

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**TATIANA VITÓRIA CONSTANTINO**

**ANÁLISE DIMENSIONAL DE MALHAS JERSEY DE POLIÉSTER COM  
DIFERENTES PERCENTUAIS DE ELASTANO**

**APUCARANA**

**2022**

**TATIANA VITÓRIA CONSTANTINO**

**ANÁLISE DIMENSIONAL DE MALHAS JERSEY DE POLIÉSTER COM  
DIFERENTES PERCENTUAIS DE ELASTANO**

**Dimensional analysis of polyester jersey knits with different percentages of  
elastane**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para a obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Têxtil, da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientadora: Profa. Dra. Fabia Regina Gomes Ribeiro  
Coorientador: Prof. Dr. Flávio Avanci de Souza

**APUCARANA**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação**

**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**

**Campus Apucarana**

**COENT – Coordenação do curso de Engenharia Têxtil**



**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Título do Trabalho de Conclusão de Curso:**

**ANÁLISE DIMENSIONAL DE MALHAS JERSEY DE POLIÉSTER COM  
DIFERENTES PERCENTUAIS DE ELASTANO**

Por

**TATIANA VITORIA CONSTANTINO**

Monografia apresentada às **11:00 horas do dia 10 de Junho de 2022**, como requisito parcial, para conclusão do Curso de **Engenharia Têxtil** da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado **APROVADO**.

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. FABIA REGINA GOMES RIBEIRO – ORIENTADOR(A)**

---

**Prof. Dr. FLAVIO AVANCI DE SOUZA – COORIENTADOR(A)**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. PATRÍCIA MELLERO MACHADO CARDOSO – EXAMINADOR(A)**

---

**Prof. Dr. LEANDRO DA SILVA PEREIRA – EXAMINADOR(A)**

Dedico este trabalho à minha mãe.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus, pois sem ele nada disso seria possível!

À minha mãe Margarete, minha inspiração, pois ela é a luz da minha vida. Meu pai Hélio, por me ensinar os valores da vida. A minha irmã Nayra, o amor da minha vida. Ao meu namorado Victor pela paciência e amor sem limites.

Aos meus Avós (in memoriam), que mesmo não estando entre nós, sempre se fizeram presente em meus pensamentos, dando força para continuar.

A minha avó Maria, por ter cuidado de mim desde pequena. Obrigada pelo amor e carinho.

Às minhas amigas Cássia, Gabriela, Mel e Tayná por todos os momentos felizes e tristes que vivemos juntas. Em especial para Isabelle por ser a melhor amiga que eu poderia ter, presente de Apucarana.

Minha orientadora, a Professora Dra. Fábria Ribeiro, pelo seu trabalho, dedicação, paciência e por sempre estar presente para indicar a direção correta que o trabalho deveria tomar. Obrigada por me manter motivada durante todo o processo.

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

E um agradecimento em especial à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por me permitir me graduar no curso de Engenharia Têxtil. E aos demais professores e técnicos, aos colegas de classe. Obrigada por toda ajuda, carinho e compreensão.

*“And I pray, oh, my God, do I pray, I pray  
every single day for a revolution.”*

*4 Non Blondes (1992)*

## RESUMO

Os tecidos de Malha Jersey possuem uma estrutura que oferece extensibilidade e elasticidade. Os tecidos para malharia de trama são obtidos a partir de um ou mais fios que fazem evoluções pelas diversas agulhas. O Elastano é comumente empregado sempre com combinações de outras fibras têxteis, o qual é utilizado em pequenas quantidades combinado com fibras, naturais ou sintéticas. A mistura é constituída por fios de poliéster multifilamentos texturizados e fios de elastano. Tecido de malha, estruturas e processos de acabamento influenciam propriedades no uso de peças de vestuário em malha. Este trabalho teve como objetivo realizar análise dimensional de três malhas Jersey (meia malha) com composição de poliéster e diferentes percentuais de elastano. Estas diferenças se originam pela utilização de elastano com títulos diferentes, sendo eles 20 Denier, 40 Denier e 70 Denier. Realizou-se um estudo sistemático das propriedades das malhas de Gramatura, Densidade, Padronagem, Elasticidade e Alongamento, e então determinou-se a Estabilidade Dimensional. Os resultados foram avaliados por meio das medidas da comparação das propriedades de malhas produzidas com poliéster e diferentes percentuais de elastano, verificando a influência do título do elastano em cada uma das amostras. Os resultados deste trabalho mostraram que na sua estrutura foi possível observar o movimento da laçada, sendo mais aberta ou mais fechada de um Denier para outro. Ao analisar os resultados da gramatura pode-se notar um aumento, conforme aumenta o título do elastano, logo quanto maior o valor do título do fio em Denier, mais fechado é sua estrutura, mais grosso e pesado será o tecido. Para a densidade os resultados se apresentam inversamente proporcionais, ou seja, quanto mais grosso o título do elastano, diminui a quantidade de colunas/cm. Observar que a Força de tração aplicadas no sentido das colunas é maior que a força aplicada na ruptura nos sentidos das carreiras, para ambos os Denier. Os resultados de elasticidade e alongamento quanto maior o Denier a amostra é menos maleável, sendo mais grossa e assim tendo uma menor alteração dimensional. Essa alteração dimensional nesse caso foi de alongamento, logo positiva. Sendo então, possível concluir que após a realização das análises das três malhas, o aumento do título do Elastano influencia diretamente nos valores das características e propriedades analisadas.

**Palavras-chave:** Poliéster; Elastano; Malha Jersey; Análise Dimensional;

## ABSTRACT

Jersey Mesh fabrics have a structure that offers extensibility and elasticity. Weft knitting fabrics are obtained from one or more yarns that evolve through different needles. Elastane is commonly used always with combinations of other textile fibers, which is used in small amounts combined with fibers, natural or synthetic. The blend consists of textured multifilament polyester yarns and elastane yarns. Knitted fabric, structures and finishing processes influence properties in the use of knitted garments. This work aimed to perform dimensional analysis of three jersey knits (half knit) with polyester composition and different percentages of elastane. These differences originate from the use of elastane with different titles, being 20 Denier, 40 Denier and 70 Denier. A systematic study of the mesh properties of Weight, Density, Patterning, Elasticity and Elongation was carried out, and then the Dimensional Stability was determined. The results were evaluated by comparing the properties of knits produced with polyester and different percentages of elastane, verifying the influence of the elastane title in each of the samples. The results of this work showed that in its structure it was possible to observe the movement of the loop, being more open or more closed from one Denier to another. When analyzing the weight results, an increase can be noticed as the elastane title increases, so the higher the value of the yarn count in Denier, the tighter its structure, the thicker and heavier the fabric will be. For density, the results are inversely proportional, that is, the thicker the elastane title, the lower the number of columns/cm. Note that the tensile force applied in the direction of the columns is greater than the force applied in the rupture in the directions of the rows, for both Deniers. The elasticity and elongation results in the higher the Denier the sample is less malleable, being thicker and thus having a smaller dimensional change. This dimensional change in this case was elongation, therefore positive. Therefore, it is possible to conclude that after carrying out the analysis of the three meshes, the increase in the Elastane title directly influences the values of the characteristics and properties analyzed.

**Keywords:** Polyester; Elastane; Jersey Knits; Dimensional Analysis;



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cadeia Produtiva Têxtil.....	17
Figura 2 - Microscopia do Poliéster .....	22
Figura 3 – Seção transversal do Elastano.....	24
Figura 4 - Estrutura da malharia por urdume.....	26
Figura 5 - Estrutura da malharia por trama .....	27
Figura 6 - Laçada de uma malha de trama .....	28
Figura 7 - Direito e Averso técnico da malha Jersey .....	28
Figura 8 - Corte transversal de um tear circular Jersey .....	29
Figura 9 - Formato e dimensões do corpo-de-prova.....	33
Figura 10 - Formato do suporte com o corpo-de-prova e peso de 1100 g .....	34
Figura 11 - Notações Média .....	36
Figura 12 - Microscópio .....	38
Figura 13 - 20 Denier .....	39
Figura 14 - 40 Denier .....	39
Figura 15 - 70 Denier .....	39
Figura 16 - Elastano .....	40
Figura 17 - Amostra de tecido (15cmx15cm) .....	40
Figura 18 - Amostra cortada.....	40
Figura 19 - Cortador de amostra .....	40
Figura 20 - Balança de precisão.....	40
Figura 21 - Gramatura .....	41
Figura 22 - Conta fios.....	42
Figura 23 – Colunas/cm e Carreiras/cm .....	43
Figura 24 - Dinamômetro .....	44
Figura 25 - Garras do dinamômetro.....	44
Figura 26 - Amostras sendo esticada.....	45
Figura 27 - Gráfico 20 Denier.....	45
Figura 28 - Gráfico 40 Denier.....	46
Figura 29 - Gráfico 70 Denier.....	46
Figura 30 - Equipamento.....	48
Figura 31 - Gabarito da ABNT NBR 12.960.....	49
Figura 32 - Máquina reta .....	49

<b>Figura 33 - Amostra sendo ensaiada.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 34 – Amostras após serem ensaiadas.....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 35 - Gráfico Alongamento e Elasticidade .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 36 - Gabarito da NBR 10320 e amostra pronta.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 37 - Programação da máquina de lavar .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 38 - Amostra pronta para ser lavada e durante a lavagem .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 39 - Amostra secando .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 40 - Gráfico da Alteração Dimensional .....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fibras utilizadas para fabricação de linhas e sua origem .....	20
Tabela 2 - Peso das amostras .....	41
Tabela 3 – Densidade das malhas .....	43
Tabela 4 – Força máxima de Tração .....	47
Tabela 5 - Força máxima de Alongamento.....	47
Tabela 6 - Alongamento e Elasticidade .....	50
Tabela 7 - Comprimento das amostras após as lavagens .....	53
Tabela 8 - Largura das amostras após as lavagens .....	53
Tabela 9 - Alteração dimensional.....	54

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>16</b>
1.2.1	Objetivo geral .....	16
1.2.2	Objetivo específico .....	16
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Cadeia têxtil</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Fibras/Fios</b> .....	<b>19</b>
2.2.1	Poliéster.....	21
2.2.2	Elastano.....	23
2.2.3	Título.....	24
2.2.4	Gramatura .....	25
2.2.5	Estabilidade Dimensional .....	25
<b>2.3</b>	<b>Malharia</b> .....	<b>25</b>
2.3.1	Malharia por urdume.....	26
2.3.2	Malharia por trama.....	26
2.3.3	Malha Jersey .....	27
<b>2.4</b>	<b>Controle de qualidade da malha</b> .....	<b>29</b>
<b>2.5</b>	<b>Aplicação/utilização da malha</b> .....	<b>30</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>31</b>
<b>3.1</b>	<b>Estrutura</b> .....	<b>31</b>
<b>3.2</b>	<b>Gramatura</b> .....	<b>31</b>
<b>3.3</b>	<b>Densidade</b> .....	<b>32</b>
<b>3.4</b>	<b>Propriedades de tração</b> .....	<b>32</b>
<b>3.5</b>	<b>Elasticidade e alongamento</b> .....	<b>33</b>
<b>3.6</b>	<b>Estabilidade dimensional</b> .....	<b>34</b>

<b>3.7</b>	<b>Análise estatística .....</b>	<b>35</b>
3.7.1	Média.....	35
3.7.2	Desvio padrão .....	36
3.7.3	Coeficiente de variação .....	37
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1</b>	<b>Estrutura.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2</b>	<b>Gramatura .....</b>	<b>40</b>
<b>4.3</b>	<b>Densidade .....</b>	<b>42</b>
<b>4.4</b>	<b>Resistência e Alongamento .....</b>	<b>44</b>
<b>4.5</b>	<b>Elasticidade e Alongamento .....</b>	<b>48</b>
<b>4.6</b>	<b>Alterações dimensionais .....</b>	<b>51</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Fibra têxtil é toda matéria natural, sendo de origem vegetal ou animal/mineral, assim como toda matéria artificial ou sintética, que por sua alta relação entre comprimento e diâmetro, e ainda, por suas características de flexibilidade, suavidade, elasticidade, resistência, tenacidade e finura está apta às aplicações têxteis (CONMETRO, 2008).

As fibras sintéticas são obtidas a partir de matérias-primas sintetizadas pelo homem, ou seja, é feito um tipo de produto a partir de um recurso natural e esse é utilizado para produção de fios ou fibras. As mais conhecidas são as de poliéster, poliamida e polipropileno que nada mais são do que polímeros (PEREIRA; NOGUEIRA; BALDO, 2013).

Segundo Pereira, Nogueira e Baldo (2013), a produção dos fios sintéticos é feita a partir de chips (pequenos pedaços de polímero), estes passam por alguns processos nos quais são fundidos, passam por uma espécie de peneira chamada fieira e depois são bobinados.

Segundo Vasconcelos (2012), o elastano é comumente empregado sempre com combinações de outras fibras, natural ou sintética, o qual é utilizado em pequenas quantidades. Dentre as mais importantes aplicações para o fio estão as malhas circulares para roupa íntima, meias, tecido canelado para punhos e cinturas, malhas de kettenstuhl para praia e esporte ativo e algumas construções de meias.

Os tecidos de malha têm uma estrutura que oferece extensibilidade e elasticidade. Essas vantagens tornam as malhas confortáveis e se adaptam bem à estrutura do corpo (FATKIĆ; GERŠAK; UJEVIĆ, 2011).

O objetivo do estudo é realizar uma Análise Dimensional de Malhas Jersey de poliéster com diferentes percentuais de elastano, com o propósito de verificar a influência do título do elastano nas propriedades das malhas, entendendo melhor seu comportamento para ser feito melhorias na indústria têxtil e confecção.

## 1.1 Justificativa

Um tecido de malha revela mais variações de diâmetro do fio do que qualquer outro tipo de tecido. Isto se deve ao fato de que a malha coloca um maior comprimento de fio dentro de um espaço relativamente pequeno de tecido. Nestas condições, uma irregularidade no diâmetro do fio é facilmente percebida no tecido (AQUINO, 2008).

As propriedades de uma estrutura de malha são amplamente determinadas pela interdependência de cada ponto próximo em ambos os lados, acima e abaixo dele. Como os tecidos de malha são produzidos em diferentes máquinas com várias condições para produzir diferentes tipos de tecido, eles têm qualidades diferentes. Tecido de malha, estruturas e processos de acabamento influenciam as propriedades de uso de peças de vestuário em malha (ASIF; RAHMAN; FARHA, 2015).

Parâmetros estruturais de tecidos de malha, bem como processos de acabamento, influenciam diretamente suas propriedades mecânicas e físicas e, portanto, estão intimamente ligados às propriedades de uso de peças de vestuário em malha. O encolhimento do tecido é um problema sério para malhas, originadas de mudanças dimensionais no tecido. Tornou-se ainda mais prevalente nos últimos anos, devido a popularidade de roupas casuais, como collants, calças, blusas e roupas esportivas (MIKUČIONIENĖ; LAURECKIENĖ, 2009).

Para que no momento da confecção o produto não tenha nenhuma alteração, seja ela propriedades mecânicas, físicas, encolhimento ou variação de diâmetro, se faz necessário o estudo aprofundado das malhas. Nesse estudo serão analisadas 3 malhas de diferentes composições poliéster e elastano, com a variação do título do elastano, que são de Denier 20, Denier 40 e Denier 70, analisando as características físicas e de alterações dimensionais das malhas.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

Realizar análise dimensional de três malhas Jersey produzidas na composição de poliéster com diferentes percentuais de elastano.

### 1.2.2 Objetivo específico

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

- Realizar os testes de Gramatura, Densidade e Padronagem;
- Determinar a medição Elasticidade e Alongamento;
- Determinar a Estabilidade Dimensional;
- Comparar as Propriedades de malhas produzidas com Poliéster e diferentes percentuais de elastano, verificando a influência do título do Elastano em cada amostra.

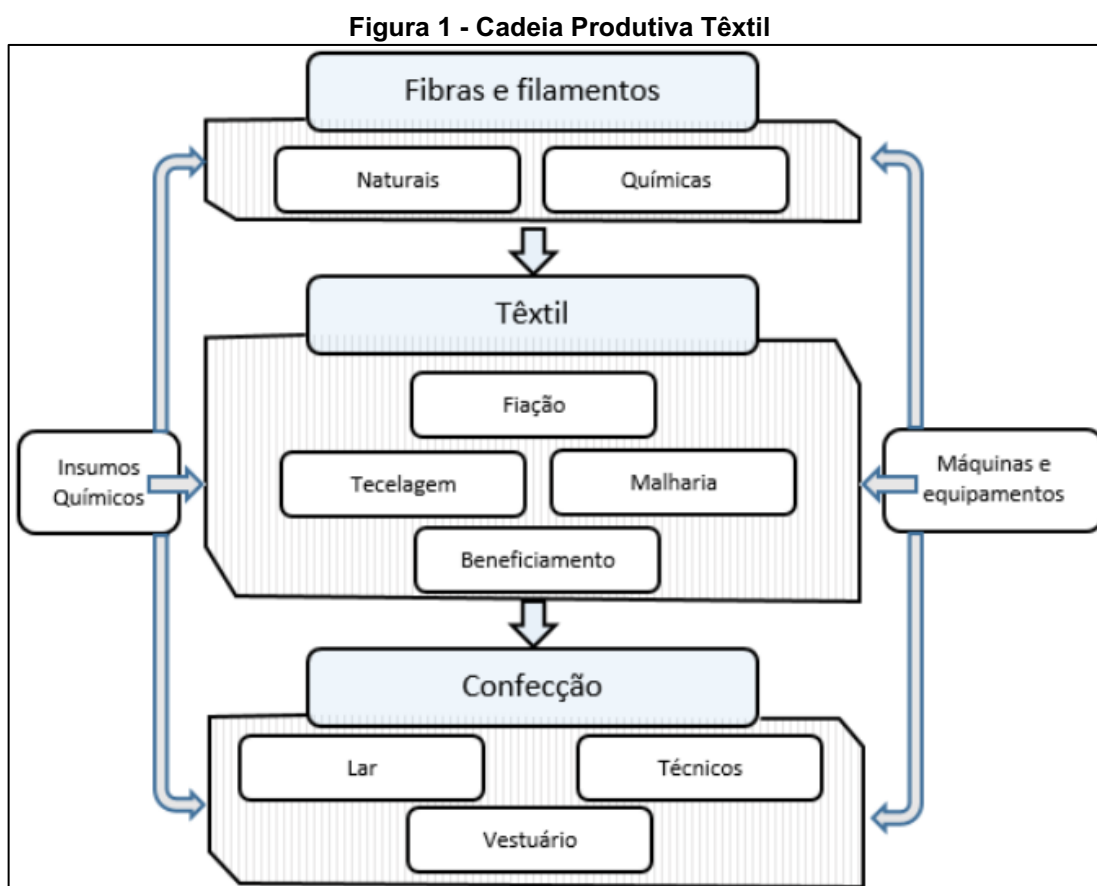


## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cadeia têxtil

A estrutura da cadeia produtiva de distribuição têxtil e confecção engloba desde a produção das fibras têxteis até o produto acabado e confeccionado, incluindo a distribuição e a comercialização. A indústria têxtil propriamente dita constitui uma etapa dessa cadeia, compreendendo a fiação, a tecelagem, a malharia e o beneficiamento (tinturaria, estamparia, lavanderia etc.) (BEZERRA, 2014).

Segundo Romani (2016), da fibra até chegar ao vestuário a cadeia têxtil envolve uma série de tipos de empresas independentes, que geram um grande número de postos de trabalho em todo o mundo. O quadro sinótico pode representar de forma resumida e sequenciada esta rede, de acordo com a Figura 1.



Fonte: Romani (2016)

Na esfera do processo produtivo são considerados os seguintes estágios: (a) produção da matéria-prima, (b) fiação, (c) tecelagem, (d) beneficiamento/acabamento, (e) confecção, (f) mercado (RECH, 2008):

a. Produção da matéria-prima: a primeira fase da cadeia produtiva da moda diz respeito às fibras e/ou filamentos que serão preparados para a etapa da fiação. Compreende o processo químico-físico de extrusão (fibras químicas - artificiais e sintéticas) e a produção agrícola (fibras naturais vegetais) ou pecuária (fibras naturais animais);

b. Fiação: reporta-se à produção de fios;

c. Tecelagem: os tecidos são obtidos através de processos técnicos diferentes, que são a tecelagem de tecidos planos, a malharia (circular e retilínea) e a tecnologia de não-tecidos;

d. Beneficiamento/Acabamento: compreende uma série de operações que outorga propriedades específicas ao produto;

e. Confecção: esta é uma das fases mais importantes da cadeia têxtil e abrange a criação, modelagem, enfiado, corte, costura e o beneficiamento de peças confeccionadas;

f. Mercado: são os canais de distribuição e comercialização (atacado e varejo).

De acordo com SENAI (2019), o processo de fiação consiste em uma série de operações que transforma fibras flocadas desordenadas em uma massa de fibras de densidade linear controlada, onde através de sucessivas ações mecânicas, as fibras são limpas, paralelas e estiradas. Podemos distinguir três tipos de fiações quanto ao comprimento e tipos de fibras:

- Fiação de fibra curta: é composta de fibras de Algodão, Poliéster, Viscose, Linho, Acrílico e Poliamida, ou a mistura entre elas. Neste tipo de fiação, o comprimento máximo das fibras pode chegar a 60 mm.

- Fiação de fibra longa: utiliza fibras de Lã, Poliéster, Acrílico ou Viscose. Neste caso as fibras podem ultrapassar a 150 mm.

- Fiação química: é um processo que, por intermédio de pressão e temperatura, transforma um Polímero (Poliéster, Polipropileno, Poliamida, etc.) em filamentos contínuos. Sua matéria-prima pode ser artificial e sintética.

A indústria têxtil utiliza, em seus processos fabris, inúmeros tipos de fibras naturais e químicas. O algodão e o poliéster são as duas principais fibras utilizadas em escala mundial, e também no Brasil tem-se o predomínio do uso do Algodão e Poliéster. No ano de 2006, 59,8% do consumo total de fibras no Brasil foi de algodão e 20,2% de poliéster. Como se pode observar, o core da indústria têxtil brasileira assenta-se na cadeia produtiva do algodão e da fibra sintética de poliéster (RANGEL; SILVA; COSTA, 2010).

## 2.2 Fibras/Fios

Segundo Pezzolo (2007), as fibras têxteis possuem propriedades que as diferenciam e fazem com que sejam selecionadas para a produção dos tecidos. Sendo elas:

- Finura: quanto mais fina for a fibra, mais agradável será o toque do tecido que produzirá;
- Elasticidade: a propriedade que as fibras possuem de voltar ao seu estado natural depois de alongadas por uma força de tração;
- Resistência: característica que certas fibras apresentam de voltar ao estado após terem sido amarrotadas;
- Toque: a sensação de conforto que certas fibras proporcionam quando em contato com a pele;
- Hidrofilidade: capacidade de absorção e retenção da água que certas fibras possuem;
- Hidrofobabilidade: refere-se à capacidade de absorver lentamente a água ou até mesmo repeli-la (frequente em fibras sintéticas).
- Comportamento diante de produtos químicos: avaliação da reação da fibra quando em contato com ácidos, álcool e solventes orgânicos.
- Desgaste: análise do comportamento das fibras mediante ação de agentes mecânicos.

A Tabela 1, apresenta a classificação de cada fibra, sua sigla e composição.

Tabela 1 - Fibras utilizadas para fabricação de linhas e sua origem

FIBRAS TÊXTEIS				
Fibra		Sigla	Composição	
Natural	Origem Vegetal	CB	Abacá	
		CO	Algodão	
		CJ	Juta	
		CL	Linho	
		CR	Rami	
	Origem Animal	WO	Lã	
		SK ou S	Seda	
	Origem Mineral	-	Crisotila	
		-	Crocidolita	
		-	Fibra de basalto	
		A	Fibra de amianto	
	Não-Natural	Artificial	CA	Acetato
			CLY	Lyocel ou Liocel
CMO			Modal	
CV			Viscose	
Sintético		PAC	Acrílico	
		PUE	Elastano (poliuretano ou spandex)	
		PES	Poliéster	
		PLA	Ácido poli-láctico, poliéster alifático termoplástico	
		PA	Poliamida	
		PP	Polipropileno	
		PUR	Poliuretano Elastomérico	
		-	Aramidas	
		PET	Polietileno (Polietilenotereftalato)	
		SPF	Fibra de Soja	

Fonte: Guerra (2016)

### 2.2.1 Poliéster

Composta por produtos oriundos de misturas entre elementos químicos, nas quais, por meio de reações e adequações, permite gerar fibras capazes de serem utilizadas na produção têxtil. A produção das fibras ocorre por extrusão, ou seja, o polímero é fundido por meio de temperatura e, posteriormente, transformado em filamentos (SENAI, 2019).

Segundo Kindlein *et al.* (2018), o poliéster é uma fibra de obtenção abundante e de custos reduzidos. Permite a produção de microfibras. Pode ser misturado com outras fibras principalmente naturais.

Principais propriedades:

- Extremamente resistente;
- Baixa absorção;
- Peso específico 1,38g/cm<sup>3</sup>;
- Alongamento a seco 15 a 70%;
- Boa resistência a intempéries (luz, raios U.V.);
- Excelente resistência a microrganismos.

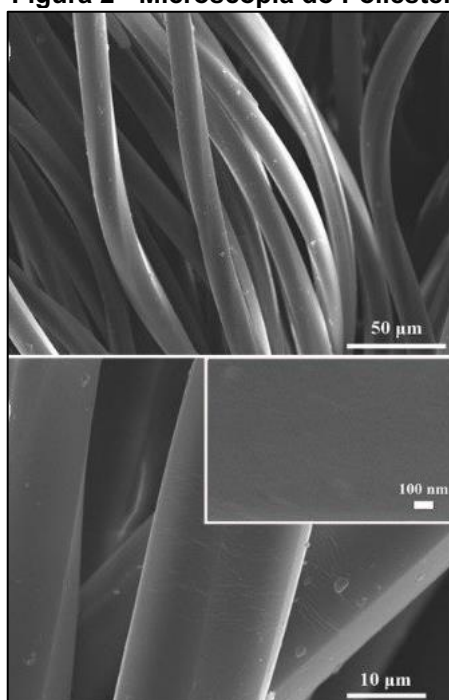
Pereira, Nogueira e Baldo (2013), relata em seu trabalho que o processo para a produção de poliéster é conhecido como polimerização. Há duas tecnologias disponíveis para obtenção de polímeros e fios de poliéster: tecnologia contínua e tecnologia descontínua.

A produção dos fios sintéticos é feita a partir de chips (pequenos pedaços de polímero), que sofrem alguns processos nos quais são fundidos, passam por uma espécie de peneira chamada fieira e depois são bobinados. Este tipo de processo atribui um aspecto muito plástico ao fio, o que inicialmente prejudicava o uso destes na produção de vestuário. Verificando este problema começaram a surgir processos que visavam aproximar as características destes fios àqueles feitos de fibras naturais, surgindo assim o processo de texturização (PEREIRA; NOGUEIRA; BALDO, 2013).

Dolzan (2004), cita que uma característica relevante do poliéster é sua elevada resistência à umidade e aos agentes químicos (ácidos e álcalis). Além disso, é uma fibra não-alérgica e tem grande resistência à tração. A combinação de 10% dessa fibra ao algodão possibilita um aumento de 8% na resistência do fio, fato que acelera a produção, gerando maior produtividade e competitividade.

A baixa absorção de água por este polímero explica sua grande estabilidade, quando molhado, e a rápida secagem dos artigos com ele confeccionados. Todas as fibras de poliéster contêm grupos carboxílicos (COOH) e hidroxila (OH) terminais, em quantidades variáveis, decorrente da reação de policondensação e das condições de armazenamento do polímero fundido ou em forma de fibra. A relação OH/COOH pode ser utilizada como medida da qualidade do PET, já que estes influem na estabilidade térmica do polímero. O conteúdo de grupos carboxílicos pode ser influenciado por hidrólise, ataque fotolítico ou oxidação térmica (ASSIS, 2012). A Figura 2, apresenta a microscopia do Poliéster.

**Figura 2 - Microscopia do Poliéster**



**Fonte: Chen; Qiao (2019)**

O processo de obtenção da fibra de poliéster irá definir suas características físicas, tais como tenacidade e elasticidade. Assim, os poliésteres podem ser divididos em três categorias: fibras cortadas, filamentos de média tenacidade e filamentos de alta tenacidade (GUERRA, 2016).

### 2.2.2 Elastano

De acordo com Kindlein Junior *et al.* (2018), o elastano é obtido através de poliuretanos têxteis. É utilizado em composição com outras fibras, tais como, poliéster, lã, viscose e algodão, com o único objetivo de conferir elasticidade onde é empregado.

Principais propriedades:

- Ótima resiliência;
- Ductilidade;
- Peso específico 1,21g/cm<sup>3</sup>;
- Alongamento a seco 520 a 610%;
- Pouco sensível a raios U.V.;
- Excelente resistência a microrganismos.

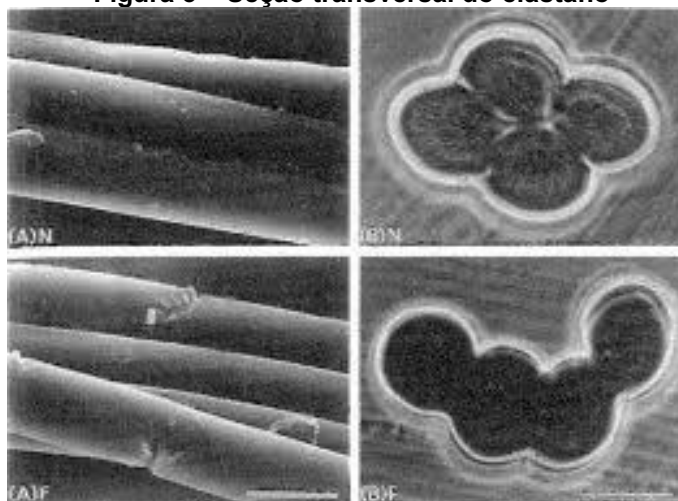
Tezel e Kavusturan (2008) destaca que o elastano é uma fibra manufaturada em que a substância formadora de fibra é um elastômero sintético de cadeia longa consistindo em pelo menos 85% em peso de poliuretano segmentado. Embora muitos produtos químicos segmentados moles diferentes para o elastano tenham sido avaliados ao longo dos anos, apenas as químicas do poliéster permanecem em uso hoje. Também quatro principais processos de fiação comercial (fiação a seco de solução, fiação úmida de solução, fiação de reação e fiação de fusão) para elastano foram praticados nos últimos 30 anos. Os vários processos produzem fibras com atributos distintamente diferentes, incluindo geometria da seção transversal e propriedades tensão-deformação.

Elastano é uma fibra sintética e pertence à classificação genérica das fibras elastoméricas sendo descrita em termos químicos como um poliuretano segmentado. Suas propriedades de alongamento e recuperação valorizam os tecidos adicionando novas dimensões de caimento, conforto e contorno das roupas. Pode ser esticado quatro a sete vezes seu comprimento, retornando instantaneamente ao seu comprimento original quando sua tensão é relaxada. Resiste ao sol e água salgada, e retém sua característica flexível no uso e ao passar do tempo (VASCONCELOS, 2012).

Vasconcelos (2012) cita ainda que além do alongamento, outra característica importante do elastano é a excelente recuperação elástica (mais de 90% do comprimento original após alongamento de 400%). Este fenômeno é explicado pela

própria estrutura amorfa onde as moléculas desorientadas possuem grande número de ligações intramoleculares que rompem quando o fio é estendido, porém se refazem quando cessado o esforço de tensão. A Figura 3, apresenta a microscopia do elastano.

**Figura 3 – Seção transversal do elastano**



Fonte: Yokura; Niwa (1988)

### 2.2.3 Título

Guerra (2016) explica que o título é um parâmetro atribuído ao fio que compõe o tecido e representa a relação entre seu comprimento e massa, equivalente a densidade linear (g/m). Esse atributo auxilia na escolha de qual fio utilizar no momento da confecção. São abordadas duas formas de calcular o título de um fio: forma direta Tex, desenvolvida e divulgada pelo The Textile Institute (Manchester, Inglaterra) em 1945 e forma indireta Ne, abreviação para Título Inglês em jardas, desenvolvido com referência a medição direta Tex para proporcionar comparação entre os atributos ligados a densidade linear do tecido. A equação (1) apresenta o cálculo do título indireto.

$$CK = PT$$

Equação (1)

Onde,

K = Constante de proporcionalidade;

P = Massa (g);



C = Comprimento (m);

T = Título (Ne, Nm).

#### 2.2.4 Gramatura

A gramatura está associada ao título do fio e ao comprimento da laçada. Uma maior gramatura proporciona uma sensação de toque suave. Além desses aspectos, não é possível assumir que a permissividade será aproximadamente a do ar, pois a gramatura pode resultar em valores altos tão somente pelo valor alto do título, produzindo a possibilidade de o tecido ser mais pesado que outro, mas apresentar mais espaços vazios devido ao comprimento da laçada (GUERRA, 2016).

#### 2.2.5 Estabilidade Dimensional

Trata diretamente com o comportamento do tecido de malha quando submetido ao procedimento de lavagem, característica comum a todos os tecidos utilizados comercialmente, estando essa malha sujeita a essa situação. Portanto a estabilidade dimensional reflete a capacidade de uma malha flexível manter as suas dimensões quando submetidas ao processo de lavagem. Estabilidade dimensional resulta na análise da capacidade do tecido de, após a lavagem, conseguir manter as suas dimensões, cita Guerra (2016).

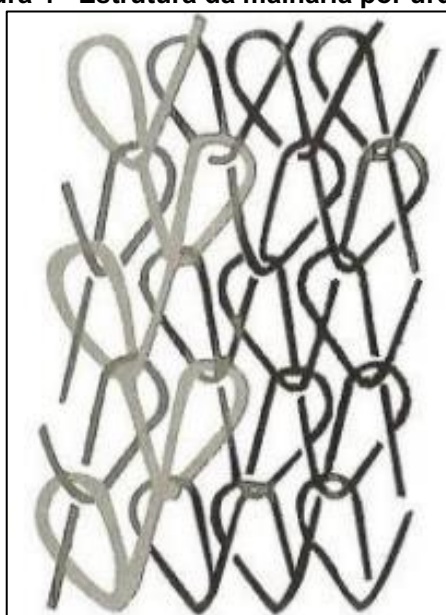
### 2.3 Malharia

O fio é matéria-prima que alimentará as máquinas de malharia. A classificação de fios utilizados na fabricação das malhas varia conforme as combinações das fibras, seu comprimento, torções e título do fio, bem como em função de suas propriedades físicas e funcionais obtêm-se as variações nas características e na qualidade dos produtos de finais. (SANCHES; DUARTE; SBORDONE; RANZO; 2021)

### 2.3.1 Malharia por urdume

A malha por urdume representa os tecidos de malha que são confeccionados mediante o uso do sentido do urdume que equivale à coluna para o tecido de malha como o sentido principal, ou seja, confeccionando o tecido com uma orientação vertical. A Figura 4 apresenta a malha por urdume. São obtidas com uso de um ou mais conjuntos de fios posicionados lado a lado, que então são transformados em laçadas no sentido vertical (GUERRA, 2016).

**Figura 4 - Estrutura da malharia por urdume**



**Fonte: Kuasne (2008)**

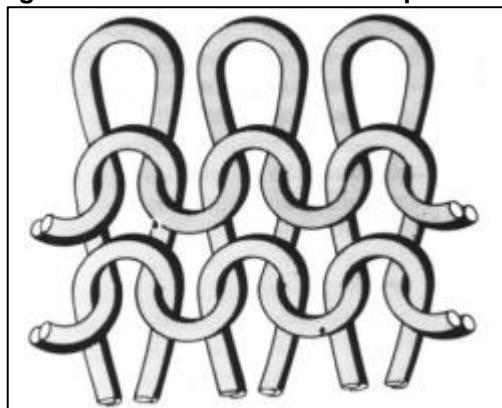
### 2.3.2 Malharia por trama

O tecimento por trama, também conhecido como malharia circular e retilínea, é o mais sucinto dos processos para transformar os fios têxteis em tecido por não requererem processos anteriores de preparação dos fios como para as malhas de urdimento e os teares planos (ROMANI, 2016).

De acordo Maretti (2018), os tecidos para malharia de trama são obtidos a partir de um ou mais fios que fazem evoluções pelas diversas agulhas. Nesse sistema o entrelaçamento ocorre na direção horizontal. Na malharia circular, as máquinas podem ser de monofratura ou dupla fratura. A malha circular é empregada na

confecção de camisetas, moletons e outros produtos do vestuário. A Figura 5 apresenta as estruturas de malharia por trama.

**Figura 5 - Estrutura da malharia por trama**



**Fonte: Kuasne (2008)**

### 2.3.3 Malha Jersey

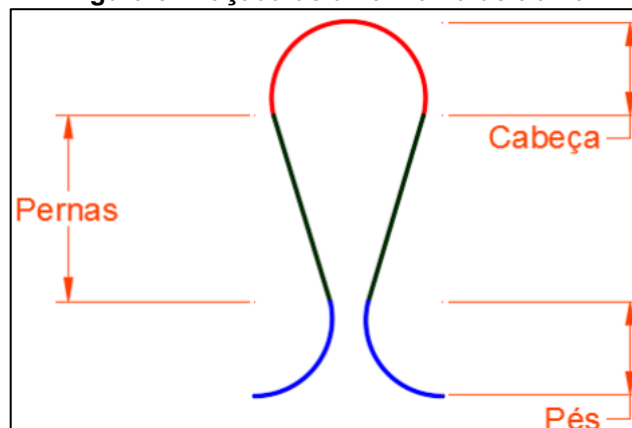
As estruturas de Malha Jersey são importantes porque oferecem várias vantagens. Fisicamente, eles apresentam propriedades de conforto como alta elasticidade, conformidade com a forma do corpo, mais macio e melhor toque e sensação de conforto e outros. A porosidade é uma das propriedades físicas importantes que têm uma influência no conforto e no aspecto de uso (BENLTOUFA *et al.*, 2007).

A malha e o tricô são resultantes do processo de malharia, técnica que consiste na passagem de uma laçada de fio através de outra laçada, conferindo ao tecido de malha flexibilidade e elasticidade (SPENCER, 2001).

Na base de cada perna temos o pé como mostra a Figura 6, que se entrelaça através da cabeça de uma laçada formada no ciclo de tricotagem. O fio passa do pé e perna de uma laçada recém formada para outro pé e perna que constituem a próxima laçada formada pelo fio. A laçada forma-se por conta da flexão e frisado do fio devido a ação dos elementos tricotadores. Esses elementos tricotadores são basicamente a agulha, a platina, e os espaços entre as agulhas, quando não existem as platinas. A laçada que é formada a partir da agulha é conhecida por laçada da agulha, enquanto que o semicírculo oposto é conhecido por laçada da platina, não sendo, no entanto, possível estabelecer com precisão os limites para a laçada da

agulha e a laçada da platina. No caso da agulha de lingueta, a laçada é formada automaticamente (CATARINO, 1998).

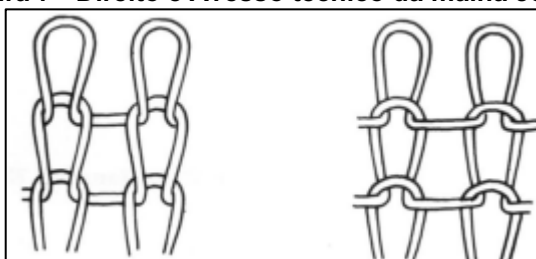
**Figura 6 - Laçada de uma malha de trama**



Fonte: Almeida (2017)

Catarino (1998), explica que a estrutura Jersey simples é a base de todos os outros tipos de malha. Consiste em laçadas de ponto de malha, todas elas entrelaçadas na mesma direção, ou seja, a repetição da laçada normal na direção das colunas e das fileiras. A laçada normal é entrelaçada pela frente através da laçada previamente formada. Como resultado, temos os dois lados do tecido de malha diferentes definidos como direito e avesso técnicos. O direito técnico é o lado em que as pernas da laçada da agulha são visíveis, formando colunas e tomando o aspecto de um V invertido. O avesso técnico é o lado em que se observam os semicírculos interligados que são as cabeças das laçadas das agulhas e as bases das laçadas das platinas, conforme apresentado na Figura 7.

**Figura 7 - Direito e Avesso técnico da malha Jersey**



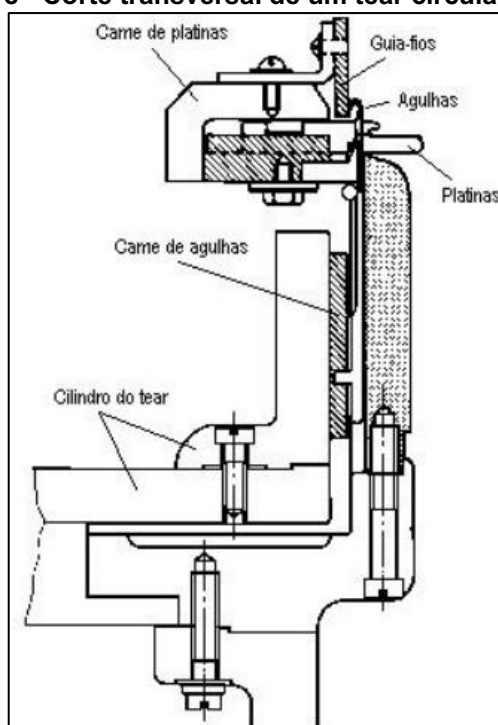
Fonte: Wood (2012)

Esta malha caracteriza-se ainda por ter uma grande elasticidade, esticando-se completamente a partir de uma força de deformação relativamente baixa, tanto na direção da largura como do comprimento. Esta distorção apenas envolve a mudança

de forma e não as características de alongamento do fio, a menos que seja esticada em demasia. Para um fio com alongamento normal, depois da deformação terminar, a energia potencial na estrutura da malha é suficiente para se sobrepôr às forças que se opõem à recuperação e a malha recupera o seu estado original (CATARINO, 1998).

Catarino (1998) apresenta o corte transversal de um tear circular Jersey na Figura 8.

**Figura 8 - Corte transversal de um tear circular Jersey**



Fonte: Catarino (1998)

## 2.4 Controle de qualidade da malha

Segundo os autores Onal e Candan (2003), devido à influência da moda, a produção de artigos de malha foi expandida, com novos designs de tecido, criados com diferentes combinações de fibras e estruturas de malha.

Estruturas de malha oferecem várias vantagens sobre tecidos, incluindo melhor elasticidade e recuperação, resiliência, porosidade, permeabilidade ao ar e suavidade. Devido à flexibilidade da estrutura, tecidos de malha proporcionam melhor ajuste e conforto para o usuário. No entanto, o maior desafio das estruturas de malha é sua estabilidade dimensional, devido à instabilidade em suas dimensões de loop (SAFDAR *et al.*, 2014).

Os tecidos de malha são estudados mediante parâmetros que relacionam as suas características físicas e o comportamento da estrutura têxtil quando submetido a situações específicas. Os parâmetros estudados são: Comprimento da laçada, Título, Gramatura, Estabilidade dimensional, Resistência ao rasgo. (GUERRA, 2016)

De acordo com Tezel, Kavusturan (2008), o termo “Qualidade” é usado com frequência em todos os tipos de negócio, áreas e atividades, assim como em diferentes campos do conhecimento. O conceito de qualidade deixou de ser um atributo de uma dimensão ou de um produto, para ser considerado uma construção multidimensional que necessita ser gerido e cuja implementação leva a uma capacidade dinâmica das empresas.

Para Santis (2013) a sociedade, que está cada vez mais exigente, a qualidade dos serviços a ela prestados torna-se fundamental, provocando a busca constante de normas e mecanismos de avaliação e controle da qualidade. Buscar por qualidades em produtos diversificados por meio do processo de comparação de produtos impulsionou para a amplitude dos conceitos de qualidade e satisfação, considerando elementos relevantes e características diversas dos produtos.

## **2.5 Aplicação/utilização da malha**

Nos anos 50 e 60 houve o surgimento da helanca (tecido de característica elástica, produzido a partir da poliamida texturizada por falsa torção) utilizada para o vestuário para a praia. Ainda não era ideal, pois ficava longe de se ter uma possibilidade de equilíbrio térmico, mas a malha era mais leve, revelando-se uma grande evolução quando se fala da prática de esportes aquáticos. O elastano, inventado em 1958 por Joseph Shivers, foi originalmente produzido com o objetivo de substituir a borracha em espartilhos. Nos anos 60, o fio vem como matéria-prima das primeiras roupas de banho, biquínis e maiôs passam a ter o fio da fibra do elastano em sua composição, fazendo com que as roupas sequem mais rapidamente e fossem mais leves (OLIVEIRA; ROBINSON, 2009).

### **3 METODOLOGIA**

O estudo teve como propósito identificar nos tecidos de Poliéster com diferentes percentuais de Elastano, sua estrutura, gramatura, densidade, propriedades e tração, elasticidade e alongamento. Por meio do método experimental, analisando como a Malha Jersey influencia nas propriedades e características do tecido.

#### **3.1 Estrutura**

Para analisar a estrutura da malha, seguiu-se a metodologia da ABNT NBR 13460 - Tecido de malha por trama - Determinação da estrutura, essa norma tem como objetivo determinar a estrutura de tecidos de malha por trama. As malhas também foram classificadas de acordo com a ABNT NBR 13462 - Tecido de malha por trama - Estruturas fundamentais, que define os termos para as estruturas fundamentais do tecido de malha por trama.

Os equipamentos utilizados para esse ensaio foram: corpo-de-prova, tesoura, papel, caneta e lente conta-fios.

Nesta norma foram preparadas amostras, desmalhadas com intuito fazer uma análise das evoluções que formam a estrutura do tecido de malha, sendo representado graficamente. E então de acordo com suas estruturas fundamentais foram feitas as classificações das malhas.

#### **3.2 Gramatura**

Para os testes de gramatura a ABNT NBR 10591 Materiais têxteis - Determinação da gramatura de superfícies têxteis. O objetivo da norma foi prescrever o método para determinar a gramatura de malhas e tecidos planos.

Os equipamentos utilizados para esse ensaio foram: corpo-de-prova, tesoura, balança de precisão e cortador circular.

Conforme a norma, preparou-se 5 amostras medindo 100 cm<sup>2</sup> cada. Pesou-se cada amostra e com os valores obtidos, calculou-se a média aritmética e a conversão de g/cm<sup>2</sup> para g/m<sup>2</sup>.

### **3.3 Densidade**

Os testes de densidade, foram realizados conforme os procedimentos contidos na NBR ABNT 12060 Materiais têxteis - Determinação do número de carreiras/cursos e colunas em tecidos de malha. Teve como objetivo prescrever o método utilizado para determinar o número de carreiras/cursos e colunas, por unidade de comprimento em tecidos de malha.

Os equipamentos utilizados para esse ensaio: corpo-de-prova, tesoura e lente de conta-fios.

Para execução do ensaio, foram retiradas amostras com 50 cm de comprimento do tecido e então feita a contagem de carreiras e colunas obtendo-se a média aritmética dos valores, onde a densidade é demonstrada em número de carreiras/cm e número de colunas/cm.

### **3.4 Propriedades de tração**

Para a caracterização da NBR ABNT 13934 Têxteis - Propriedades de tração de tecidos - Parte 1: Determinação da força máxima e alongamento à força máxima utilizando o método de tira. O objetivo foi a realização de um procedimento para determinar a força máxima e alongamento a força máxima de tecidos utilizando o método de tira.

Os equipamentos utilizados para esse ensaio: corpo-de-prova, tesoura, régua, gabarito e dinamômetro.

De acordo com a norma, foram cortados em tiras de pelo menos 1 metro de comprimento e largura total da malha, onde o tecido não estivesse com defeitos. Então foram cortados dois conjuntos de corpo-de-prova, um na direção do urdume e outro na direção da trama. Logo em seguida as amostras foram testadas no dinamômetro e os dados obtidos pelo mesmo e foram analisados.



### 3.5 Elasticidade e alongamento

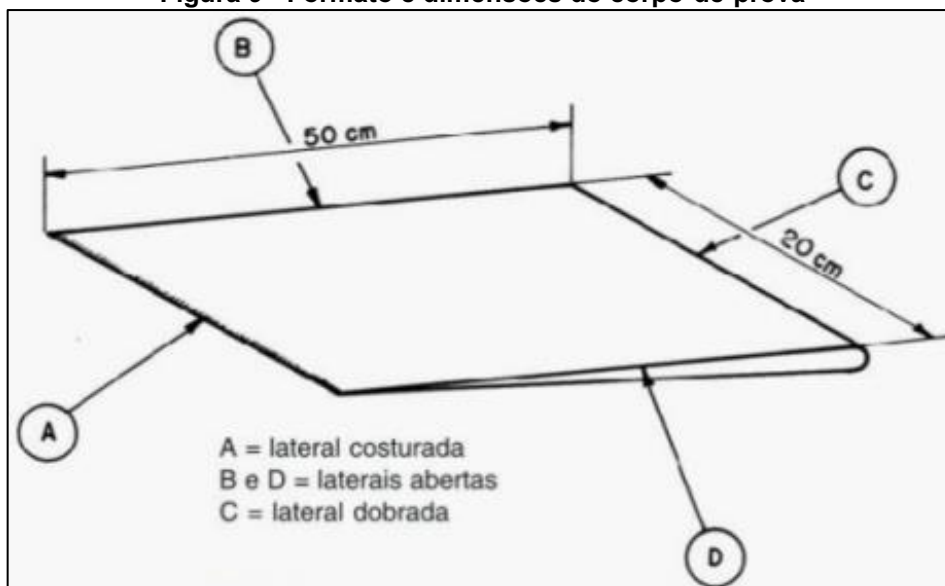
A Determinação da elasticidade, foi determinada pela NBR ABNT 12960 Tecido de malha. O objetivo foi realizar métodos de ensaio para determinar o alongamento e elasticidade em tecidos de malha.

Os equipamentos utilizados para esse ensaio: corpo-de-prova, régua ou trena de graduação de 1mm, linha de costura, máquina overloque, gabarito de aço com dimensões 50 cm por 20 cm, suporte para corpo-de-prova e peso de 1100 g.

Após fazer o corte das amostras, então dobrou-se de forma que a aresta da dobra ficasse alinhada com as colunas da malha, determinando o corpo-de-prova com o gabarito de aço, com os lados menores paralelamente com a direção das colunas. Então recortou-se e costurou-se o corpo-de-prova duplo (Figura 9).

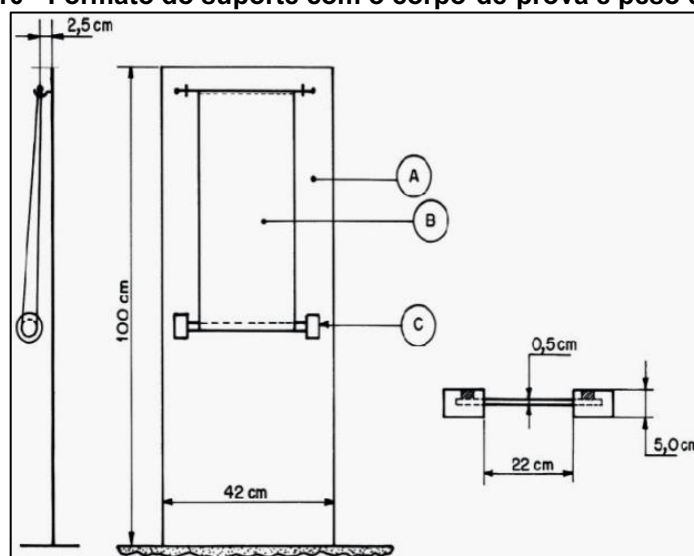
Com o peso de 1100 g, a amostra foi fixada no suporte do equipamento, com o corpo-de-prova e permaneceu por 120 segundos sofrendo ação da carga, e mediou-se novamente o comprimento (Figura 10). Após este tempo, retirou-se o peso e deixou-se a amostra descansar por 5 e 10 min. Em cada tempo anotou-se a medida. Em seguida calculou-se o alongamento e a elasticidade da malha.

Figura 9 - Formato e dimensões do corpo-de-prova



Fonte: ABNT NBR 12960 (1993b)

Figura 10 - Formato do suporte com o corpo-de-prova e peso de 1100 g



Fonte: ABNT NBR 12960 (1993b)

### 3.6 Estabilidade dimensional

Para os testes de Lavagem em máquina doméstica automática foi considerada a norma NBR ABNT 10320 Materiais têxteis - Determinação das alterações dimensionais de tecidos planos e malhas. É um método utilizado para determinação das alterações dimensionais de tecidos planos e malhas, quando são lavadas repetidas vezes, em máquinas domésticas.

Os equipamentos utilizados para esse ensaio são: corpo-de-prova, régua, tesoura, detergente, água, trena com graduação de 1 mm e máquina de lavar doméstica.

Para esse teste, preparou-se 3 corpo-de-prova cortados no tamanho de 380x380 mm e então marcou-se três séries paralelas ao comprimento de 250 mm e três séries paralelas a largura do corpo-de-prova, sendo que cada série de marcas foram feitas distantes por 50 mm das bordas e afastada aproximadamente 120 mm uma da outra. Então realizou-se lavagens em máquina doméstica em qualquer ciclo (normal, leve ou delicado). A secagem foi feita com o corpo-de-prova pendurado por dois cantos, com sentido longitudinal na posição vertical, deixando secarem em temperatura ambiente. Logo após, nos corpos-de-prova foram realizadas as medidas da distância entre cada marca com uma precisão de 1 mm.

Realizou-se mais quatro vezes o ciclo de lavagem e assim avaliou-se a estabilidade dimensional, correlacionando as propriedades físicas com a composição das malhas com percentuais de elastano diferentes.

### 3.7 Análise estatística

A Análise estatística é o agrupamento de dados, geralmente, agrupamento de indivíduos ou objetos. Silvestre (2007) ainda cita que qualquer análise estatística pode ser caracterizada ou como descritiva ou como inferencial, dependendo dessa classificação, do método de recolha dos dados e dos objetivos de análise. Na análise estatística descritiva está-se interessado na medida das características dos elementos de toda população.

A Análise Descritiva é a fase inicial deste processo de estudo dos dados coletados. Utilizamos métodos de Estatística Descritiva para organizar, resumir e descrever os aspectos importantes de um conjunto de características observadas ou comparar tais características entre dois ou mais conjuntos. As ferramentas descritivas são os muitos tipos de gráficos e tabelas e também medidas de síntese como porcentagens, índices e médias (REIS; REIS, 2002).

Para esse estudo, os testes serão realizados em triplicata. A análise estatística será realizada de forma descritiva aferindo os dados obtidos pela média, desvio padrão e o coeficiente de variação da amostragem. Comparando-os e discutindo os resultados entre as amostras, realizando uma análise técnica.

#### 3.7.1 Média

É o quociente da soma dos valores da variável pelo número delas. A média (aritmética) é, de modo geral, a mais importante de todas as medidas descritivas (CORREA, 2003). Reis e Reis (2002) cita que a medida de tendência central mais conhecida é usada para o resumo de dados. Para apresentar a média primeiramente é definido a notação (Firura 11).

A equação (2) apresenta o cálculo da média aritmética.

**Figura 11 - Notações Média**

Notação	
<b>n</b>	número de indivíduos no conjunto de dados
<b><math>x_i</math></b>	valor da i-ésima observação do conjunto de dados, $i = 1, 2, 3, \dots, n$
<b><math>\sum x_i</math></b>	soma de todas as observações da amostra (a letra grega $\Sigma$ é o símbolo que indica soma).
<b><math>\bar{X}</math></b>	é o símbolo usado para representar a média aritmética simples.

**Fonte: Reis; Reis (2002)**

Assim,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde,

$x_i = \text{valor observado}$

$n = \text{número total de observações}$

### 3.7.2 Desvio padrão

O desvio-padrão é a medida mais usada na comparação de diferenças entre conjuntos de dados, por ter grande precisão. O desvio padrão determina a dispersão dos valores em relação à média e é calculado por meio da raiz quadrada da variância (CORREA, 2003)

Uma medida de dispersão deve considerar todos os valores do conjunto de dados e resumir o grau de dispersão desses valores em torno do valor típico (REIS; REIS, 2002)

Para o cálculo do desvio padrão temos a equação (3):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{Equação (3)}$$

### 3.7.3 Coeficiente de variação

Quanto menor o coeficiente de variação (CV) de um conjunto de dados, menor é a sua variabilidade. O Coeficiente de Variação expressa o quanto da escala de medida, representada pela média, é ocupada pelo desvio-padrão. O Coeficiente de Variação é uma medida adimensional, isto é, não depende da unidade de medida. Essa característica nos permite usá-lo para comparar a variabilidade de conjuntos de dados medidos em unidades diferentes, o que seria impossível usando o desvio-padrão.

O cálculo do mesmo é conforme a Equação 4:

$$CV = \frac{\text{Desvio padrão}}{\text{Média}} \qquad \text{Equação (4)}$$

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Estrutura

Para a definição da estrutura conforme ABNT NBR 13460, utilizou-se o procedimento de determinação de tecidos de malha por trama. Com o microscópio (Figura 12), observou-se a estrutura das amostras. E com o auxílio da ABNT NBR 13462, identificou-se as mesmas.

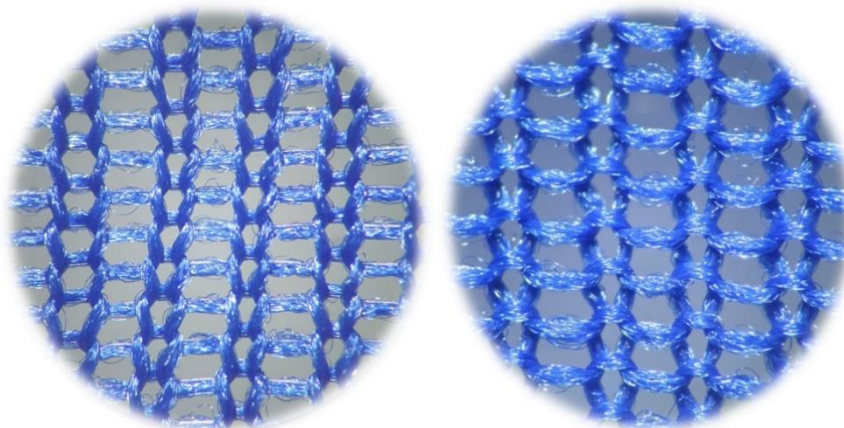
**Figura 12 - Microscópio**



**Fonte: Aatoria Própria (2022)**

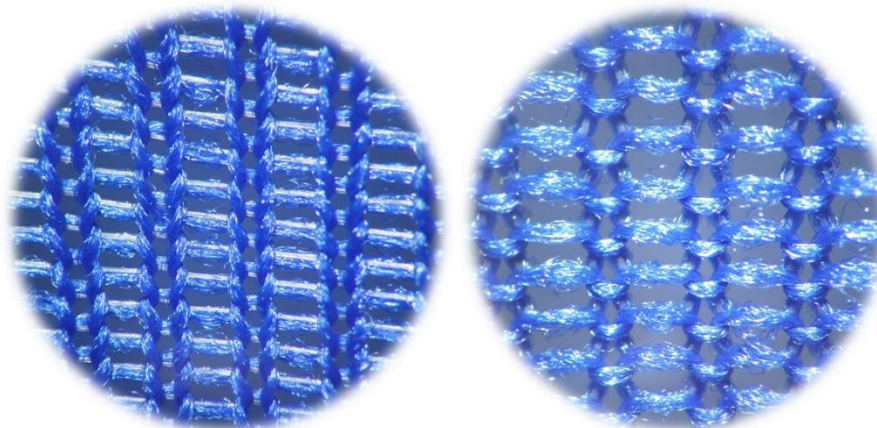
A ABNT NBR 13462 define os termos para estruturas fundamentais dos tecidos. A norma demonstra como ocorre o movimento das agulhas, sua laçada. É possível verificar nas Figuras 13, 14 e 15 a formação da estrutura *Jersey* (meia malha), bem como visualizar o elastano (Branco) percorrendo junto com o fio de Poliéster (Azul). Nota-se que a laçada tem espaços maiores, em 20 Denier. E quando chega em 40 Denier esse espaço diminui e, em seguida, em 70 Denier quase não se tem espaços na malha. Tal fato reflete no tecido final, onde o Denier menor resulta em um tecido mais fino e leve. Para o Denier maior, o tecido é mais grosso e pesado.

**Figura 13 - 20 Denier**



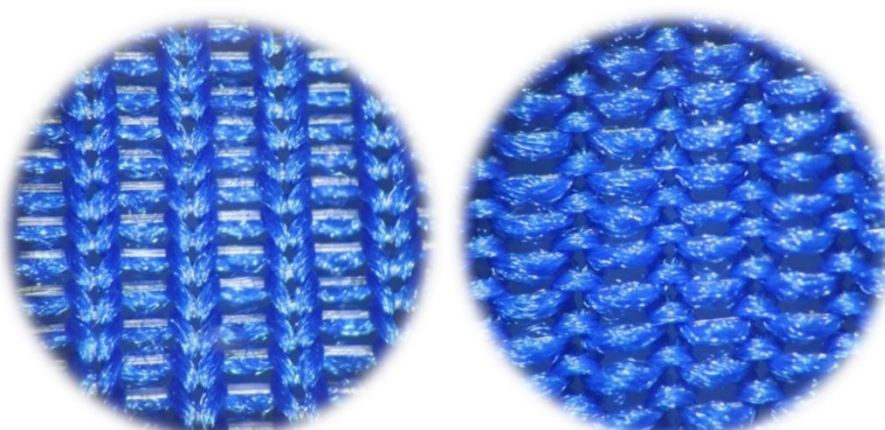
**Fonte: Aatoria Própria (2022)**

**Figura 14 - 40 Denier**



**Fonte: Aatoria Própria (2022)**

**Figura 15 - 70 Denier**



**Fonte: Aatoria Própria (2022)**

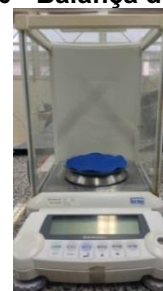
Aproximando ainda mais as Figuras acima consegue-se ver o momento em que o elastano cruza com o poliéster e forma a laçada (Figura 16).



**Figura 16 - Elastano****Fonte: Aatoria Própria (2022)**

## 4.2 Gramatura

Para determinação da gramatura, os testes foram realizados em triplicata para cada uma das amostras com diferentes fios de elastano, totalizando-se 45 amostras (Figura 17). Primeiramente cortou-se as amostras em quadrados de 15 cm x 15 cm (Figura 18) em lugares do tecido isentos de defeitos, e com o auxílio do cortador circular (Figura 19), cortou-se as amostras com área de 100 cm<sup>2</sup>. Em seguida, pesou-se em uma balança analítica conforme a Figura 20.

**Figura 17 - Amostra de tecido (15cmx15cm)****Fonte: Aatoria Própria (2022)****Figura 18 - Amostra cortada****Fonte: Aatoria Própria (2022)****Figura 19 - Cortador de amostra****Fonte: Aatoria Própria (2022)****Figura 20 - Balança de precisão****Fonte: Aatoria Própria (2022)**

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos, após a realização dos 15 testes para cada fio de elastano, obteve-se a média.



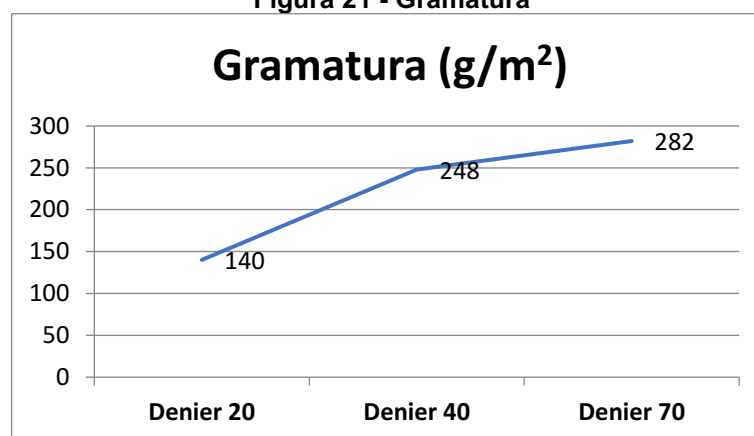
Tabela 2 - Peso das amostras

Amostra	Peso (g)		
	Denier 20	Denier 40	Denier 70
1	1,39	2,49	2,87
2	1,41	2,48	2,78
3	1,39	2,48	2,79
4	1,42	2,48	2,85
5	1,37	2,49	2,81
6	1,46	2,52	2,82
7	1,39	2,47	2,84
8	1,44	2,49	2,79
9	1,37	2,48	2,82
10	1,49	2,48	2,82
11	1,41	2,46	2,78
12	1,37	2,49	2,83
13	1,38	2,48	2,84
14	1,39	2,47	2,81
15	1,39	2,46	2,79
<b>Média</b>	<b>1,40</b>	<b>2,48</b>	<b>2,82</b>
$\sigma$	0,035	0,015	0,027
CV%	2,493	0,587	0,957

Fonte: Autoria Própria (2022)

A gramatura das amostras será representada graficamente na Figura 21, para cada malha.

Figura 21 - Gramatura



Fonte: Autoria Própria (2022)

Ao analisar os resultados da gramatura pode-se notar um aumento, conforme aumenta o título do elastano (Figura 21). Pode-se correlacionar ao fato de o fio 20 Denier ser mais fino e em consequência, mais leve, e ter uma estrutura mais aberta. Conforme muda-se o título para 40 e 70 Denier, tem-se um aumento no peso da

amostra. Quanto maior o valor do título do fio em Denier, mais fechado é sua estrutura, mais grosso e pesado será o tecido.

Guerra (2016), também observou esta tendência nos resultados de sua pesquisa, ou seja, os títulos dos fios de cada amostra contribuem para o cálculo da gramatura, pois essa densidade linear pode assumir valores tais que o tecido com mesmo comprimento de laçada e com títulos diferentes resultam em tecidos com gramaturas diferentes.

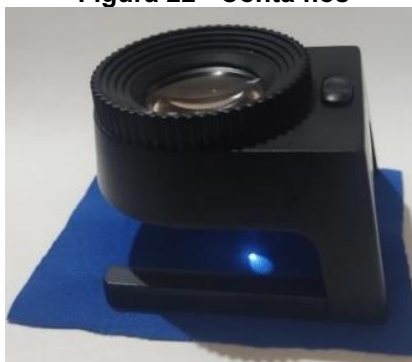
A gramatura se correlaciona com o título do fio e ao comprimento da laçada. Pode converter-se em valores altos por conta do valor alto do título. Segundo Guerra (2016) a quantidade de massa por unidade de área, o que está diretamente relacionado a quantidade de espaços vazios do tecido.

Observa-se na amostra de 70 Denier uma estrutura fechada, ao contrário de 20 Denier, que sua estrutura é bem aberta, com espaços vazios por conta do tamanho da laçada, isso também contribui, para que a amostra com fio 20 Denier possua uma gramatura menor do que a de 70 Denier.

### **4.3 Densidade**

Com o apoio de um conta-fios (Figura 22), colocou-se a amostra em uma superfície plana e então foi contado o número de carreiras e colunas, que estão apresentadas na Tabela 3.

**Figura 22 - Conta fios**



**Fonte: Aatoria Própria (2022)**

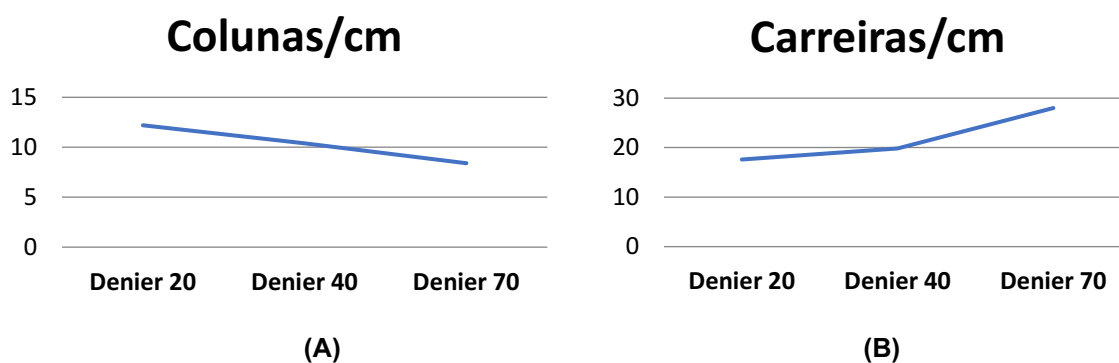
Tabela 3 – Densidade das malhas

Amostra	Denier 20		Denier 40		Denier 70	
	Colunas	Carreiras	Colunas	Carreiras	Colunas	Carreiras
1	12	17	10	20	9	28
2	12	18	11	21	9	29
3	11	18	10	20	8	28
<b>Média</b>	<b>11,7</b>	<b>17,7</b>	<b>10,3</b>	<b>20,3</b>	<b>8,7</b>	<b>28,3</b>
$\sigma$	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577
CV%	4,9%	3,3%	5,6%	2,8%	6,7%	2,0%
<b>Densidade (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>206</b>		<b>210</b>		<b>246</b>	

Fonte: Autoria Própria (2022)

Ao medir a quantidade de carreiras e colunas por centímetro, verificou-se que para cada uma das amostras de malhas investigadas, foi possível observar que os resultados se apresentam inversamente proporcionais, ou seja, quanto mais grosso o título do elastano, diminui a quantidade de colunas/cm, conforme observa-se na Figura 23 (A). Isso se deve ao fato de que quanto mais grosso o elastano, maior é o espaço ocupado pelo por ele, conseqüentemente diminuindo a quantidade de colunas no mesmo espaço.

Figura 23 – Colunas/cm e Carreiras/cm



Fonte: Autoria Própria (2022)

Quanto aos valores da carreira do tecido, observou-se o efeito inverso, isto é, quanto mais grosso o título do fio de elastano, mais forte essa malha será. Com isso, o entrelaçamento das cabeças e pés das malhas promovem uma tensão maior entre elas, e esta tensão faz com que elas fiquem mais próximas, aumentando a densidade neste sentido conforme Figura 23 (B). Porém ao calcular a densidade,

observa-se que com o aumento da titulação do elastano, aumenta-se a densidade de pontos totais em uma mesma área de 1 cm<sup>2</sup>. Resultado devido ao aumento das carreiras nesta mesma área.

Vasconcelos (2012), verificou em seu trabalho que as malhas com elastano tendem a se apresentarem bastante densas, pois o elastano força a estrutura a uma compactação máxima quando relaxadas. Logo essa estrutura compactada proporciona um adicional de fio que, sem ter muito espaço nas dimensões de carreiras e colunas, aumenta a espessura da malha.

#### 4.4 Resistência e Alongamento

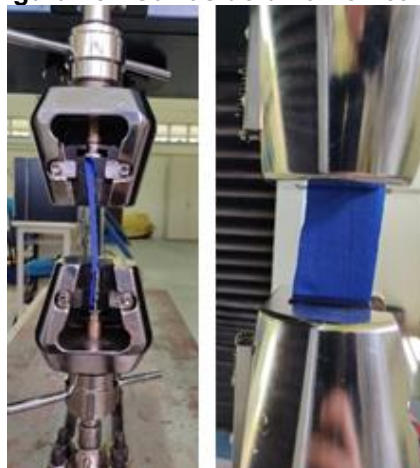
Os ensaios de tração foram realizados em triplicata, no dinamômetro conforme apresentado nas Figuras 24 e 25. Cortou-se as amostras nas dimensões de 20 cm x 4 cm, em seguida foram colcadas uma a uma nas garras para a realização dos ensaios em cada amostra. Foi necessário um ajuste da distância entre as garras, devido à limitações do espaço de deslocamento da garra do equipamento e à alta elasticidade das amostras. Utilizando-se então neste teste, a distância de 50 mm.

Figura 24 - Dinamômetro



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Figura 25 - Garras do dinamômetro



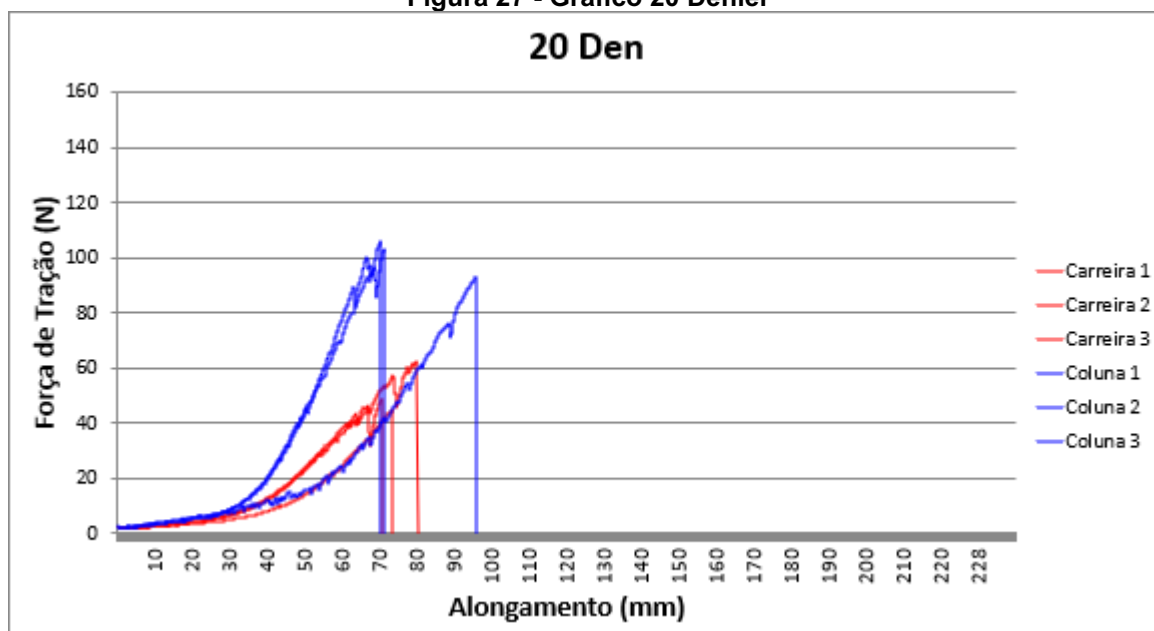
Fonte: Aatoria Própria (2022)

Após o início dos testes, as amostras foram tracionadas conforme apresentado na Figura 26, até a sua ruptura.

**Figura 26 - Amostras sendo esticada**

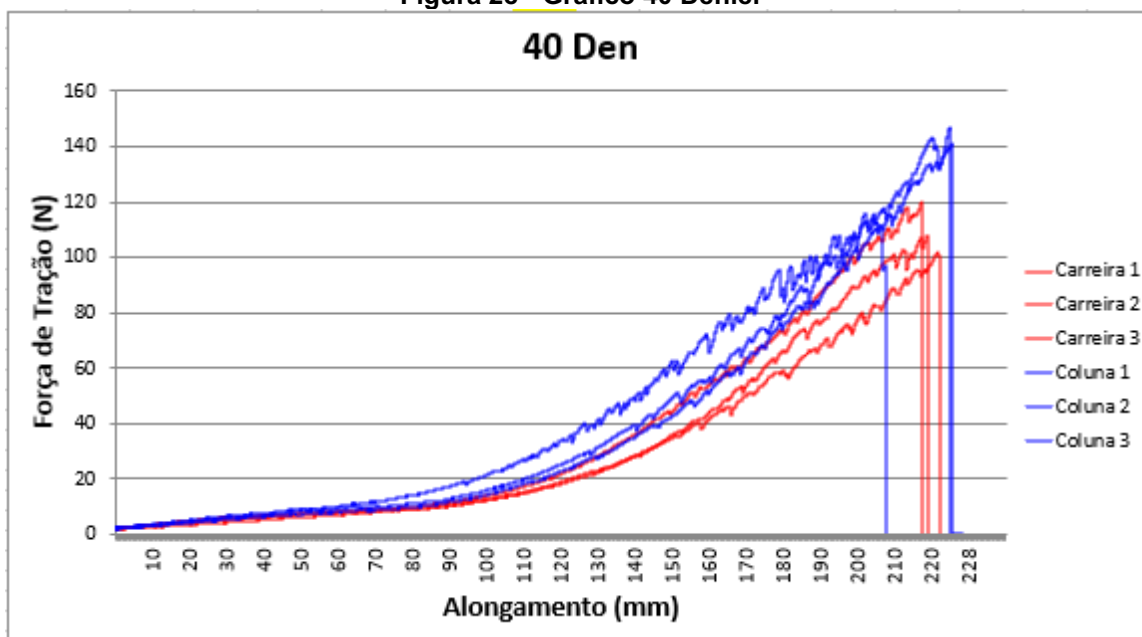
Fonte: Aatoria Própria (2022)

Pode-se observar os resultados para as amostras de malhas investigadas, por meio dos gráficos de Força de Tração (N) pelo Alongamento (mm) para as amostras de 20 Denier (Figura 27), sendo 3 ensaios no sentido da Carreira indicado na cor Vermelha, e 3 ensaios para a Coluna indicado na cor Azul, e assim sucessivamente os resultados do 40 Denier (Figura 28), e 70 Denier (Figura 29).

**Figura 27 - Gráfico 20 Denier**

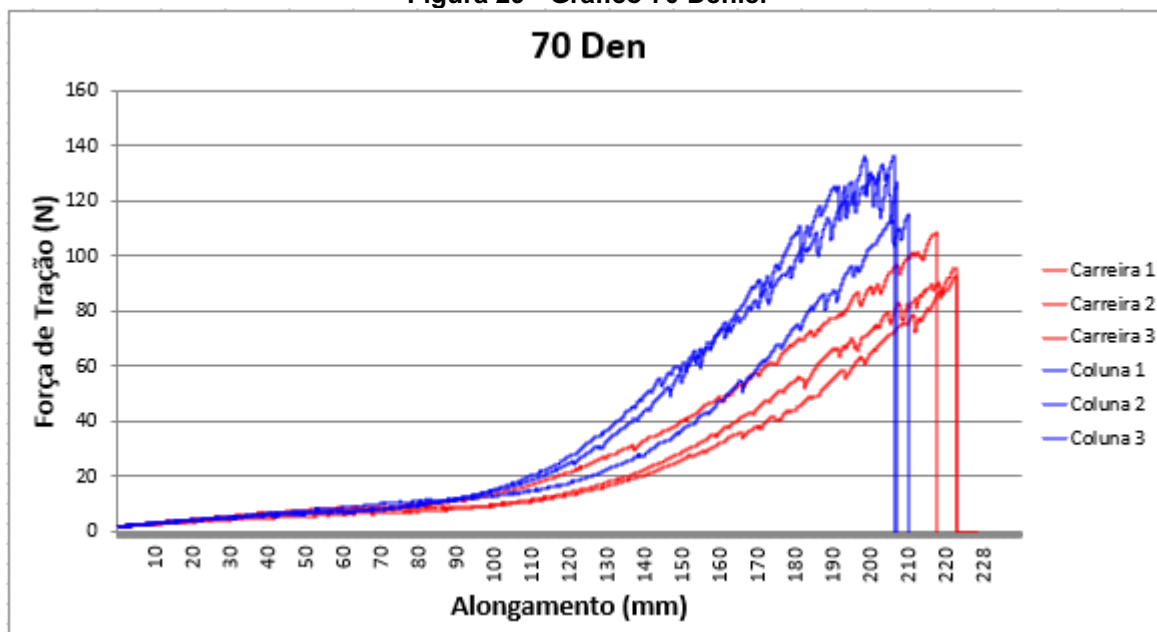
Fonte: Aatoria Própria (2022)

Figura 28 - Gráfico 40 Denier



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 29 - Gráfico 70 Denier



Fonte: Autoria Própria (2022)

Segundo Saville (1999), ao se aplicar uma força ou carga no tecido, incrementando-a gradativamente, este material sofrerá uma extensão ou alongamento e eventualmente romperá. A plotagem das forças aplicadas em função do respectivo valor de extensão obtido, é conhecida como força-alongamento ou curva de tensão/deformação. O gráfico resultante da força aplicada x alongamento possui um importante ponto onde a relação entre os mesmos sofre uma alteração.

No momento em que a amostra de 20 Denier está se rompendo, o gráfico de 40 Denier está começando seu alongamento. O mesmo acontece para o gráfico de 70 Denier (Figura 29). Isso ocorre por suas estruturas mais fechadas suportarem uma maior Força de Tração.

Guerra (2016) cita que o ensaio de resistência à tração apresenta o comportamento do tecido quando submetidas à tensão física, o que reflete diretamente na capacidade do tecido resistir à deformação das suas dimensões, ou seja, o quão de esforço é necessário exercer para que o tecido seja esticado e, além disso, qual o esforço que as fibras suportam até que haja o rompimento. Segundo Sitotaw e Adamu (2007), as estruturas de tecido têm efeito significativo na resistência à ruptura de tecidos de malha. São significativamente dependentes de suas estruturas, tipos de fibras e misturas, bem como fios.

De acordo com Guerra (2016), no sentido da coluna há um alongamento mais expressivo para todos os tecidos de malha, enquanto os picos de esforço entre os dois sentidos são próximos. Essa relação entre o lado que suporta mais esforço e alonga mais é definido por diversos fatores, sendo os principais a estrutura e a composição das fibras que formam o os fios da coluna e do curso.

A Tabela 4, apresenta os valores máximos alcançados, tanto para Carreiras quando para Colunas de cada Denier.

**Tabela 4 – Força máxima de Tração**

Amostra	Carreira			Coluna		
	Denier 20	Denier 40	Denier 70	Denier 20	Denier 40	Denier 70
1	62,2	120,2	108,5	105,8	147,1	136,3
2	48,8	107,9	95,7	104,1	140,8	136,2
3	44,8	101,9	92,6	92,9	115,9	115
<b>Média</b>	<b>51,9</b>	<b>110</b>	<b>98,9</b>	<b>100,9</b>	<b>134,6</b>	<b>129,2</b>
$\sigma$	9,11	9,32	8,42	7,00	16,49	12,26
CV%	17,5%	8,5%	8,5%	6,9%	12,3%	9,5

Fonte: Autoria Própria (2022)

**Tabela 5 - Força máxima de Alongamento**

Amostra	Carreira			Coluna		
	Denier 20	Denier 40	Denier 70	Denier 20	Denier 40	Denier 70
1	80	220	218	70	227	207
2	71	219	224	71	225	207
3	74	218	224	96	208	211
<b>Média</b>	<b>75</b>	<b>219</b>	<b>222</b>	<b>79</b>	<b>220</b>	<b>208,3</b>
$\sigma$	4,58	1,00	3,46	14,73	10,44	2,31
CV%	6,1%	0,5%	1,6%	18,6%	4,7%	1,1%

Fonte: Autoria Própria (2022)

Analisando os gráficos foi possível observar que a Força de tração aplicada no sentido das colunas é maior que a força aplicada na ruptura nos sentidos das carreiras, para ambos os Denier.

Para 20 Denier nota-se que a Força de tração foi menor que 40 e 70 Denier, conforme observado no sentido da coluna, sendo essa crescente, à medida que o título engrossa, a mesma precisa de uma força maior para se romper. No sentido da carreira conforme seu Denier aumenta, o mesmo também precisa de uma força maior para sua ruptura.

Por conta das amostras de 20 Denier terem a menor densidade e serem mais finas que 40 Denier e 70 Denier, essas com maior densidade e os fios serem mais grossos, houve a necessidade de aplicação de uma maior força e maior alongamento para as malhas atingirem o ponto de ruptura.

#### **4.5 Elasticidade e Alongamento**

Com o intuito de observar a capacidade do tecido de alterar suas dimensões sob a ação de uma carga e de recuperar suas dimensões ao formato original, o teste de Elasticidade e Alongamento, foi realizado utilizando o equipamento apresentado na Figura 30, sendo este, uma placa de madeira lisa, com altura de 110 cm e largura de 42 cm, dois ganchos com a distância de 25 cm entre eles, composto por uma haste de aço inox, cujo diâmetro é de 5 mm. A garra fica afastada 2,5 do suporte. O peso utilizado é de 1100 g e tem formato de haltere.

**Figura 30 - Equipamento**

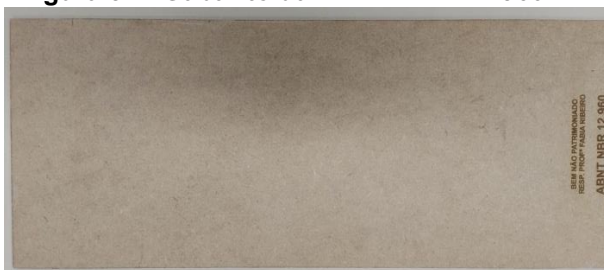


**Fonte: Autoria Própria (2022)**



Os cortes dos tecidos foram realizados com a ajuda do gabarito (Figura 31), feito de material rígido com dimensões de 50,0 cm por 20,0 cm, e então costurados na máquina reta (Figura 32).

**Figura 31 - Gabarito da ABNT NBR 12.960**



Fonte: Autoria Própria (2022)

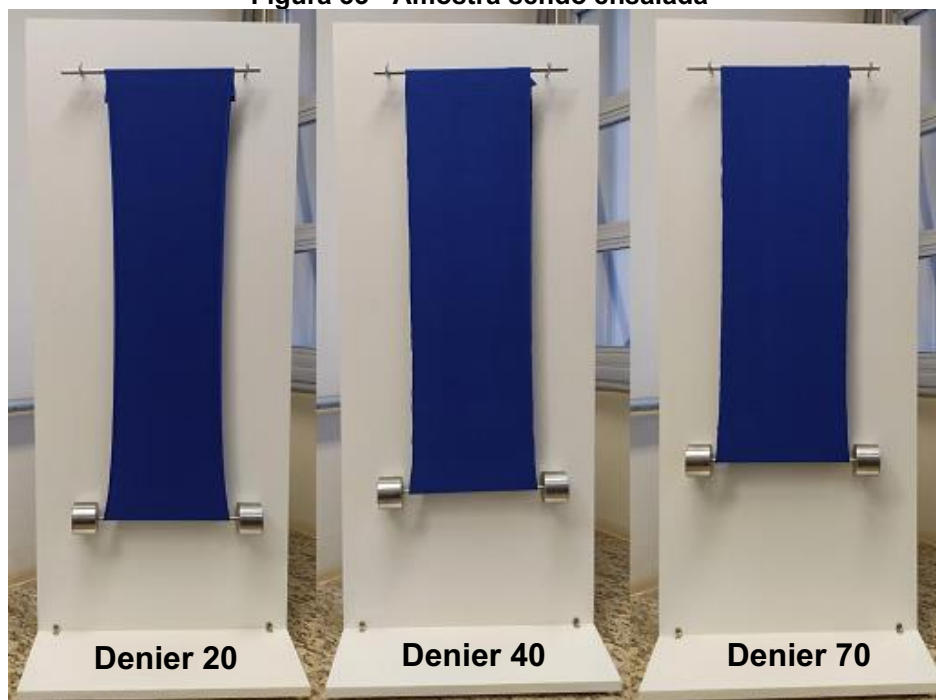
**Figura 32 - Máquina reta**



Fonte: Autoria Própria (2022)

Cada amostra foi então testada no equipamento (Figura 30), ficando 120 segundos submetidos ao peso (Figura 33).

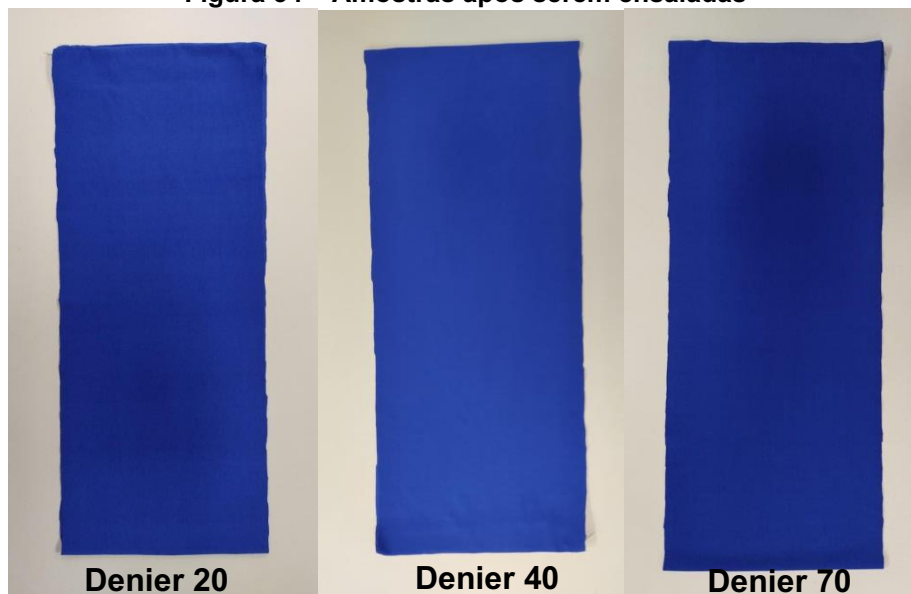
**Figura 33 - Amostra sendo ensaiada**



Fonte: Autoria Própria (2022)

As medidas das amostras foram feitas antes, durante e após o teste (Figura 34), respeitando o tempo de repouso de 5 minutos para relaxação.

Figura 34 – Amostras após serem ensaiadas



Fonte: Autoria Própria (2022)

A Tabela 6, mostra os valores obtidos após realização do teste:

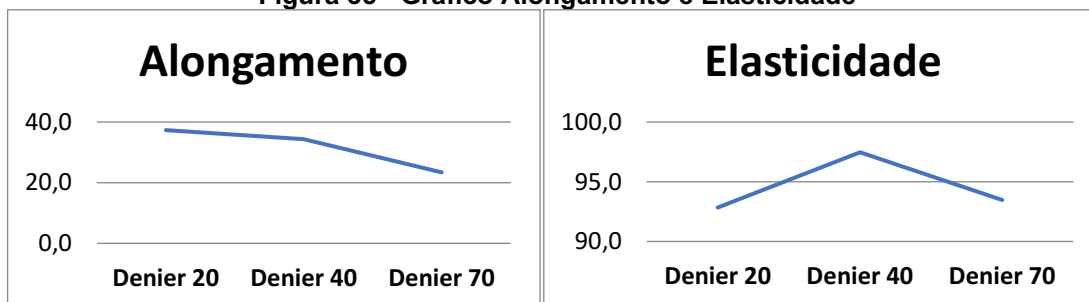
Tabela 6 - Alongamento e Elasticidade

Amostra	Alongamento			Elasticidade		
	Denier 20	Denier 40	Denier 70	Denier 20	Denier 40	Denier 70
1	38	34	23	91,58	97,05	93,91
2	38	34,6	23,2	94,73	98,84	94,82
3	36	34,4	24	92,22	96,51	91,66
<b>Média</b>	<b>37,3</b>	<b>34,3</b>	<b>23,4</b>	<b>92,8</b>	<b>97,5</b>	<b>93,5</b>
$\sigma$	1,155	0,306	0,529	1,665	1,220	1,627
CV%	3,093	0,890	2,261	1,793	1,251	1,740

Fonte: Autoria Própria (2022)

A Figura 35 apresenta o gráfico de Alongamento e Elasticidade.

Figura 35 - Gráfico Alongamento e Elasticidade



Fonte: Autoria Própria (2022)

O gráfico mostra os resultados do qual apresenta valores do alongamento tal que, será decrescente uma vez que 70 Denier a amostra é menos maleável, sendo mais grossa e assim tendo uma menor alteração dimensional. Na Figura 33 é perceptível como essa alteração é mínima, se destoando da que tem o menor Denier.

A amostra de 20 e 40 Denier quando submetida a mesma carga alongou-se mais que a amostra de 70 Denier, chegando a ter um formato quase de ampulheta, como mostrado na Figura 35. Isso ocorre por ser um tecido mais fino, maleável, podendo ser explicado devido sua estrutura com espaços maiores entre as laçadas, ocasionando esse alongamento. De acordo com Kuasne (2008), a laçada se relaciona com a quantidade de espaços vazios que a malha apresenta, além de também definir a rigidez física da estrutura confeccionada, ou seja, quanto menor a laçada, maior a tensão aplicada ao fio.

Os valores seguem em declínio, pois conforme aumenta o valor do Elastano, mais fechada será a laçada. Para o Elastano de 70 Denier, o valor da média obtido, sendo um valor expressivo onde pode ser possível a observação através da Figura 33, como a laçada influência nas propriedades de alongamento, a amostra suporta o peso adicionado sem ter grandes alterações.

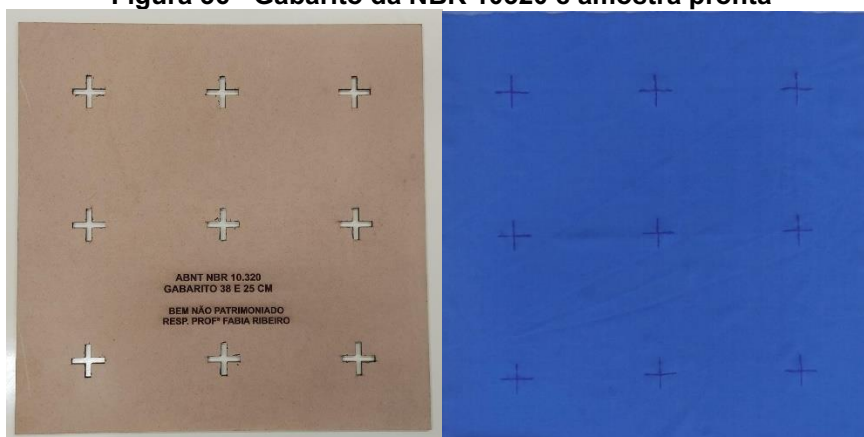
No gráfico de elasticidade, a amostra com elastano 40 Denier foi a que teve maior elasticidade por conta de sua densidade, do que a de 20 Denier. Porém nem tanto quanto a de 70 Denier, então chegou-se nesse valor mais alto.

As propriedades de Elasticidade e Alongamento valorizam os tecidos adicionando novas dimensões de caimento e conforto. Pode ser esticado quatro a sete vezes seu comprimento, retornando instantaneamente ao seu comprimento original quando sua tensão é relaxada. De acordo com Vasconcelos (2012), a medida de elasticidade reflete a capacidade da malha de recuperar sua medida original uma vez retirada a carga aplicada para a medida do alongamento após determinado tempo. Está expressa como porcentagem recuperada da medida inicial.

#### **4.6 Alterações dimensionais**

Com a assistência de um gabarito feito de material rígido com dimensões de 380 mm x 380 mm (Figura 36), realizou-se as marcações necessárias com caneta azul de acordo com a norma e feito o corte dos tecidos, nesse caso 3 amostras de cada Denier.

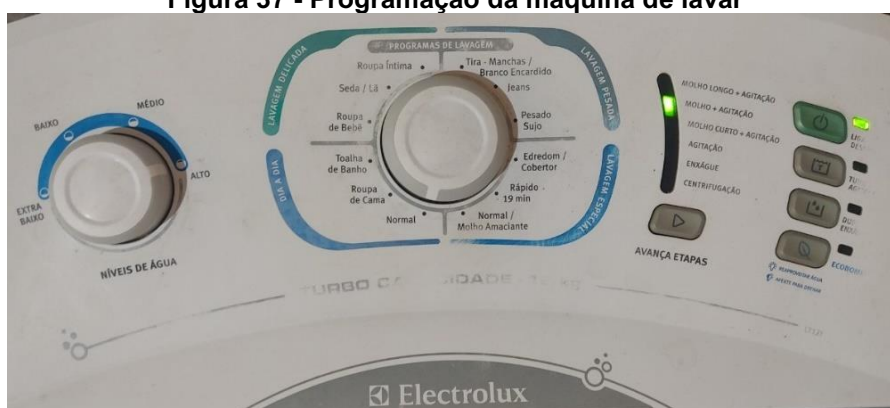
**Figura 36 - Gabarito da NBR 10320 e amostra pronta**



Fonte: Autoria Própria (2022)

O ciclo escolhido foi o Normal (Figura 37), com especificações já definidas na norma.

**Figura 37 - Programação da máquina de lavar**



Fonte: Autoria Própria (2022)

A lavagem foi realizada em máquina doméstica e para completar 2 Kg de carga na lavadora, colocou-se roupas pretas. Então adicionou-se 90 g de detergente (Figura 38).

**Figura 38 - Amostra pronta para ser lavada e durante a lavagem**



Fonte: Autoria Própria (2022)

A secagem foi feita em corrente de ar, onde foi colocada cada amostra em sentido longitudinal na posição vertical preso por duas pontas, como manda a norma, secando em temperatura ambiente (Figura 39).

**Figura 39 - Amostra secando**



**Fonte: Autorial Própria (2022)**

Assim que as amostras secaram mediu-se o comprimento e a largura novamente após a primeira lavagem (Tabela 7). E então após a quinta lavagem e secagem mediu-se o comprimento novamente (Tabela 8).

**Tabela 7 - Comprimento das amostras após as lavagens**

Amostra	Inicial (cm)	Comprimento após a 1° lavagem (cm)			Comprimento após a 5° lavagem (cm)		
		Denier 20	Denier 40	Denier 70	Denier 20	Denier 40	Denier 70
1	38,0	38,1	38,4	38,5	38,6	38,7	38,8
2	38,0	38,3	38,3	38,4	38,7	38,7	38,9
3	38,0	38,3	38,4	38,5	38,5	38,6	38,8
<b>Média</b>	<b>38,0</b>	<b>38,3</b>	<b>38,4</b>	<b>38,5</b>	<b>38,6</b>	<b>38,7</b>	<b>38,8</b>
$\sigma$	0	0,11	0,05	0,05	0,1	0,05	0,05
CV%	0	3,015	1,504	1,5	2,591	1,492	1,488

**Fonte: Autorial Própria (2022)**

**Tabela 8 - Largura das amostras após as lavagens**

Amostra	Inicial (cm)	Largura após a 1° lavagem (cm)			Largura após a 5° lavagem (cm)		
		Denier 20	Denier 40	Denier 70	Denier 20	Denier 40	Denier 70
1	38,0	38,2	38,5	38,6	38,7	38,8	38,7
2	38,0	38,4	38,4	38,5	38,5	38,6	38,8
3	38,0	38,2	38,2	38,3	38,6	38,8	38,8
<b>Média</b>	<b>38</b>	<b>38,2</b>	<b>38,4</b>	<b>38,5</b>	<b>38,6</b>	<b>38,7</b>	<b>38,8</b>
$\sigma$	0	0,11547	0,152753	0,15275	0,1	0,057735	0,057735
CV%	0	3,023	3,978	3,968	2,591	1,492	1,488

**Fonte: Autorial Própria (2022)**

Com os valores encontrados então calcula-se a alteração dimensional depois das lavagens utilizando a Equação 5, chegando nos resultados (Tabela 9).

$$E\% = \frac{B-A}{A} \times 100$$

Equação (5)

Sendo:

E = alteração dimensional

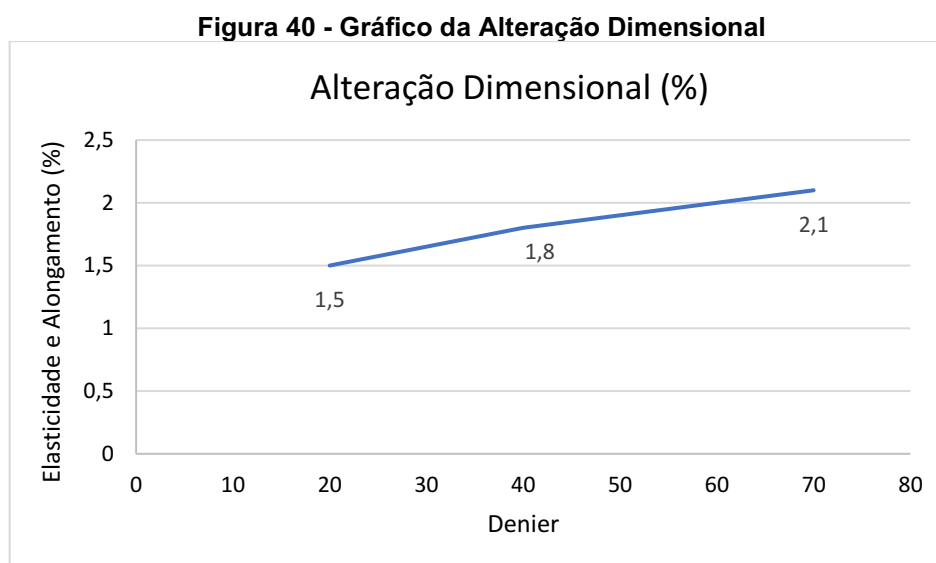
A = dimensão inicial

B = dimensão final (após lavagem e secagem)

<b>Tabela 9 - Alteração dimensional</b>			
	<b>Denier 20</b>	<b>Denier 40</b>	<b>Denier 70</b>
<b>E comprimento%</b>	1,5	1,8	2,1
<b>E largura %</b>	1,5	1,8	2,1

Fonte: Aatoria Própria (2022)

A Figura 40 apresenta o gráfico da Alteração Dimensional.



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Segundo Netto (2007), a alteração Dimensional corresponde a variação de medidas que o corpo-de-prova (malha) sofre, após ser submetido ao ensaio de lavagem. Essa alteração pode ser positiva (alongamento) ou negativa (encolhimento).

Logo, podemos observar uma alteração dimensional acima de 1% para os três diferentes Denier, uma recuperação elástica maior que 95%. Observa-se que para comprimento e largura os valores são os mesmos, apresentando alteração em todos diâmetros da amostra. O tecido após as lavagens começou enrolar nas pontas.

Os resultados da pesquisa do autor Guerra (2016), anteriormente citadas no referencial teórico deste trabalho, corroboram com os resultados obtidos nesta pesquisa, ou seja, a estabilidade é importante fator quanto à manutenção das características do tecido, pois o traje seja qual for a aplicação deverá ser lavado e assim, o mesmo mudará quanto suas dimensões e causará variações nas características.

Na amostra de 70 Denier é possível ver uma alteração maior que 2%. Comparando com os testes do dinamômetro e de peso, onde percebe-se uma maior alteração no comprimento da amostra e uma diminuição no tamanho da largura, para esse teste em lavagem de máquina doméstica essa alteração acontece em toda a dimensão da amostra, onde ocorre o esgarçamento do tecido.

A diferença do teste no dinamômetro para o teste do peso é que, no caso do dinamômetro a amostra esticou até ocorrer a ruptura, mesmo sendo tirado do equipamento o material não voltou a seu estado original, ficou com um formato amulheta. E no caso do teste com o peso, teve alteração, mas o material não se rompeu nem mesmo na parte da costura.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma Análise Dimensional de Malhas Jersey de Poliéster com diferentes percentuais de elastano. Realizando os testes de Gramatura, Densidade e Padronagem, determinou-se também a medição Elasticidade, Alongamento, Estabilidade Dimensional e a influência do Título do elastano em cada amostra.

Para a determinação da Gramatura, pode-se concluir que para a amostra de Malha Jersey com o fio de elastano 20 Denier a gramatura foi menor do que no caso da amostra de 40 Denier, a amostra de 70 Denier teve a maior densidade tendo diferenças significativas nas amostras com elastano com diferentes Denier, ou seja, conforme aumenta-se a titulação do elastano (ficando mais grosso), este também aumenta a gramatura da malha e a densidade, deixando-as mais pesadas.

Para os resultados da Força de Tração foi possível observar que a Força aplicada no sentido das colunas é maior que a força aplicada na ruptura nos sentidos das carreiras, para ambos os Denier. Por conta das amostras de 20 Denier terem a menor densidade e serem mais finas que 40 Denier e 70 Denier, essas com maior densidade e os fios serem mais grossos, necessita de uma maior força e alongamento até atingir seu ponto de ruptura.

Para o teste de Elasticidade e Alongamento, determinou-se a capacidade de recuperação da malha após retirado a carga aplicada. Quando Alongada essa as amostras se comportaram de maneira onde 20 Denier é mais maleável, maior Alteração Dimensional, e 70 Denier menos maleável, logo menor alteração dimensional.

No teste de lavagem em máquina doméstica, houve uma leve alteração nas dimensões, as amostras também enrolaram nas pontas. Os resultados obtidos para a Alteração Dimensional do comprimento e da largura para 20 Denier foi menor quando comparada à de 40 Denier e 70 Denier, ambos com alterações positivas (alongamento/esgarçamento). Nenhuma das amostras apresentaram encolhimento.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, José Lucas da Silva e. **Malharia De Trama E Urdume: Uma Abordagem da Construção dos Tecidos no Software Autocad**. 92 páginas. Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Têxtil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2017.
- AQUINO, Marcos Silva de. **Apostila de métodos e processos de manufatura de malharia**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.
- ASIF, Ahmed; RAHMAN, Moshiur; FARHA, Farial Islam. **Effect of knitted structure on the properties of knitted fabric**. International Journal of Science and Research, Bangladesh, 2015.
- ASSIS, Adriana Helfenberger Coletto. **Avaliação das mudanças ocorridas em fibras de poliéster submetidas a tratamento alcalino e enzimático**. 2012. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciências dos Materiais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10320**: Materiais Têxteis – Determinação das alterações dimensionais de tecidos planos e malhas – Lavagem em máquina doméstica automática – Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10591**: Materiais Têxteis – Determinação da gramatura de superfícies têxteis. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12060**: Materiais Têxteis – Determinação do número de carreiras/cursos e colunas em tecidos de malha. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12960**: Tecido de Malha – Determinação da elasticidade e alongamento. Rio de Janeiro: ABNT, 1993b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13460**: Tecido de Malha por Trama – Determinação da estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13462**: Tecido de Malha por Trama – Estruturas fundamentais. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISSO 13934-1**: Têxteis – Determinação da força máxima e alongamento a força máxima utilizando o método de tira. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- BENLTOUFA, Sofien; FAYALA, Fayala; CHEIKHROUHOU, M.; NASRALLAH, Sassi. Ben. **Porosity determination of jersey structure**. Autex. Tunisia, p. 63-69. mar. 2007.

BEZERRA, Francisco Diniz. **Análise retrospectiva e prospectiva do setor têxtil no Brasil e no Nordeste**. Informe Técnico do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE, Fortaleza, 2014.

CATARINO, André Paulo de Almeida Whiteman. **Dinâmica da tricotagem: estudo da dinâmica da tensão de entrada do fio e sua aplicação em controle de qualidade**: livro de anexos. 1998. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Têxtil, Departamento de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Portugal, 1998.

CHEN, Xiaodie; LI, Bintian; QIAO, Yan; LU, Zhisong. **Preparing polypyrrole-coated stretchable textile via low-temperature interfacial polymerization for highly sensitive strain sensor**. Micromachines. Chongqing, p. 1-11. 17 nov. 2019.

CONMETRO - **conselho nacional de metrologia, normalização e qualidade industrial**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Resolução nº 02 de 6 de maio de 2008. Regulamento Técnico Mercosul Etiquetagem de Produtos Têxteis.

CORREA, Sonia Maria Barros Barbosa. **Probabilidade e Estatística**. – 2ª ed. - Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003

DOLZAN, Neseli. **Tingimento de fibras sintéticas com corantes dispersos**. 2004. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Engenharia Química, Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

FATKIĆ, Edin; GERŠAK, Jelka; UJEVIĆ, Darko. **Influence of knitting parameters on the mechanical properties of plain jersey weft knitted fabrics**. Fibres & textiles. Fibres & Textiles. Europe, p. 87-91, 2011.

GUERRA, Juan Rafael Figueira. **Projeto de antena de microfita flexível utilizando de tecido malha à base de fibras naturais e sintéticas**. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sistemas de Comunicação e Automação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

KINDLEIN JUNIOR, Wilson; CASSEL, Gabriela Piageti; KUNZLER, Lizandra Stechman Quintana; CHYTRY, Sílvia. **Revisão das principais propriedades das fibras têxteis e compilação de inovações geradas devido ao uso de novos materiais no design de moda**. 2018. 8 f. Design e Seleção de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2018.

KUASNE, A. **Fibras têxteis**. Santa Catarina: CEFET/SC. 2008.

MARETTI, João Matheus. **Defeitos em malharia circular**. 2018. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Produção Têxtil, Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana - Sp, 2018.

MIKUČIONIENĖ, Daiva; LAURECKIENĖ Ginta. **The influence of drying conditions on dimensional stability of cotton weft knitted fabrics**. Kaunas - Lithuania, 2009.

NETTO, Viviane Souza. **Proposta de implantação de métodos estatísticos no controle de qualidade em uma indústria de beneficiamento têxtil – tingimento e acabamento**. Tubarão: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2007. 72 p.

OLIVEIRA, Fernanda Castilhos de; ROBINSON, Luiz Carlos. **Aplicação de novas tecnologias na construção do vestuário para a prática do surfe**. Revista Tecnologia e Tendências, Novo Hamburgo, v. 2, n. 8, p. 45-62, jul. 2009.

ONAL, Levent; CANDAN, Cevza. **Contribution of fabric characteristics and laundering to shrinkage of weft knitted fabrics**. Textile Research Journal. Eua, p. 187-191. mar. 2003.

PEREIRA, Airton; NOGUEIRA, Cleberton; BALDO, Murilo Sergio. **Fiação de poliéster têxtil**. 2013. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Produção Têxtil, Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana - Sp, 2013.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. São Paulo: Senac-Sp, 2007. 328 p.

RANGEL, Armênio Souza; SILVA, Marcello Muniz; COSTA, Benny Kramer. **Competitividade da indústria têxtil brasileira**. Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 1, n. 7, p. 151-174, mar. 2010.

RECH, Sandra Regina. **Estrutura da cadeia produtiva da moda**. Moda Palavra, Florianópolis, n. 1, p. 7-20, jul. 2008.

REIS, Edna Afonso; REIS, Ilka Afonso. **Análise descritiva de dados**. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. 64 p.

ROMANI, Marcelo. **A influência do controle da tensão do elastano durante o processo produtivo nas propriedades elásticas dos tecidos com elastano para fitness**. 2016. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Têxtil e Moda, Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SAFDAR, Faiza; HUSSAIN, Tanveer; NAZIR, Ahsan; LQBAL, Kashif. **Improving dimensional stability of cotton knits through resin finishing**. Journal Of Engineered Fibers And Fabrics. Faisalabad, p. 28-35. mar. 2014.

SANTIS, Sandra Helena da Silva de. **A implantação de sistema de qualidade em uma indústria têxtil de malharia pequeno porte**. 2013. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Têxtil e Moda, Universidade São Paulo, São Paulo, 2013.

SAVILLE, B.P., **Physical testing of textiles**. The Textile Institute, CRC Pressin North America and published by Woodhead Publishing Limited, Abington hall, Cambrided, England, 1999 156, 279, 257 p.

SENAI. (org.). **Fiação: têxtil**. São Paulo: SENAI-SP, 2019. 153 p.

SANCHES, Aparecida R.; DUARTE, Yume D.; SBORDONE, Maria A.; RANZO, Patrícia. **Tecnologia da malharia: processos e principais produtos**. Modapalavra e-periódico, Florianópolis, v. 14, n. 32, p. 51-72, 2021.

SITOTAW, D. B. **An investigation on the dependency of bursting strength of knitted fabrics on knit structures**. ISSN: 2169-0316 Industrial Engineering & Management 6: 221. 2007.

SILVESTRE, António Luís. **Análise de dados e estatística descritiva**. Portugal: Escolar Editora, 2007. 352 p.

SPENCER, D.J. **Knitting technology: a comprehensive handbook and practical guide**. 3rd. Ed. Cambridge, 2001.

TEZEL, Serkan; KAVUSTURAN, Yasemin. **Experimental investigation of effects of spandex brand and tightness factor on dimensional and physical properties of cotton/spandex single jersey fabrics**. Textile Research Journal. Bursa, p. 966-976. fev. 2008.

VASCONCELOS, Fernando Barros de. **Influência dos parâmetros de regulação de máquina nas características físicas de malhas de poliamida/elastano**. 2012. 163 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Têxtil e Moda, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

4 Non Blondes, Intérprete. **WHAT'S Up?** Compositor: Linda Perry. In: BIGGER, Better, Faster, More!. Intérprete: 4 Non Blondes. US: Interscope Records, 1992. Vinil, LP, faixa 3.

WOOD, Errol. **Machine knitting**. Wool Processing, New England, p. 482-494, University Of New England, 2012.

YOKURA, Hiroko; NIWA, Masako. **Durability of hand in spandex blend fabrics**, Japão, v. 58, n. 7, p. 398-408, jul. 1988. Textile Research Journal.