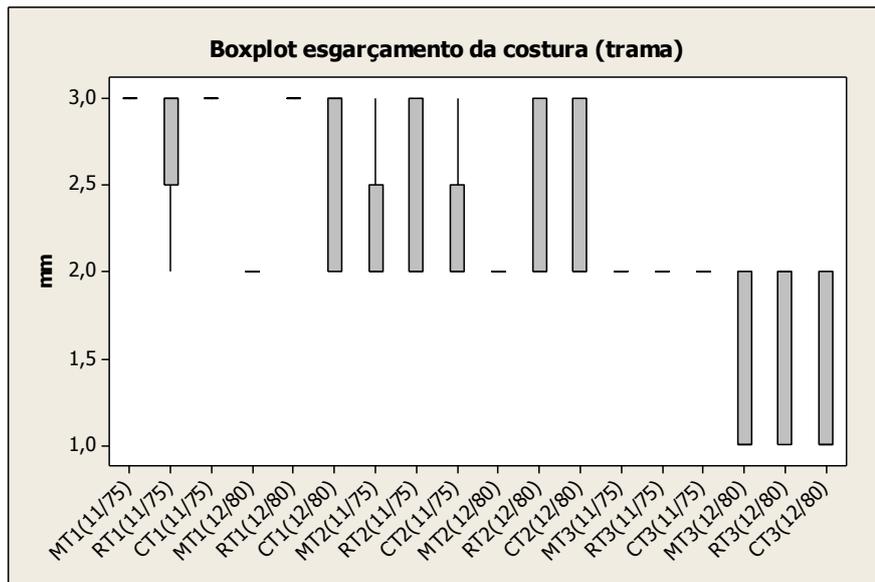
$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 + \dots + \mu_{15} = \mu_{16} = \mu_{17} = \mu_{18}$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para qualquer par } i, j$$

b) Box plot

A Figura 4.5 mostra o gráfico box plot com a comparação entre os valores de esgarçamento da costura no sentido da trama para as três regulagens de pontos e com as duas agulhas.

Figura 4.5 - Box plot esgarçamento da costura no sentido da trama



Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

O box plot mostra que os tecidos apresentam valores médios esgarçamento da costura no sentido da trama diferentes, tanto entre tratamentos quanto dentro dos tratamentos. A regulagem 1 (MT1 (11/75), RT1 (11/75) e CT1 (11/75)) possui o maior valor médio de esgarçamento, e a regulagem 6 (MT3 (12/80), RT3 (12/80) e CT3 (12/80)) possui o menor valor médio; os demais grupos possuem valores médios de esgarçamento intermediários.

## c) Análise de variância

A análise de variância foi usada para verificar se as médias de esgarçamento da costura no sentido da trama são estatisticamente iguais. Para análise dos resultados foi utilizado um intervalo de confiança de 95% ( $p=0,05$ ). A Tabela 4.16 mostra a tabela ANOVA para os valores de esgarçamento da costura no sentido da trama.

Tabela 4.16 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese  $H_0$  do esgarçamento da costura no sentido da trama.

Fonte de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados médios	F0
Entre Tratamentos	21,82	17	1,28	8,56
Erro (dentro dos tratamentos)	10,80	72	0,15	
Total	32,62	89		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,17,72}$  é igual a 1,77. Como  $F_{0,05,17,72} > F_0$ , pode-se dizer que há uma evidência muito forte de que  $H_0$  seja falsa e que pelo menos, dois tecidos possuam esgarçamento da costura no sentido da trama diferentes. O método do modelo de efeitos fixos permite verificar se as médias de diversos tratamentos são diferentes ou não. Portanto, nesse caso, há necessidade de realizar uma comparação individual das médias para determinar quais delas divergem.

## d) Comparação das médias individuais dos tratamentos

Para comparar os valores médios de esgarçamento das costuras no sentido da trama, dentro dos tratamentos, foram verificadas as seguintes hipóteses nulas:

$$1) H_0: \mu_1 = \mu_2 \Rightarrow C1 = 1.y_1 - 1.y_2 + 0.y_3 + \dots + 0.y_{16} + 0.y_{17} + 0.y_{18}.$$

$$2) H_0: \mu_4 = \mu_5 \Rightarrow C2 = 0.y_1 + \dots + 1.y_4 - 1.y_5 + \dots + 0.y_{16} + 0.y_{17} + 0.y_{18}.$$

$$3) H_0: \mu_7 = \mu_8 \Rightarrow C5 = 0.y_1 + \dots + 1.y_7 - 1.y_8 + \dots + 0.y_{16} + 0.y_{17} + 0.y_{18}.$$

$$4) H_0: \mu_{10} = \mu_{11} \Rightarrow C6 = 0.y_1 + \dots + 1.y_{10} - 1.y_{11} + \dots + 0.y_{16} + 0.y_{17} + 0.y_{18}.$$

$$5) H_0: \mu_{16} = \mu_{17} \Rightarrow C7 = 0.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + \dots + 1.y_{16} - 1.y_{17} + 0.y_{18}.$$

$$6) H_0: \mu_4 = \mu_6 \Rightarrow C3 = 0.y_1 + \dots + 1.y_4 + 0.y_5 - 1.y_6 + \dots + 0.y_{17} + 0.y_{18}.$$

$$7) H_0: \mu_5 = \mu_6 \Rightarrow C4 = 0.y_1. + \dots + 1.y_5. - 1.y_6. + \dots + 0.y_{16}. + 0.y_{17}. + 0.y_{18}.$$

e) Verificação da restrição (experimentos com o mesmo número de amostras)

$$C1, \text{ tem-se: } 1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$$

$$C2, \text{ tem-se: } 0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$$

$$C3, \text{ tem-se: } 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$$

$$C4, \text{ tem-se: } 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$$

$$C5, \text{ tem-se: } 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0= 0$$

$$C6, \text{ tem-se: } 0+ 0+ 0+ 1+ 0- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$$

$$C7, \text{ tem-se: } 0+ 0+ 0+ 0+ 1- 1+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0+ 0= 0$$

Portanto, todos os contrastes propostos satisfazem o critério.

f) Teste de hipótese

$$1^{\text{a}} \text{ hipótese - } H_0: \mu_1 = \mu_2, \text{ tem-se que } SS_{c1} = 0,1 \text{ e } F_{01} = 0,67$$

$$2^{\text{a}} \text{ hipótese - } H_0: \mu_4 = \mu_5, \text{ tem-se que } SS_{c2} = 2,5 \text{ e } F_{02} = 16,67$$

$$3^{\text{a}} \text{ hipótese - } H_0: \mu_7 = \mu_8, \text{ tem-se que } SS_{c5} = 0,1 \text{ e } F_{05} = 0,67$$

$$4^{\text{a}} \text{ hipótese - } H_0: \mu_{10} = \mu_{11}, \text{ tem-se que } SS_{c6} = 0,4 \text{ e } F_{06} = 2,67$$

$$5^{\text{a}} \text{ hipótese - } H_0: \mu_{16} = \mu_{17}, \text{ tem-se que } SS_{c7} = 0,1 \text{ e } F_{07} = 0,67$$

$$6^{\text{a}} \text{ hipótese - } H_0: \mu_4 = \mu_6, \text{ tem-se que } SS_{c3} = 0,9 \text{ e } F_{03} = 6,00$$

$$7^{\text{a}} \text{ hipótese - } H_0: \mu_5 = \mu_6, \text{ tem-se que } SS_{c4} = 0,4 \text{ e } F_{04} = 2,67$$

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,1,72}$  é igual a 3,97. Portanto, há uma evidência muito forte de que as hipóteses 2 e 6 sejam falsas ( $F_{02} > F_{0,05,1,72}$  e  $F_{06} > F_{0,05,1,72}$ ), as demais hipóteses devem ser aceitas ( $F_{0,05,1,72} > F_{01}$ ,  $F_{0,05,1,72} > F_{03}$ ,  $F_{0,05,1,72} > F_{04}$ ,  $F_{0,05,1,72} > F_{05}$ ,  $F_{0,05,1,72} > F_{07}$  e  $F_{0,05,1,72} > F_{09}$ ). Dessa forma, conclui-se que dentro dos tratamentos, os valores médios de esgarçamento são diferentes no grupo da regulagem 2 – MT1 (12/80), RT1 (12/80) e CT1 (12/80), sendo que RT1 (12/80) e CT1 (12/80) possuem esgarçamento médio estatisticamente iguais, e MT1 (12/80) possui valor médio menor. Nas demais regulagens os esgarçamentos médios da costura no sentido da trama são estatisticamente iguais.

#### 4.3.2.1 Verificação dos valores médios de esgarçamento entre os tratamentos

Os tecidos foram reagrupados para verificar se o tipo de agulha e a quantidade de pontos utilizada na costura dos tecidos influenciam significativamente no esgarçamento da costura no sentido da trama. A tabela 4.17 mostra os valores experimentais do ensaio de esgarçamento da costura no sentido da trama reagrupados em seis subgrupos: tecidos costurados com densidade de 3 pontos/cm e agulha de espessura 11/75 (T.3p(11/75)), tecidos costurados com densidade de 3 pontos/cm e agulha de espessura 12/80 (T.3p(12/80)), tecidos costurados com 4 pontos/cm e agulha tipo 11/75 (T.4p(11/75)), tecidos costurados com 4 pontos/cm e agulha tipo 12/80 (T.4p(12/80)), tecidos costurados com 5 pontos/cm e agulha tipo 11/75 (T.5p(11/75) e tecidos costurados com 5 pontos/cm e agulha tipo 12/80 (T.5p(12/80)).

Tabela 4.17 - Valores experimentais de esgarçamento da costura no sentido da trama reagrupados em função da densidade de pontos por centímetro e da espessura das agulhas

Ensaios	T. 3p (11/75)	T. 3p (12/80)	T. 4p (11/75)	T. 4p (12/80)	T. 5p (11/75)	T. 5p (12/80)
CP 1	3	2	2	2	2	2
CP 2	3	2	2	2	2	1
CP 3	3	2	2	2	2	2
CP 4	3	2	3	2	2	1
CP 5	3	2	2	2	2	1
CP 6	3	3	2	3	2	2
CP 7	3	3	3	3	2	2
CP 8	3	3	3	2	2	2
CP 9	3	3	2	2	2	1
CP 10	2	3	2	2	2	1
CP 11	3	3	2	2	2	1
CP 12	3	2	2	3	2	2
CP 13	3	2	3	2	2	2
CP 14	3	3	2	2	2	1
CP 15	3	3	2	3	2	1
Média	2,9	2,5	2,3	2,3	2,0	1,5
Desv. Padrão	0,26	0,52	0,46	0,46	0,00	0,52

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

#### a) Teste de hipótese

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para qualquer par } i, j$$

#### b) Análise de variância

A análise de variância foi usada para verificar se as médias de esgarçamento da costura são estatisticamente iguais. Para análise dos resultados, foi utilizado um intervalo de confiança de 95% ( $p=0,05$ ). A Tabela 4.18 mostra a tabela ANOVA para os valores de esgarçamento da costura no sentido da trama.

Tabela 4.18 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese  $H_0$  do esgarçamento da costura no sentido da trama

Fonte de Variação	Soma de quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados médios	F0
Entre Tratamentos	18,36	5	3,67	21,61
Erro (dentro dos tratamentos)	14,27	84	0,17	
Total	32,63	89		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,5,84}$  é igual a 2,32. Como  $F_{0,05,5,84} > F_0$ , pode-se dizer que há uma evidência muito forte de que  $H_0$  seja falsa e que, pelo menos, dois tecidos possuem esgarçamento da costura no sentido da trama diferentes. O método do modelo de efeitos fixos permite verificar se as médias de diversos tratamentos são diferentes ou não. Portanto, neste caso, há necessidade de realizar uma comparação individual das médias para determinar quais delas divergem.

#### c) Comparação das médias individuais dos tratamentos

Para comparar os valores médios de densidade de pontos por 5 cm no sentido da trama foram verificadas as seguintes hipóteses nulas:

$$1) H_0: \mu_1 = \mu_2 \Rightarrow C1 = 1.y_1 - 1.y_2 + 0.y_3 + 0.y_4 + 0.y_5 + 0.y_6.$$

$$3) H_0: \mu_5 = \mu_6 \Rightarrow C2 = 0.y_1 + 0.y_2 + 0.y_3 + 0.y_4 + 1.y_5 - 1.y_6.$$

$$3) H_0: \mu_2 = \mu_3 \Rightarrow C3 = 0.y_1 + 1.y_2 - 1.y_3 + 0.y_4 + 0.y_5 + 0.y_6.$$

$$4) H_0: \mu_3 = \mu_5 \Rightarrow C4 = 0.y_1 + 0.y_2 + 1.y_3 + 0.y_4 - 1.y_5 + 0.y_6.$$

#### d) Verificação da restrição (experimentos com o mesmo número de amostras)

$$C1, \text{ tem-se: } 1 - 1 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$C2, \text{ tem-se: } 0 + 0 + 0 + 0 + 1 - 1 = 0$$

$$C3, \text{ tem-se: } 0 + 1 - 1 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$C4, \text{ tem-se: } 0 + 0 + 1 + 0 - 1 + 0 = 0$$

Portanto, todos os contrastes propostos satisfazem o critério.

e) Teste de hipótese

$$1^{\text{a}} \text{ hipótese} - H_0: \mu_1 = \mu_2, \text{ tem-se que } SS_{c_1} = 1,20 \text{ e } F_{01} = 7,05$$

$$2^{\text{a}} \text{ hipótese} - H_0: \mu_5 = \mu_6, \text{ tem-se que } SS_{c_2} = 2,13 \text{ e } F_{02} = 12,53$$

$$3^{\text{a}} \text{ hipótese} - H_0: \mu_2 = \mu_3, \text{ tem-se que } SS_{c_3} = 0,53 \text{ e } F_{03} = 3,12$$

$$4^{\text{a}} \text{ hipótese} - H_0: \mu_3 = \mu_5, \text{ tem-se que } SS_{c_4} = 0,53 \text{ e } F_{04} = 3,12$$

Da distribuição F Snedecor tem-se que  $F_{0,05,1,84}$  é igual a 3,95. Portanto, há uma evidência muito forte de que as hipóteses 1 e 2 sejam falsas ( $F_{01} > F_{0,05,1,84}$  e  $F_{02} > F_{0,05,1,84}$ ); as demais hipóteses devem ser aceitas ( $F_{0,05,1,84} > F_{03}$  e  $F_{0,05,1,84} > F_{04}$ ). Dessa forma, conclui-se que os tecidos costurados com 3 pontos/cm possuem maior esgarçamento médio; dentre esses tecidos, os costurados com a agulha 11/75 possuem maior valor de esgarçamento médio. Os tecidos costurados com 4 pontos/cm apresentam valores de esgarçamento médio intermediários, sendo que o valor de esgarçamento médio desses tecidos é estatisticamente igual ao esgarçamento médio dos tecidos costurados com 3 pontos/cm e agulhas 12/80. Os tecidos costurados com 5 pontos/cm possuem menor esgarçamento médio, sendo que os tecidos costurados com agulhas 12/80 possuem menor valor de esgarçamento médio, e os costurados com agulhas 11/75 possuem esgarçamento médio estatisticamente igual aos tecidos costurados com 4 pontos/cm.

## 5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

### 5.1 Conclusão

O processo de integração econômica e comercial entre as nações recebeu o nome de globalização, hoje com as características de um fenômeno devido a sua rapidez e à extensão do seu alcance.

O fenômeno surgiu nos anos de 1970 e encontra-se em ritmo acelerado, principalmente em decorrência dos avanços tecnológicos da informática que se fixou no campo da produção industrial. Ao seu lado se desenvolveram os aspectos econômicos e, então, as empresas passaram a enfrentar uma acirrada concorrência procurando a todo custo colocar seus produtos no mercado.

Nesse cenário, surgiu a presente necessidade das indústrias não só produzirem mais, como também ofertarem produtos com qualidade, com preços competitivos e atrativos, com menores custos de fabricação, sem perda de atributos dos produtos.

Hoje mais do que nunca, a qualidade é indispensável. Deve estar presente em todos os aspectos do produto, os quais abrangem desde as matérias-primas e aviamentos utilizados, ao atendimento prestado ao cliente, que está cada dia mais exigente e cauteloso em suas compras, principalmente contendo o respaldo do Código de Defesa do Consumidor.

No segmento de vestuário escolar também se observa essa tendência. Os consumidores exigem cada vez mais uniformes com qualidade e segurança, mas também que apresentem aspectos estéticos, conforto dentre outras características.

Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho é utilizar o planejamento de experimentos para estudar a possibilidade de ampliar os valores de densidade de pontos por centímetro e espessuras das agulhas, propostos pela norma ABNT NBR 9925:2009 para analisar a costurabilidade de uniformes escolares.

Pelos resultados obtidos nos ensaios de gramatura é possível afirmar que os valores experimentais estão dentro dos limites de tolerância estabelecida pela norma ABNT NBR 10591:2008, tanto o box plot quanto a análise de variância mostram que os tecidos selecionados apresentam valores médios de gramatura estatisticamente iguais. Os resultados experimentais obtidos nos ensaios de densidade de pontos por centímetro - seja no sentido do urdume, seja no sentido da trama - mostram que os valores médios estão dentro da tolerância de 0,5 ponto/cm estabelecida pelo procedimento da incerteza

de medição utilizado por laboratórios de costurabilidade e pelas empresas do setor de confecção. Apesar de esta medição não estar disponível para consulta, todavia a pesquisadora atuou mais de dez anos executando este tipo de ensaio no laboratório de costurabilidade.

Levando-se em conta os valores de incerteza de medição calculados, é possível afirmar que tecidos costurados com densidade de 4 pontos/cm no sentido do urdume apresentaram maior variabilidade na costura, uma vez que possuem a maior incerteza expandida (0,33); os tecidos costurados com densidade de 5 pontos/cm possuem a menor incerteza expandida (0,21); e costurados com densidade de 3 pontos/cm possuem valores intermediários de incerteza expandida (0,24). O estudo estatístico (análise de contrastes) mostrou que os tecidos costurados com densidade de 4 pontos/cm e agulha 80/12 possuem densidade média diferentes, os tecidos azul marinho possuem densidade média de pontos/cm maior quando comparada com densidade de pontos/cm dos tecidos cinza e azul royal; ou seja, esse estudo indica que precisa ser revista a tolerância 0,5 ponto/cm estabelecida nos procedimentos de incerteza de medição dos laboratório de ensaios de costurabilidade.

Os valores de incerteza de medição calculados para os tecidos costurados com as três densidades de pontos por centímetro no sentido da trama estão muito próximos; os tecidos costurados com densidade de 4 pontos/cm possuem incerteza expandida igual a 0,21; e os tecidos costurados com densidade de 3 pontos/cm e com 5 pontos/cm possuem incerteza expandida igual a 0,25. O estudo estatístico mostrou que, dentro dos tratamentos (grupos), os tecidos possuem densidades médias estatisticamente iguais.

Os valores médios de abertura máxima obtidos nos ensaios físicos de esgarçamento, tanto no sentido do urdume quanto no sentido da trama, são menores que o valor especificado pela norma ABNT NBR 15778:2009 para confecção de artigos infantis em tecido plano.

Os valores médios de esgarçamento no sentido do urdume, dentro dos tratamentos (grupos), comportaram-se de forma distinta; os valores médios são diferentes em três grupos: nos tecidos costurados com 3 pontos/cm e agulhas nº 12/80, nos tecidos costurados com 4 pontos/cm e agulhas nº 11/75, e nos tecidos costurados com 5 pontos/cm e agulhas nº 12/80. Os tecidos costurados com 3 pontos/cm e agulhas nº 11/75, os costurados com 4 pontos/cm e agulhas nº 12/80 e os costurados com 5 pontos/cm e agulhas nº 11/75 possuem valores médios de esgarçamento estatisticamente iguais.

Os valores médios de esgarçamento no sentido da trama são diferentes apenas nos tecidos costurados com 3 pontos/cm e agulhas nº 12/80; nas demais regulagens, os esgarçamentos médios da costura são estatisticamente iguais.

Visando simular uma situação de mercado na qual a confecção pode comprar tecidos de diferentes fornecedores, os tecidos foram reagrupados para se verificar o tipo de agulha e a quantidade de pontos utilizada na costura dos tecidos influenciam significativamente no esgarçamento das costuras no sentido do urdume e da trama.

No sentido do urdume, os estudos estatísticos mostraram que, os tecidos costurados com 3 pontos/cm e agulha nº 11/75 possuem maior esgarçamento médio (abertura máxima = 3,1mm), seguidos pelos tecidos costurados com 4 pontos/cm e agulha nº 12/80 (abertura máxima = 2,7 mm); depois aparecem os tecidos costurados com 4 pontos/cm e agulha nº 11/75 (abertura máxima = 2,6mm) e os costurados com 3 pontos/cm e agulha nº 12/80 (abertura máxima = 2,4mm); os tecidos costurados com 5 pontos/cm com os dois tipos de agulha possuem menor esgarçamento médio (abertura máxima = 2,1mm).

No sentido da trama, os tecidos costurados com 3 pontos/cm e agulhas nº 11/75 possuem maior esgarçamento médio (abertura máxima = 2,9mm), seguido pelos tecidos costurados com 3 pontos/cm e agulhas nº 12/80 (abertura máxima = 2,5m) e pelos tecidos costurados com 4 pontos/cm com os dois tipos de agulhas (abertura máxima = 2,3mm), os tecidos costurados com 5 pontos/cm possuem menor esgarçamento médio, sendo que os tecidos costurados com agulhas 11/75 (abertura máxima = 2,0mm) possuem esgarçamento médio estatisticamente igual aos tecidos costurados com 4 pontos/cm e os tecidos costurados com 5 pontos/cm e agulhas nº 12/80 (abertura máxima = 1,5mm) possuem o menor valor de esgarçamento médio dentre todos os tecidos estudados.

Assim sendo, o estudo estatístico mostrou que é viável ampliar os valores de densidade de pontos por centímetro e espessuras das agulhas - proposto por este trabalho - para verificar a costurabilidade de uniformes escolares. Com efeito todos os valores médios de abertura máxima obtidos nos ensaios físicos de esgarçamento, tanto no sentido do urdume quanto no sentido da trama, são menores que o valor especificado pela norma ABNT NBR 9925:2009.

Dessa forma, pode-se afirmar que, dentro de um intervalo de confiança de 95%, a indústria de confecção, ao costurar o vestuário escolar com densidades de 3 pontos/cm ou 4 pontos/cm e agulhas mais espessas (nº 80/12) manterá a qualidade e a

funcionalidade do produto final, conforme estabelecido na norma ABNT NBR 15778:2009, incluindo ainda a redução dos custos de produção.

## **5.2 Recomendações de trabalhos futuros**

Por oportuno, cumpre destacar que o presente estudo teve a pretensão de ser um ponto de partida, não um ponto de chegada. Com esse entendimento, então para trabalhos futuros, recomenda-se um estudo usando a mesma metodologia aplicada neste projeto para tecidos de malha, ou até mesmo adaptando a metodologia, lembrando que os tecidos de malha possuem elasticidades, havendo a necessidade de regulagens diferentes nos equipamentos utilizados.

Ampliar a metodologia para outros tecidos planos utilizados nos diversos setores do mercado, como por exemplo, uniformes profissionais, modinha, social, entre muitos outros.

Revisar, enfim os parâmetros de análise da incerteza de medição da densidade de pontos por centímetro para atender a todos os tecidos que possam ser analisados nesta metodologia.

## REFERENCIAS

ABIT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E CONFECÇÃO). **Relatório de Atividades 2012**. 74p. Disponível em: <[http://www.abit.org.br/conteudo/informativos/relatorio\\_atividades/relatorio\\_abitbx\\_2012.pdf](http://www.abit.org.br/conteudo/informativos/relatorio_atividades/relatorio_abitbx_2012.pdf) > Acesso em: 02 de junho de 2013.

ABREU, A. R. P. **O avesso da moda: Trabalho a domicílio na indústria de confecção**. São Paulo, Hucitec, 1986.

ADMINISTRADORES. **Estudo revela dados sobre desempenho da indústria têxtil e de confecções. 2013**. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/noticias/negocios/estudo-revela-dados-sobre-desempenho-da-industria-textil-e-de-confeccoes/78079/>. Acesso em 10 de novembro de 2014.

ALENCAR, C. O. C. **Aplicabilidade do grupo focal para a avaliação do conforto em pesquisas de usabilidade de Moda**. 2014. 221 p.: il. Dissertação (Mestrado em Ciências) do Programa Pós-graduação Têxtil e Moda da Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2014.

ALMEIDA, M. C. **Auditoria: um curso moderno completo**. São Paulo: Atlas, 1996.

AMARAL, M.C.; BARUQUE, R.J; FERREIRA, A.C. **A política nacional de resíduos sólidos e a logística reversa no setor têxtil e de confecção nacional**. 2º Congresso Científico Têxtil e Moda – São Paulo. 20 a 22 de maio de 2014.

AMBROSIO, C. H. V. **Qualidade: da inspeção ao sistema de gestão**. Universidade Candido Mendes. Rio de Janeiro. 2009.

ANDRADE, R.R. **Uniforme escolar infantil: cenário atual**. 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, São Paulo, 13 a 16 de outubro, 2010.

AQUINO, D.S.; MAIER, R. C.; FREITAS, J. D. ; FRANCISCO, A. C. **Análise da qualidade de vida no trabalho no setor de costura em uma indústria de confecção**. Revista Produção Online, Florianópolis, v.12, n. 3, p. 585-603, jul./set. 2012.

ARAÚJO, M.; CASTRO, E. M. M. **Manual de Engenharia Têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986. v. 1. 694 p.

ARAÚJO, M.; CASTRO, E. M. M. **Manual de Engenharia Têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986. v. 2. 695-1648 p.

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

ARAÚJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional: benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total e reengenharia**. vol. 1. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e Documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 10520**: Informação e Documentação – Citações em documentos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 14724**: Informação e Documentação – Trabalhos Acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 9925**: Tecido plano - Determinação do esgarçamento em uma costura padrão. Rio de Janeiro. 2009.

\_\_\_\_\_. **NBR 9925**: Projeto da norma: Tecido plano - Determinação do esgarçamento em uma costura padrão. Rio de Janeiro. 2009.

\_\_\_\_\_. **NBR 10591**: Materiais têxteis - Determinação da gramatura de superfícies têxteis. Rio de Janeiro. 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR 9397**: Materiais têxteis - Tipos de costura – Classificação. Rio de Janeiro. 1986.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 139**: Têxteis - Atmosferas-padrão para condicionamento e ensaio. Rio de Janeiro. 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR 5426**: Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Rio de Janeiro. 1985.

\_\_\_\_\_. **NBR 15778**: Uniforme escolar - Requisitos de desempenho e segurança. Rio de Janeiro. 2009.

\_\_\_\_\_. **NBR 13174:** Costura em produto manufaturado - Determinação da densidade de pontos por centímetros - Método de ensaio. Rio de Janeiro. 1994

\_\_\_\_\_. **NBR 13096:** Materiais têxteis - Pontos de costura. Rio de Janeiro. 1994.

\_\_\_\_\_. **NBR 13483:** Material têxtil - Tipos de pontos. Rio de Janeiro. 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 8402:** Gestão da qualidade e garantia da qualidade – Terminologia. Rio de Janeiro. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT/CB:17 – Têxteis e do Vestuário.** Disponível em:

[http://abnt.iso.org/livelink/livelink/fetch/2000/2827/Comit%C3%AAs\\_T%C3%A9cnico\\_s\\_%C3%82mbito\\_de\\_atua%C3%A7%C3%A3o.html?nodeid=6873132&vernum=0](http://abnt.iso.org/livelink/livelink/fetch/2000/2827/Comit%C3%AAs_T%C3%A9cnico_s_%C3%82mbito_de_atua%C3%A7%C3%A3o.html?nodeid=6873132&vernum=0).

Acesso em 20 de janeiro de 2011

BACK, N., OGLIARI, A., DIAS, A., SILVA, J. C. **Projeto integrado de produtos:** planejamento, concepção e modelagem. Barueri: Manole, 2008. 721p.

BATISTA, L.H.; PINI, A.P.P.; CARNEIRO, L.P. **A importância organizacional da modelagem plana na indústria.** 2º Congresso Científico Têxtil e Moda – São Paulo. 20 a 22 de maio de 2014.

BARRETO, A. A. M. **Qualidade e produtividade na indústria de confecção.** Londrina: SENAI, 1997.

BRAGA Jr, E. O. ; HERMAIS, C. A. **A Indústria têxtil brasileira frente a concorrência internacional:** abordagem estratégica. CNTT – Congresso Nacional de Técnicos Têxteis XIX; 2000, Fortaleza - CE; 2000.

BEHERA, B.K.; CHAND, S.; SINGH; T.G.; RATHEE, P.. **"Sewability of denim"**. International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 9 No. 2, 1997, pp. 128-140.

BIERMANN, M. J. E. **Gestão do processo produtivo.** Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2007.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. **Metodologia de gestão para adensamento de cadeias produtivas.** MDIC: SEBRAE, Brasília, 2000.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). 8.ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

CAPELLASSI, C.H. **Metodologia projetual para produtos de moda e a sua interface com as tabelas de medidas do vestuário**. 2010. 102p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2010.

CASTRO, S. D. **O arranjo produtivo de confecções da região de Jaraguá-GO**. Relatório de Atividades da Expansão da RedeSist. UCG/UFRJ, 2004.

CARVALHINHA, M. P. **O Setor do Vestuário: Uma análise sobre as possibilidades estratégicas das empresas do vestuário no Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA. **Apostila de Tecnologia da Confecção**. Disponível em: [https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/archive/7/73/20080728134958!Apostila\\_tecnologia\\_cris.pdf](https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/archive/7/73/20080728134958!Apostila_tecnologia_cris.pdf). Acesso em 10 de novembro de 2014.

COATS. Coats Corrente. **Linha Mista (Corespun)** [http://www.coatscorrente.com.br/scripts/industrial/produto/produto\\_home.asp?idCategoria=1&idLinhaProduto=2](http://www.coatscorrente.com.br/scripts/industrial/produto/produto_home.asp?idCategoria=1&idLinhaProduto=2). Acesso em 25 de março de 2012.

CONMETRO. **Resolução. Resolução CONMETRO/MDIC numero 2 de 06 de maio de 2008**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000213.pdf>. Acesso em 20 de janeiro de 2011

CONTE, A. L.; DURSKI, G. R. **Qualidade**. Gestão Empresarial / Fae Business School. Curitiba: Associação Franciscana de Ensino Senhor Bom Jesus, Coleção Gestão Empresarial, v.2, p. 51 - 60, 2002.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N; CAONM. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA NETO, P.L., GUSMÃO, N.N. **Uma visão da qualidade na cadeia têxtil em empresas de pequeno e médio porte**. IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói, 2008.

CRUZ-MOREIRA, J.R. **Industrial Upgrading nas Cadeias Produtivas Globais: Reflexões a Partir das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Honduras e do Brasil.** São Paulo. Tese (Doutorado), USP, Escola Politécnica, 2003.

CUNHA, D.C. **Avaliação dos Resultados da Aplicação de Postponement em uma Grande Malharia e Confeção de Santa Catarina.** 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2002.

DEMING, W.E. **Qualidade: a revolução da administração.** Ed. Marques – Saraiva, Rio de Janeiro, 1990.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: resumo da teoria, questões de revisão, exercícios, estudos de caso.** Edição Compacta. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1997.

DIVISÃO DE ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS DO INMETRO. NIT-DICLA-021: **Expressão da incerteza de medição por laboratórios de calibração.** Rio de Janeiro, 2012.

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA. **Armazenagem Vertical.** Disponível em: [http://www.bm.edu.br/fatesc.edu.br/wpcontent/blogs.dir/3/files/pdf/tccs/armazenagem\\_vertical.pdf](http://www.bm.edu.br/fatesc.edu.br/wpcontent/blogs.dir/3/files/pdf/tccs/armazenagem_vertical.pdf). Acesso em 10 de novembro de 2014.

FEGHALI, M. K.; DWYER, D. **As engrenagens da moda.** 1.ed. Rio de Janeiro: Senac do Rio de Janeiro, 2001.

FERNANDES, W.A. **O movimento da qualidade no Brasil.** Ed. Essencial Ideal Publising. 2011.

FERREIRA, A. M. Estudo da Dinâmica de Costura numa Máquina de Costura de Ponto Preso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Têxtil), Universidade do Minho. Portugal, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/10712>. Acesso em 30 de janeiro de 2015.

FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. A. **Administração de materiais e do patrimônio.** São Paulo: Pioneira, 2002.

FREUND, J. E., **Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade.** 11ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

GALEGO, K. S. **Curso de Controle de Qualidade para Indústria do Vestuário**. São Paulo: SENAI/SP, 2008.

GARCIA, J. A. C. **Condições de trabalho e saúde dos trabalhadores da indústria do vestuário de Colatina**. 2006. 123f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, 2006.

GALO, N. R.; LEMOS, S. L.; LAPASINI, G. C. **Análise de fatores causadores de problemas produtivos em uma indústria de fios têxteis**. Revista Tecnológica, Maringá, edição especial SIMEPRO, 2013, p. 57-63.

GARCIA, L. C.; PEREIRA, M.; OSORIO, W. R. **Gestão dos parâmetros de estoque: estudo de caso de itens de medicamentos em farmácias hospitalares e convencionais**. Revista Gestão Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. 2009.

GARVIN, D. A. **Competing on the eight dimensions of quality**. Harvard Business Review, November-December. 1987

GEMELLI, M. **Controle de qualidade: processos utilizados por prestigiada grife nacional**. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC: Florianópolis. 2008.

GIL, S. P. **A importância do planejamento estratégico no processo produtivo com a utilização da ferramenta kanban**. Faculdade Cenecista de Capivari: São Paulo. 2011.

GOMES, G.; MACHADO, D. P. N.; ALEGRE, J. **Indústria têxtil de Santa Catarina e sua capacidade inovadora: estudo sob a perspectiva da eficiência, eficácia, custos e melhoria de processos**. Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 273-294, abr./jun. 2014.

GOMES, M. L. B. **Um modelo de nivelamento da produção à demanda para a indústria de confecção do vestuário segundo os novos paradigmas da melhoria dos fluxos de processos**. João Pessoa: UFPB, 2002. 320p. il.:

GOULART, A. F.; NETO, R. J. **A indústria do vestuário: economia, estética e tecnologia**. Florianópolis: Letras Contemporâneas, 1997.

GURGEL, F.C.A. **Administração do produto**. São Paulo: Atlas. 2001.

GUSMÃO, N. N. **A qualidade na indústria têxtil, da tecelagem ao vestuário**: estudo de casos múltiplos em pequenas e médias empresas no estado de São Paulo. 2008. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Paulista, São Paulo, 2008.

HAGHIGHAT, E.; ETRATI, S. M.; NAJAR, S. S.. **Evaluation of Woven Denim Fabric Sewability based on Needle Penetration Force** . Amirkabir University of Technology, Tehran IRAN. Journal of Engineered Fibers and Fabrics. Volume 9, Issue 2 – 2014 p.47. Disponível em: <http://www.jeffjournal.org>. Acesso em 29 de março de 2015.

HENRIQUES, R. P; GONÇALVES, A. A. **Modelo computadorizado para simulação dos prazos de produção e de entrega na indústria de confecção**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008. **Anais...** Rio de Janeiro, 2008.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. São Paulo: E. Blucher, 2005.

IEMI – Instituto de Estudos e Marketing Industrial, Brasil Têxtil 2011 - **Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira**. IEMI. São Paulo. 2011.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e tecnologia. **NIT-DICLA-21**- Expressão da incerteza de medição por laboratórios de calibração. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/Dicla/NIT/NIT-Dicla-21\\_07.pdf](http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/Dicla/NIT/NIT-Dicla-21_07.pdf). Acesso em 02 de junho de 2012.

INSTITUTO PORTUGUES DE QUALIDADE. NP 3800, “Tipos de Pontos de Costuras - Classificação e Terminologia”, 1991.

ISHIKAWA, K. **TQC, total quality control**: estratégia e administração da qualidade. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1986.

\_\_\_\_\_. **Controle de Qualidade Total: Á Maneira Japonesa**. Rio de Janeiro: Editora Campos, 1993.

ISO - INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. TC 38 – TEXTILES. Disponível em: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_tc\\_browse.htm?commid=448](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=448). Acesso em 20 de janeiro de 2011.

JURAN, J.M. **A qualidade desde o projeto** – os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. Ed. Pioneira. São Paulo, 1997.

KOTLER, P. **Marketing para século XXI**: como criar, conquistar e dominar o mercado. São Paulo. Edioro. 2009.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de marketing**. Tradução de Principles of marketing. 7. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1998. 527p.

LARSON, R., FARBER, B. **Estatística e Métodos Quantitativos**. 2ª ed. – São Paulo. Pearson Prentice Hall, 2007.

LEHNERT, G. **História da moda do século XX**. Kônemann. 2001.

LIDORIO, C. F. **Tecnologia da confecção**. Centro Federal de Educação de Tecnologia de Santa Catarina. Araranguá. 2008.

MARTINEZ, M. E. M.; JUNIOR, E. B.; ANTUNES, A. **Mapeamento das tecnologias do setor têxtil por meio de 1 documentos patentários depositados no brasil**. Instituto Nacional de Propriedade Intelectual do Ministério da Ciência e Tecnologia (INPI-MCT). Fatec. Americana v.2 n.1 p. 1 – 11 mar. / set. 2014.

MAUS, S.; MENDES, F. D. **Qualidade no produto do vestuário em malharia**. 2º Congresso Científico Têxtil e Moda – SP. 20 a 22 de maio de 2014.

MAYER, D.; ROSA, P. R.; FUNCHAL, J.A. **Modelo de Aplicação de Ferramentas da Qualidade para uma Empresa Gaúcha de Confecções**. R.E.S.C – Revista Eletrônica Saber Contábil - Vol. 2 n° 2 – Mai/Ago 2012. ISSN 2238-1376.

MENDES, F.D., SACOMANO, J.B., FUSCO, J. P. **Relações de trabalho nos processos da manufatura do vestuário**. XII SIMPEP-Bauru, SP, Brasil, 07 a 09 de Novembro de 2005.

MENDES, F. D.; FUSCO, J. P.; SACOMANO, J. B. **Redes de empresas** – A cadeia têxtil e as estratégias de manufatura na indústria brasileira do vestuário de moda. São Paulo: Arte & Ciência, 2010.

MENDONÇA, L. M. **A camisa masculina**: contemporaneidade e tradição no processo de desenvolvimento de produto da camisaria Trevi's. Blumenau. Universidade Regional de Blumenau. 2009.

MENEZS. M.S. SPAINE, P, A, A. **Modelagem Plana Industrial do Vestuário**: diretrizes para a indústria do vestuário e o ensino - aprendizado. Projética, Londrina, v.1, n.1, p.82-100, Dezembro de 2010, n° inaugural. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/projetica/article/view/7737/6858>> Acesso em: 03 de novembro de 2013.

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade**: enfoque e ferramentas. São Paulo: Altliber Editora, 2001.

MONTERO, P. S. **FIA11** - Procedimentos de Operação de Equipamentos – Controle de Qualidade Físico – Escola SENAI Francisco Matarazzo. São Paulo. 2005.

MONTGOMERY, D.C. **Design and analysis of experiments**. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, 2009.

\_\_\_\_\_. **Introduction to statistical quality control**. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, 1997.

MOURA JR., A. N. C. **Novas Tecnologias e sistemas de administração da produção**: análise do grau de integração e informatização nas empresas catarinenses. 1996. Dissertação (Mestrado). Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 1996.

MOURA, R. A. **Sistema e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**: Sistemas e técnicas. 5.ed.rev. São Paulo: Imam, 2005.

NETO, P.L.C.; GUSMÃO, N. N. **Uma visão da qualidade na cadeia têxtil em empresas de pequeno porte**. IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão - RJ. 31 de julho a 02 de agosto de 2008.

NOVAIS, J.F.P. **Desenvolvimento de linhas de costura com alma e avaliação do desempenho na costura**. Guimarães (Portugal), Escola de Engenharia Têxtil, 2013. Tese de Doutorado.

OLIVEIRA, O. **Gestão da Qualidade**: Tópicos avançados. São Paulo: Pioneira, 2004.

- OLIVER, R. L. **Satisfaction** – a Behavioral Perspective on the Consumer. Irwin-McGraw, 1996.
- OLTRAMARI, A.P.; PICCININI, V. C. **Reestruturação produtiva e formas de flexibilização do trabalho**. O&S - v.13 - n.36 - Janeiro/Março – 2006.
- PARDINI, L. C. **Compósitos Estruturais: Ciência e Tecnologia** - São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- PEZZOLO, D. B. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. São Paulo: Editora Senac. São Paulo, 2007.
- PIO, M. J. ; BRAGA JR., E. O. ; ANTUNES, A. **Tendências e inovações no setor de fibras químicas**. In: XXIII Conferência Nacional de Técnicos Têxteis, 2009, São Paulo. Tendências e inovações no setor de fibras químicas, 2009.
- PORTAL DE REVISTAS DO SENAI/SC. **Adequação da produção de serviços terceirizados de uma confecção: Um Estudo de Caso**. Disponível em: <http://revista.ctai.senai.br/index.php/edicao01/article/download/464/353>. Acesso em 10 de novembro de 2014.
- PROMOVESC. **Projeto de Modernização do Vestuário Escolar**. Disponível em: <http://www.promovesc.com.br/opromovesc.html>. Acesso em 01 de junho de 2012.
- PUCCINI, C.; LASCHUK, T. **Desenvolvimento de uniforme escolar funcional infantil**. 10º Colóquio de Moda, Caxias do Sul – R.S., 30 de agosto a 03 de setembro, 2014.
- REALI, J. L. S. **Os recursos humanos e a gestão pela qualidade total**. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas. Rio de Janeiro. 2004.
- RECH, S. R. **Moda: por um fio de qualidade**. Florianópolis: Udesc, 2002.
- RECH, S. R. **Cadeia produtiva da moda: um modelo conceitual de análise da competitividade no elo confecção**. 2006. 282 f Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Santa Catarina. 2006.

RIBEIRO, L. G.; SANTOS, L. F.; ANDRADE FILHO, J. F. **Introdução a tecnologia têxtil**. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, 1984 v.1. 214 p. il. tabs. 30 cm (Tecnologia Têxtil).

\_\_\_\_\_. **Introdução a tecnologia têxtil**. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, 1984 v.2. 208 p. il. tabs. 30 cm (Tecnologia Têxtil).

\_\_\_\_\_. **Introdução a tecnologia têxtil**. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, 1984 v.3. 174 p. il. tabs. 30 cm (Tecnologia Têxtil).

RIGUEIRAL, C., RIGUEIRAL, F. **Design & Moda**: como agregar valor e diferenciar sua confecção. Instituto de Pesquisas Tecnológicas: São Paulo, 2002.

ROCHA, M. M. F. **Contribuição para o Controle Automático dos Parâmetros de Costura**: Estudo da Dinâmica da Penetração da agulha e da Alimentação do tecido. 1996. 123f. Tese (Doutor em Engenharia Têxtil – Tecnologia do Vestuário) – Universidade do Minho, Guimarães, 1996.

ROSA, S. **Alfaiataria**: modelagem plana masculina. Brasília: SENAC, 2009.

SANCHES, R. A. **Procedimento para o desenvolvimento de tecido de malha a partir de planejamento de experimento**. 2006. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

\_\_\_\_\_. **Utilização de fibras sustentáveis na fabricação de vestuário**. Tese (Livre-Docência) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades – EACH/USP. São Paulo, 2011. f.:il.

SANTIS, S.H.S.; MARCIANO, J.P.P.; HOELS, J.C.; Santos, S.R.; ROMANI, M. **Modelagem de processos para melhoria dos controles na gestão de uma empresa de malharia de pequeno porte**. 2º Congresso Científico Têxtil e Moda – São Paulo. 20 a 22 de maio de 2014.

SANTOS, J.H.V. **Considerações Acerca dos Métodos Dedutivos e Indutivos**. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/10195328/Consideracoes-acerca-dos-metodos-dedutivo-e-indutivo>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2011.

SCHERER, A.; CAMPOS, S. **Projeto Competitividade e Inovação na Indústria Gaúcha**: Cadeia Produtiva Têxtil-Vestuário. Porto Alegre: FEE, 1995.

SEBRAE – Serviço de Apoio a Micro e Pequenas Empresas. **Gestão do processo produtivo**. Disponível em:

[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=sebrae%20rs%20processo%20produtivo%20vestuario%202007&source=web&cd=1&ved=0CE8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sebraers.com.br%2FDownload\\_File.aspx%3FarquivoCaminho%3D~%2Ffiles%2Farq\\_1154\\_1\\_1\\_1.pdf%26arquivoNome%3DGest%25C3%25A3o\\_do\\_processo\\_produtivo.pdf&ei=dS\\_OT6y1HIO88ASUwoDgCg&usg=AFQjCNE13jpBG3FyH4iLl7Dt4HGGAQDZoA](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=sebrae%20rs%20processo%20produtivo%20vestuario%202007&source=web&cd=1&ved=0CE8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sebraers.com.br%2FDownload_File.aspx%3FarquivoCaminho%3D~%2Ffiles%2Farq_1154_1_1_1.pdf%26arquivoNome%3DGest%25C3%25A3o_do_processo_produtivo.pdf&ei=dS_OT6y1HIO88ASUwoDgCg&usg=AFQjCNE13jpBG3FyH4iLl7Dt4HGGAQDZoA). Acesso em 01 de junho de 2012.

SILVA, U. C. **História da Indumentária**. 2ª ed. Araranguá, 2009.

SILVA, C.C.; CUNHA, R. A. D.; FELIPE; R. C. T. S.; FELIPI, R. N. B.. **Desenvolvimento de tecidos de sisal para utilização em compósitos poliméricos**. IFRN. Holos, Ano 25, Vol. 4.

SILVA, W. L. V.; SANTOS, Z. A. S.; SILVA, A. L.; COSTA, A. R. **Desenvolvimento de modelo de seleção de materiais metálicos aplicando uma abordagem logística** : o caso de empresas do setor minerometalúrgico. Rem: Rev. Esc. Minas [online]. 2012, vol.65, n.2, pp. 225-232. ISSN 0370-4467. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672012000200011>. Acesso em: 10 de novembro de 2014.

SLACK, N. et. al. **Administração da Produção**. São Paulo: Ed. Atlas, Edição Compacta, 1999.

\_\_\_\_\_. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, N; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009.

STEIN, V. **Índice de proporcionalidade de cobertura**: um fator para previsibilidade das características da qualidade nos tecidos de malha. 2003. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2003.

STRUMIELLO, L. D. P. **Proposta para o planejamento e controle da produção e custos para pequenas empresas do vestuário**. 1999. Universidade Federal de Santa Catarina - Engenharia de Produção. Florianópolis, 1999.

SULTANI, C. **A Indústria têxtil no Brasil, 2007**. Disponível em: <<http://www.kaeser.com.br/Images/2007-2-Industria-Textil-Nossa-Senhora-do-Belem-SA-tcm72-204210.pdf>>. Acessado em 03 de março de 2015.

TAGUCHI, G. et al. **Engenharia da qualidade em sistemas de produção**. São Paulo: Ed. McGraw-Hill, 1990.

TANAKA, M.; YASUMORI, K.; KAMATA, Y.. **Needle Deflection and Sewability on Lockstitch Sewing Machine**. Part 1. Evaluation Method of Needle Deflection. Based on the Journal of the Textile Machinery Society of Japan, Vol. 43, No. 3 (1997).

Disponível em:

<https://astp.jst.go.jp/modules/search/index.php?page=DocumentDetail&journalId=0040>

5043\_43\_3\_Needle+Deflection+and+Sewability+on+Lockstitch+Sewing+Machine\_N%2FA. Acesso em: 29 de março de 2015.

TEX BRASIL DECOR. **Cartilha de costurabilidade**. Disponível em: <http://www.texbrasildecor.com.br/imagens/cartilhanova.pdf>. Acesso em 25 de março de 2012.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 9ª ed. - Rio de Janeiro. LTC Editora. 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Biblioteca Universitária. **Elaboração de projeto**. Disponível em: <http://www.bu.ufsc.br/cac/projetos.html>. Acesso em: 20 de janeiro de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Modelagem no Design Brasileiro**. Disponível em: [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/encuentro2007/02\\_auuspicios\\_publicaciones/actas\\_diseno/articulos\\_pdf/A6045.pdf](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2007/02_auuspicios_publicaciones/actas_diseno/articulos_pdf/A6045.pdf). Acesso em 10 de novembro de 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. **Desenvolvimento de tecidos de sisal para utilização em compósitos poliméricos**. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/340/280>. Acesso em 10 de novembro de 2014.

VERMULM, R.; ERBER, F. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos da zona de livre comércio**. Cadeia bens de capital. Campinas, 2002.

VIEIRA, V. **Colégios reformam uniformes para seguir tendências da moda**. Revista Veja, São Paulo, v4, n.32, p.15-17, março 2007.

VULCABRAS. **Processo produtivo**. Disponível em: <http://vulcabrasazaleiari.com.br/a-empresa/processo-produtivo>. Acesso em 01 de junho de 2012.

WANKE, P. **Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos: Decisões e Modelos Quantitativos**. Rio de Janeiro: Editora Atlas, 2003.

ZACARELLI, S. B. **Programação e controle da produção**. 7ed. São Paulo: Pioneira, 1986.

\_\_\_\_\_. **Estratégia e sucesso nas empresas**. São Paulo. Saraiva. 2000.

YAMASHITA, T.M., SANCHES, R.A. **A influência da pré-tensão no número de torções em fios de algodão**. Revista Textília, n.45, p34-42. 2002.

YILDIZ, E. Z.; PAMUK, O.; ÖNDOĞA, Z. **A study about the effects of interlinings to sewability properties of the woven fabrics**. TEKSTİL ve KONFEKSİYON. Volume: 21 Issue: 1 / JANUARY - MARCH 2011. Disponível em: <http://www.tekstilvekonfeksiyon.com/en/the-study-of-stitch-parameters-on-the-effect-of-stitch-strength-of-the-polyester-lining-fabrics-270.html>. Acesso em: 29 de março de 2015.

## **ANEXO A**

### **ABNT NBR 9925**

Essa a norma será a principal para o a pesquisa. Nela constam o procedimento principal de ensaio e os padrões de comparação com os padrões elaborados pelo pesquisador.

Dados da norma foram fornecidos pela responsável do comitê brasileiro de normas técnicas da área têxtil e do vestuário, Sra. Maria Adelina Pereira, que terá grande contribuição para análise de dados dos ensaios, e poderá com estes dados atualizar a norma para melhoria de processos e produtos produzidos pelo mercado.

#### **Método de ensaio**

O conteúdo do método de ensaio descrito nesta pesquisa está autorizado pela responsável do comitê brasileiro de normas técnicas da área têxtil e do vestuário, Sra. Maria Adelina Pereira, pois é apenas o projeto de norma, portanto; não tem efeito normativo.

#### **a) Aparelhagem**

- O dinamômetro deve conter dois pares de mordentes, tendo os mordentes da frente à largura de 25mm e os de trás a largura de 50mm no mínimo. Os mordentes devem prender os corpos-de-prova sem permitir o deslizamento e sem causar danos. Pode ser necessário utilizar mordentes que tenham a face ranhurada, recoberta ou modificada. Os eixos dos pares de mordentes devem estar alinhados na direção da força de tração e suas bordas devem ser perpendiculares a esta direção. O aparelho deve permitir que a distância inicial entre as garras, sobre o corpo-de-prova a ser ensaiado, seja de  $75 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  e que a velocidade de deslocamento das garras seja de  $100 \text{ mm/min} \pm 5 \text{ mm/min}$ .
- Escala milimetrada ou gabarito.
- Lente conta-fio em milímetros.
- Máquina de costura de uma só agulha com ponta adequada ao tecido, permitindo a realização de ponto de costura do tipo 301 conforme ABNT NBR 9397. De modo geral deve-se usar agulha de ponta levemente boleada para tecidos planos.

## b) Material

### b.1) Linha de costura

A linha de costura deve ser 100 % poliéster fiado com títulos aproximados de 27 tex, com tolerâncias de  $\pm 5\%$ , ou linhas padronizadas como referência, empregada conforme tabela de combinações exigíveis para ensaio.

### b.2) Tecidos

Os tecidos em análise devem ser ensaiados, obedecendo ao sistema de classificação quanto à gramatura conforme a Tabela 1 de combinações exigíveis para ensaio.

Tabela 1 - Combinações exigíveis para ensaio.

<b>Tipo de tecido</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Gramatura (g/m <sup>2</sup> ) ABNT NBR 10591	Até 100	Acima de 100 até 150	Acima de 150 até 300	Acima de 300
Diâmetro do corpo da agulha (mm)	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: ABNT NBR 9925, 2009.

### c) Preparação dos corpos de prova

Retirar uma amostra de 50cm de comprimento e contendo toda a largura da peça de tecido, a uma distância não inferior a 3m do início ou do final da peça.

A amostra não pode apresentar defeitos aparentes e deve ser manipulado cuidadosamente, de modo a não sofrer deformação.

Retirar os corpos de prova a uma distância das orelhas não inferior a 1/10 da largura da peça de tecido e com uma defasagem diagonal em relação aos sentidos de urdume e trama, de modo que os corpos de prova não contenham os mesmos fios no sentido do tracionamento.

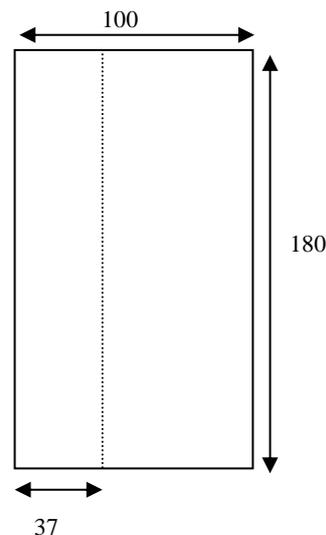
Retirar cinco corpos de prova no sentido do urdume e cinco corpos-de-prova no sentido da trama.

Dimensões do corpo de prova:

- a) Largura =  $100\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ;
- b) Comprimento =  $180\text{mm} \pm 2\text{mm}$ , paralelo ao fio de trama se for ensaiar o esgarçamento no sentido do urdume e paralelo ao fio de urdume se for ensaiar o esgarçamento no sentido da trama.

Traçar uma linha paralela no sentido de comprimento afastada 37mm da lateral, para servir de orientação na fixação do corpo de prova, conforme mostra a Figura 1.

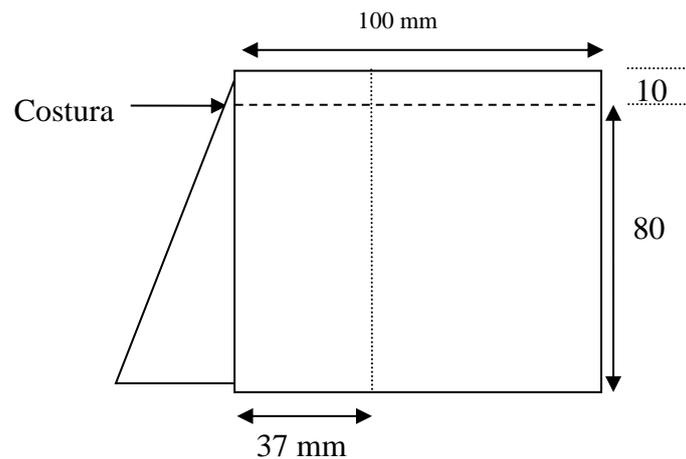
Figura 1 – Corpo de prova sem costura



Fonte: ABNT NBR 9925, 2009.

Dobrar o corpo-de-prova ao meio no sentido do comprimento. Marcar o local da costura a 10mm da dobra. Efetuar a costura, de modo que fique paralela ao fio que deve ser ensaiado, como mostra a Figura 2.

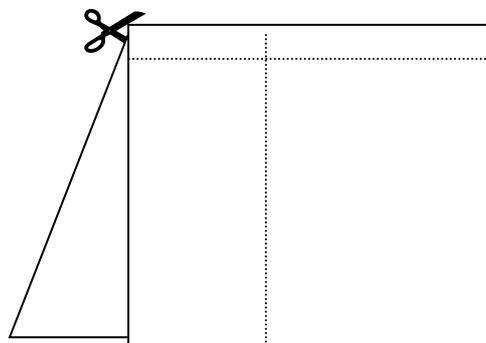
Figura 2 – Corpo de prova costurado



Fonte: ABNT NBR 9925, 2009.

Deve-se ter o cuidado de manter uma tensão uniforme nos pontos e que a costura fique perpendicular ao sentido da tração dos fios. Após a costura, cortar o corpo de prova, conforme indica a Figura 3.

Figura 3 – Corpo de prova costurado, orientação de corte



Fonte: ABNT NBR 9925, 2009.

### Procedimento de ensaio

Condicionar os corpos de prova conforme ABNT NBR ISO 139.

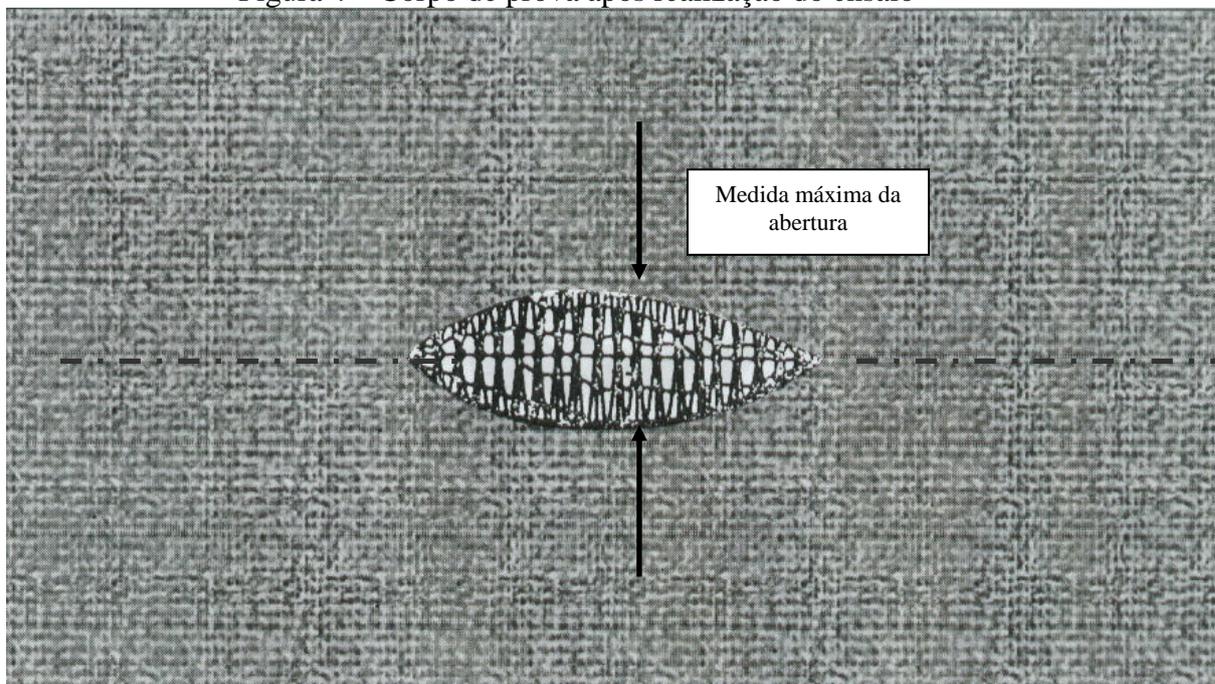
Ajustar a distância entre os mordentes para  $75 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ .

Verificar se os eixos estão corretamente alinhados e se as suas bordas estão paralelas, de maneira que a força aplicada no corpo de prova não produza desvio angular. As condições das garras devem permitir uma pressão uniforme em toda a superfície.

Aplicar a força de tração conforme a combinações exigíveis de ensaio.

Com auxílio da régua, efetuar a medição do esgarçamento ocorrido levando-se em consideração a medição da abertura máxima, representada na Figura 4, sob tensão, ocorrida nos dois lados que margeiam a costura.

Figura 4 – Corpo de prova após realização do ensaio



Fonte: ABNT NBR 9925, 2009.

Anotar o resultado. Repetir este procedimento para os outros corpos de prova.

### **Expressão dos resultados**

Calcular o esgarçamento médio, obtido nos cinco corpos de prova de cada sentido (urdume e trama) em milímetros, com precisão de 0,1mm.

## APÊNDICE A

### Calculo da incerteza de medição da densidade de pontos por centímetro

A metodologia irá apresentar o cálculo à incerteza de medição da densidade de pontos por centímetro para comprovar que a tolerância de 0,5 pontos por centímetro utilizado pelas empresas e fornecedores de máquinas do setor.

A incerteza de medição é um parâmetro, associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser razoavelmente atribuídos ao mensurando.

#### A.1) Densidade de pontos por centímetro dos tecidos planos marinho, royal e cinza.

Regulagem máquina reta ponto fixo: densidade de pontos por centímetro 3,0 pontos/cm, costura sentido do urdume.

Realiza-se a costura em corpos de prova de aproximadamente 100 cm, faz a medição em três pontos diferentes da costura em um intervalo de 5,0 cm, somam-se resultados e divide-se por 15, obtendo um valor de médio da densidade de pontos por centímetro na costura.

A partir da média dos resultados, calcula-se o desvio padrão das médias dos resultados de cada amostra.

A incerteza das médias (UM) foi determinada pelo desvio padrão da média das amostras dividido pela raiz do número de amostras de tecidos regulados na máquina (n=3)

Fórmula:

Incerteza das médias (UM) = desvio padrão das médias /  $\sqrt{\text{numero de amostras}}$

Para que a incerteza pode ter maior grau de confiança, colocamos em pauta o erro de arredondamento no calculo médio da densidade de pontos por centímetro, ou seja, o erro de arredondamento utilizado para chegar a valores de: 0.25 pontos/cm, exemplo se o valor encontrado na soma de pontos por centímetro for de: 3,12 pontos/cm, este é arredondado para 3,0 pontos/cm.

Com bases nestes valores calculamos a incerteza combinada – UC da incerteza das médias com o erro de arredondamento, que se calcula pela raiz quadrada das somas dos quadrados da incerteza das médias com o erro de arredondamento.

Fórmula:

$$\text{Incerteza combinada (UC)} = \sqrt{(\text{incerteza das médias})^2 + (\text{erro de arredondamento})^2}$$

Fatores de Abrangência, conforme Tabela 1, obtidos a partir dos Graus de Liberdade Efetivos são para estimar o valor de um fator de abrangência  $k$  correspondente a uma probabilidade de abrangência especificada, é necessária que seja levada em conta a confiabilidade da incerteza padrão.

O procedimento para o cálculo de um fator de abrangência apropriado  $k$ , quando as condições do teorema central do limite são satisfeitas, compreende os três seguintes passos:

- a) Obter uma incerteza padrão associada à estimativa de saída
- b) Estimar os graus de liberdade efetivos  $v_{eff}$  da incerteza padrão associada à estimativa de saída  $y$  a partir da fórmula de Welch-Satterhwaite

$$v_{eff} = \frac{(UC)^4}{\frac{(UM)^4}{n-1}}$$

- c) Obter o fator de abrangência  $k$  através da tabela Esta tabela é baseada na distribuição-t avaliada para uma probabilidade de abrangência de 95,45%. Se  $v_{eff}$  não for inteiro, o que é usualmente o caso, truncar  $v_{eff}$  para o próximo menor inteiro.

Tabela 1 - Fatores de abrangência  $k$  para diferentes graus de liberdade  $v_{eff}$

$v_{eff}$	1	2	3	4	5	6	7	8	10	20	50	$\infty$
$K$	13,97	4,53	3,31	2,87	2,65	2,52	2,43	2,37	2,28	2,13	2,05	2,00

Fonte: NIT-DICLA-021, 2012.

Incerteza expandida é grandeza que define um intervalo em torno do resultado de uma medição com a qual se espera abranger uma grande fração da distribuição dos valores que possam ser razoavelmente atribuídos ao mensurando.

$$UE = UC \times k$$

A incerteza expandida relatada é baseada em uma incerteza padronizada combinada, multiplicada por um fator de abrangência  $k$  conforme tabela; para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

### A.2) Resultados dos cálculos de incerteza de medição da densidade de pontos por centímetro.

Os resultados das incertezas de medição da densidade de pontos por centímetro estão apresentados nas Tabelas 2 a 7.

Tabela 2 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm, costura sentido urdume

Tecido	Tecido plano marinho	Tecido plano royal	Tecido plano cinza
<b>Medições</b>	<b>Costura sentido urdume</b>		
1	15	15	14
2	15	15	15
3	15	16	14
Soma	45	46	43
Ptos/cm	3,0000	3,0667	2,8667
<b>Média ptos/cm</b>	<b>2,9778</b>		
<b>Desvio padrão</b>	<b>0,1018</b>		
<b>Incerteza das médias – UM</b>	<b>0,0588</b>		
<b>Incerteza combinada – UC</b>	<b>0,1213</b>		
<b>Graus de liberdade efetivo – <math>v_{eff}</math></b>	<b>36,2283</b>		
<b>Fator de abrangencia – k</b>	<b>2,05</b>		
<b>Incerteza Expandida</b>	<b>0,2487</b>		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Tabela 3 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 4,0 pontos/cm, costura sentido urdume

Tecido	Tecido plano marinho	Tecido plano royal	Tecido plano cinza
<b>Medições</b>	<b>Costura sentido urdume</b>		
1	21	19	21
2	21	19	20
3	21	20	20
Soma	63	58	61
Ptos/cm	4,2000	3,8667	4,0667
<b>Média ptos/cm</b>	<b>4,0444</b>		
<b>Desvio padrão</b>	<b>0,1678</b>		
<b>Incerteza das médias – UM</b>	<b>0,0969</b>		
<b>Incerteza combinada – UC</b>	<b>0,1594</b>		
<b>Graus de liberdade efetivo – <math>v_{eff}</math></b>	<b>14,6534</b>		
<b>Fator de abrangencia – k</b>	<b>2,13</b>		
<b>Incerteza Expandida</b>	<b>0,3394</b>		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Tabela 4 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 5,0 pontos/cm, costura sentido urdume

Tecido	Tecido plano marinho	Tecido plano royal	Tecido plano cinza
<b>Medições</b>	<b>Costura sentido urdume</b>		
1	25	24	26
2	25	24	25
3	26	26	25
Soma	76	74	76
Ptos/cm	5,0667	4,9333	5,0667
<b>Média ptos/cm</b>	<b>5,0222</b>		
<b>Desvio padrão</b>	<b>0,0770</b>		
<b>Incerteza das médias – UM</b>	<b>0,0444</b>		
<b>Incerteza combinada – UC</b>	<b>0,1069</b>		
<b>Graus de liberdade efetivo – <math>v_{eff}</math></b>	<b>67,0491</b>		
<b>Fator de abrangencia – k</b>	<b>2</b>		
<b>Incerteza Expandida</b>	<b>0,2139</b>		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Tabela 5 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm, costura sentido trama

Tecido	Tecido plano marinho	Tecido plano royal	Tecido plano cinza
<b>Medições</b>	<b>Costura sentido trama</b>		
1	14	16	17
2	15	14	15
3	15	15	15
Soma	44	45	47
Ptos/cm	2,9333	3,0000	3,1333
<b>Média ptos/cm</b>	<b>3,0222</b>		
<b>Desvio padrão</b>	<b>0,1018</b>		
<b>Incerteza das médias – UM</b>	<b>0,0588</b>		
<b>Incerteza combinada – UC</b>	<b>0,1213</b>		
<b>Graus de liberdade efetivo – <math>v_{eff}</math></b>	<b>36,2283</b>		
<b>Fator de abrangencia – k</b>	<b>2,05</b>		
<b>Incerteza Expandida</b>	<b>0,2487</b>		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Tabela 6 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm, costura sentido trama

Tecido	Tecido plano marinho	Tecido plano royal	Tecido plano cinza
<b>Medições</b>	<b>Costura sentido trama</b>		
1	22	20	19
2	20	21	20
3	20	21	21
Soma	62	62	60
Ptos/cm	4,1333	4,1333	4,0000
<b>Média ptos/cm</b>	<b>4,0889</b>		
<b>Desvio padrão</b>	<b>0,0770</b>		
<b>Incerteza das médias – UM</b>	<b>0,0444</b>		
<b>Incerteza combinada – UC</b>	<b>0,1069</b>		
<b>Graus de liberdade efetivo – <math>v_{eff}</math></b>	<b>67,0491</b>		
<b>Fator de abrangencia – k</b>	<b>2</b>		
<b>Incerteza Expandida</b>	<b>0,2139</b>		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

Tabela 7 - Resultados da regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm, costura sentido trama

<b>Tecido</b>	<b>Tecido plano marinho</b>	<b>Tecido plano royal</b>	<b>Tecido plano cinza</b>
<b>Medições</b>	<b>Costura sentido trama</b>		
1	24	25	24
2	25	26	25
3	24	25	25
Soma	73	76	74
Ptos/cm	4,8667	5,0667	4,9333
<b>Média ptos/cm</b>	<b>4,9556</b>		
<b>Desvio padrão</b>	<b>0,1018</b>		
<b>Incerteza das médias – UM</b>	<b>0,0588</b>		
<b>Incerteza combinada – UC</b>	<b>0,1213</b>		
<b>Graus de liberdade efetivo – <math>v_{eff}</math></b>	<b>36,2283</b>		
<b>Fator de abrangencia – k</b>	<b>2,05</b>		
<b>Incerteza Expandida</b>	<b>0,2487</b>		

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

## APÊNDICE B

### Valores resultados do ensaio da determinação do esgarçamento de uma costura padrão dos tecidos planos.

Os valores dos resultados do ensaio da determinação do esgarçamento de uma costura padrão encontram-se nas tabelas.

B.1) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 75, costura sentido urdume.

Tabela 1 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925 ) - costura sentido urdume, conforme Tabela 1.

<b>Tecido</b>	<b>Azul marinho</b>	<b>Azul royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido urdume – medições em milímetros (mm)</b>		
CP 1	3	4	3
CP 2	3	4	3
CP 3	3	3	3
CP 4	3	3	3
CP 5	3	3	3
<b>Média</b>	<b>3,0000</b>	<b>3,4000</b>	<b>3,0000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,5477</b>	<b>0,0000</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

B.2) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 75, costura sentido trama. Resultados expressados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) - costura sentido trama

<b>Tecido</b>	<b>Azul Marinho</b>	<b>Azul Royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido trama - medições em milímetros (mm)</b>		
CP 1	3	3	3
CP 2	3	3	3
CP 3	3	3	3
CP 4	3	3	3
CP 5	3	2	3
<b>Média</b>	<b>3,0000</b>	<b>2,8000</b>	<b>3,0000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,4472</b>	<b>0,0000</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

B.3) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 4,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 75, costura sentido urdume. Resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) - costura sentido urdume.

<b>Tecido</b>	<b>Azul marinho</b>	<b>Azul royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido urdume - medições em milímetros (mm)</b>		
CP 1	3	3	2
CP 2	2	3	3
CP 3	2	3	2
CP 4	3	3	2
CP 5	3	3	2
<b>Média</b>	<b>2,6000</b>	<b>3,0000</b>	<b>2,2000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,5477</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,4472</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

B.4) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 4,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 75, costura sentido trama. Resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) - costura sentido trama

<b>Tecido</b>	<b>Azul Marinho</b>	<b>Azul Royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido trama - medições em milímetros (mm)</b>		
CP 1	2	2	2
CP 2	2	3	2
CP 3	2	3	3
CP 4	3	2	2
CP 5	2	2	2
<b>Média</b>	<b>2,2000</b>	<b>2,4000</b>	<b>2,2000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,4472</b>	<b>0,5477</b>	<b>0,4472</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

B.5) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 5,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 75, costura sentido urdume. Resultados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) - costura sentido urdume

<b>Tecido</b>	<b>Azul marinho</b>	<b>Azul royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido urdume - medições em milímetros (mm)</b>		
CP 1	2	3	2
CP 2	2	3	2
CP 3	2	2	2
CP 4	2	2	2
CP 5	2	2	2
<b>Média</b>	<b>2,0000</b>	<b>2,4000</b>	<b>2,0000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,5477</b>	<b>0,0000</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

B.6) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 5,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 75, costura sentido trama. Resultados apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) - costura sentido trama

<b>Tecido</b>	<b>Azul Marinho</b>	<b>Azul Royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido trama - medições em milímetros (mm)</b>		
CP 1	2	2	2
CP 2	2	2	2
CP 3	2	2	2
CP 4	2	2	2
CP 5	2	2	2
<b>Média</b>	<b>2,0000</b>	<b>2,0000</b>	<b>2,0000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

B.7) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 80, costura sentido urdume. Resultados apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) - costura sentido urdume

<b>Tecido</b>	<b>Azul marinho</b>	<b>Azul royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido urdume - medições em milímetros (mm)</b>		
CP 1	2	3	2
CP 2	2	3	3
CP 3	2	2	2
CP 4	2	3	3
CP 5	2	3	2
<b>Média</b>	<b>2,0000</b>	<b>2,8000</b>	<b>2,4000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,4472</b>	<b>0,5477</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

B.8) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 3,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 80, costura sentido trama. Resultados apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) - costura sentido trama

<b>Tecido</b>	<b>Azul Marinho</b>	<b>Azul Royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido trama - medições em milímetros (mm)</b>		
CP 1	2	3	3
CP 2	2	3	2
CP 3	2	3	2
CP 4	2	3	3
CP 5	2	3	3
<b>Média</b>	<b>2,0000</b>	<b>3,0000</b>	<b>2,6000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,5477</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

B.9) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 4,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 80, costura sentido urdume. Resultados apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) - costura sentido urdume

<b>Tecido</b>	<b>Azul marinho</b>	<b>Azul royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido urdume - medições em milímetros (mm)</b>		
CP 1	3	3	3
CP 2	3	3	3
CP 3	2	3	2
CP 4	2	3	3
CP 5	3	3	2
<b>Média</b>	<b>2,6000</b>	<b>3,0000</b>	<b>2,6000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,5477</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,5477</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

B.10) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 4,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 80, costura sentido trama. Resultados apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) - costura sentido trama

<b>Tecido</b>	<b>Azul Marinho</b>	<b>Azul Royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido trama - medições em milímetros (mm)</b>		
CP 1	2	3	2
CP 2	2	3	3
CP 3	2	2	2
CP 4	2	2	2
CP 5	2	2	3
<b>Média</b>	<b>2,0000</b>	<b>2,4000</b>	<b>2,4000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,5477</b>	<b>0,5477</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

B.11) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 5,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 80, costura sentido urdume. Resultados apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) - costura sentido urdume.

<b>Tecido</b>	<b>Azul marinho</b>	<b>Azul royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido urdume - medições em milímetros (mm)</b>		
CP 1	2	2	2
CP 2	2	2	2
CP 3	2	2	2
CP 4	2	3	2
CP 5	1	3	2
<b>Média</b>	<b>1,8000</b>	<b>2,4000</b>	<b>2,0000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,4472</b>	<b>0,5477</b>	<b>0,0000</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

B.12) Regulagem máquina reta ponto fixo, tipo de ponto 301, densidade de pontos por centímetro: 5,0 pontos/cm e agulha ponta redonda levemente boleada nº 80, costura sentido trama. Resultados apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Resultados dos ensaios de esgarçamento (ABNT NBR 9925) - costura sentido trama

<b>Tecido</b>	<b>Azul Marinho</b>	<b>Azul Royal</b>	<b>Cinza</b>
<b>Ensaio</b>	<b>Costura sentido trama - em milímetros (mm)</b>		
CP 1	2	2	1
CP 2	1	2	2
CP 3	2	2	2
CP 4	1	1	1
CP 5	1	1	1
<b>Média</b>	<b>1,4000</b>	<b>1,6000</b>	<b>1,4000</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,5477</b>	<b>0,5477</b>	<b>0,5477</b>

Fonte: Karina dos Santos Galego Pessoa, 2015.

## APÊNDICE C

### **Principais Normas para verificar a qualidade do produto.**

Neste apêndice estão descritos as normas mais relevantes à pesquisa, para obtenção dos resultados e realizar a comparação com metodologia criada pelo autor.

#### **Normas**

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, norma é um documento estabelecido por consenso e aprovado por organismo reconhecido, que fornece para uso comum ou repetitivo, diretrizes ou características para atividades ou seus resultados, visando obter um grau ótimo de ordenação em um dado contexto.

Estas normas são baseadas em resultados de ciências, tecnologias e experiências acumuladas. O conhecimento do autor mostra que sua experiência neste mercado da indústria têxtil e do vestuário irá comparar as normas já existentes com os seus padrões estabelecidos de acordo com as características dos tecidos trabalhados.

As normas técnicas serão os parâmetros para a realização dos ensaios nos laboratórios especializados, utilizando apenas dos procedimentos para realização dos ensaios, enquanto os resultados serão comparados aos padrões das normas e os estabelecidos pelo autor. Quando não houver padrão estabelecido pela norma, o autor irá utilizar seus padrões e comprovar estatisticamente que são válidos, podendo ser futuramente padrões utilizados nas normas.

As normas utilizadas na pesquisa são:

- ABNT NBR 9925 - Tecido plano - Determinação do esgarçamento em uma costura padrão. Esta norma especifica o método de ensaio utilizado para determinação do esgarçamento de tecido plano em uma costura-padrão.
- ABNT NBR 10591 - Materiais têxteis - Determinação da gramatura de superfícies têxteis. A norma prescreve o método para determinação da gramatura de malhas e tecidos planos.
- ABNT NBR 9397 - Materiais têxteis - Tipos de costura – Classificação. A norma classifica, ilustra e designa os vários tipos de costuras que podem ser

realizadas nos produtos, mas a escolha da costura deve ser considerada a estrutura do material em trabalho, como tecido plano ou malha.

- ABNT NBR ISO 139 - Têxteis - Atmosferas-padrão para condicionamento e ensaio. A norma define as características e uso de uma atmosfera-padrão de condicionamento para determinar as propriedades físicas e mecânicas de têxteis para uso dos laboratórios, assim diminuindo a incerteza nas medições dos resultados.
- ABNT NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. A norma estabelece planos de amostragem e procedimentos para inspeção por atributos. Quando especificada pelo responsável, esta Norma deve ser citada nos contratos, instruções ou outros documentos, e as determinações estabelecidas devem ser obedecidas. As amostragens geralmente já estão especificadas na maioria nas normas têxteis e do vestuário.
- ABNT NBR 15778 - Uniforme escolar - Requisitos de desempenho e segurança. A norma estabelece os requisitos de desempenho e segurança para uniformes escolares
- ABNT NBR 13174 - Costura em produto manufaturado - Determinação da densidade de pontos por centímetros - Método de ensaio. A norma prescreve o método para a determinação da densidade de pontos por centímetro em produto manufaturado.

### **ABNT NBR 10591**

Materiais têxteis - Determinação da gramatura de superfícies têxteis. A norma prescreve o método para determinação da gramatura de malhas e tecidos planos.

### **ABNT NBR 9397**

Materiais têxteis - Tipos de costura – Classificação. A norma classifica, ilustra e designa os vários tipos de costuras que podem ser realizadas nos produtos, mas a escolha da costura deve ser considerada a estrutura do material em trabalho, como tecido plano ou malha.

Apresenta o código da costura que se aplica ao tecido para máquina reta ponto fixo tipo de ponto 301.

Código da costura: 1.01.01

### **ABNT NBR ISO 139**

Têxteis - Atmosferas-padrão para condicionamento e ensaio. A norma define as características e uso de uma atmosfera-padrão de condicionamento para determinar as propriedades físicas e mecânicas de têxteis para uso dos laboratórios, assim diminuindo a incerteza nas medições dos resultados.

Os parâmetros do condicionamento das amostras em atmosfera padrão são:

- Temperatura:  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Umidade:  $65\% \pm 5\%$
- Medições das condições de condicionamento da sala: a cada 1 hora
- Corpo-de-prova condicionado:  $< 0,25\%$  na variação de massa quando submetido a várias pesagens em um intervalo de 2 horas.
- Aparelhos de medição: dispositivo de sensor digital ou eletrônico com registro para monitoração contínua.

### **ABNT NBR 5426**

Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. A norma estabelece planos de amostragem e procedimentos para inspeção por atributos. Quando especificada pelo responsável, esta Norma deve ser citada nos contratos, instruções ou outros documentos, e as determinações estabelecidas devem ser obedecidas. As amostragens geralmente já estão especificadas na maioria nas normas têxteis e do vestuário.

Crítérios para o plano de amostragem:

- Plano de amostragem: simples.
- Nível de qualidade aceitável (NQA) = 2,5%
- Lote: fabricação
- Inspeção: Regime Normal, Nível I

### **ABNT NBR 15778**

Uniforme escolar - Requisitos de desempenho e segurança. A norma estabelece os requisitos de desempenho e segurança para uniformes escolares.

Apresenta a especificação técnica do tecido para a realização do ensaio, e também o padrão de avaliação do resultado do ensaio. Parâmetro este que servirá de base para comparar os padrões da norma e do autor da pesquisa.

Essa norma foi criada em parceria com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a Associação Brasileira do Vestuário (Abravest) e estabelece regras e padrões para determinadas características dos tecidos usados na fabricação dos uniformes.

O documento já está em uso pelas participantes do Promovesc e pode auxiliar os colégios no momento da escolha de fornecedores e de matéria-prima dos uniformes, funcionando como parâmetro de qualidade, segurança e desempenho.

- **Características do tecido**

A norma prescreve as características do tecido com o foco para a uniformização escolar.

Características:

- Ligamento: tela
- Composição: 100% Poliéster
- Gramatura: aproximadamente 100 g/m<sup>2</sup>.

- **Padrão de comparação dos resultados.**

A tabela 1 mostra os parâmetros do desempenho dos produtos com requisitos e tolerâncias.

Tabela 1 - Desempenho - Requisitos e tolerâncias

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>Confecções infantis de malha</b>	<b>Confecções infantis de tecido plano</b>	<b>Verificação conforme</b>
Determinação do esgarçamento	6 mm	6 mm	ABNT NBR 9925

Fonte: ABNT NBR 15778, 2009.