

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA TÊXTIL  
ENGENHARIA TÊXTIL

Lidia Regina Maier

**ESTUDO COMPARATIVO DO ÂNGULO DA GOTA EM MALHAS COM  
DIFERENTES COMPOSIÇÕES**

APUCARANA

2018

Lidia Regina Maier

**ESTUDO COMPARATIVO DO ÂNGULO DA GOTA EM MALHAS COM  
DIFERENTES COMPOSIÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Têxtil, do Departamento de Engenharia Têxtil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Fábria R. Gomes Ribeiro

APUCARANA

2018



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



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

Título do Trabalho de Conclusão de Curso:

### **ESTUDO COMPARATIVO DO ÂNGULO DA GOTA EM MALHAS COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES**

por

Lidia Regina Maier

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado ao vigésimo sétimo dia do mês de novembro do ano de dois mil e dezoito às treze horas, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Têxtil, do Curso Superior em Engenharia Têxtil da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

FABIA REGINA GOMES RIBEIRO – ORIENTADORA

---

ARIANA MARTINS VIEIRA FAGAN – EXAMINADORA

---

WESLEY SZPAK – EXAMINADOR

---

PATRICIA MELLERO MACHADO CARDOSO – EXAMINADORA

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

## **AGRADECIMENTO**

A Deus por ter me dado saúde, força e paciência para superar as dificuldades.

Aos meus pais, irmãos e meu noivo, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A Universidade Tecnológica Federal pela oportunidade de fazer o curso.

A Professora Fábiana pelos ensinamentos, e pela orientação. Aos professores Wesley Szpak, Rodolfo Tessari por contribuir para a realização deste trabalho.

A todos os professores pelo conhecimento não apenas racional, mas pela manifestação de caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, pela dedicação a me ensinar ao longo do curso.

A todos os meus familiares e amigos pelo apoio, incentivo e compreensão, e pela disposição em me ajudar nos momentos em que mais precisei. Principalmente a Gabriela Souza Biaconi e Marcell Yuli Rokugawa.

## RESUMO

MAIER, Lidia Regina. Estudo comparativo do ângulo da gota em malhas de diferentes composições. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Têxtil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2018.

O conforto e a praticidade são características que estão sendo buscadas cada vez mais pelos consumidores. Afim de promover essa necessidade, o mercado têxtil vem abrindo espaço para têxteis funcionais, como por exemplo, que garantem uma maior facilidade de limpeza, repelência a água e manchas. Com o propósito de adicionar tais funcionalidades aos têxteis, o mercado oferece diversos produtos, sendo que três serão testados, onde para se realizar os testes, é necessário verificar o ângulo de contato da gota que averigua se a superfície é hidrofóbica. O presente estudo é um comparativo voltado a impermeabilidade dos tecidos de malha de algodão, viscose e misturas, com aplicação de produtos impermeabilizantes verificando sua eficiência e mudança nas suas características de absorção do tecido após sua aplicação. Ao longo do trabalho, foram realizados testes para averiguar a eficiência dos impermeabilizantes analisados. Após as análises, as fibras mostraram que as composições obtiveram um comportamento diferente entre elas em cada teste, onde cada impermeabilizante utilizado se mostrou mais eficiente em cada composição de tecido. Mas se destacando a malha de composição de algodão/poliéster, onde se mostrou mais eficaz a interação do tecido com o impermeabilizante da marca B.

**Palavras-chave:** Algodão. Impermeabilizantes. Malha. Têxteis funcionais. Viscose.

## **ABSTRACT**

MAIER, Lidia Regina. Comparative study of drop angle in meshes of different compositions. 2018. Work Completion of course Bachelor of Textile Engineering - Federal Technological University of Paraná. Apucarana, 2018.

Comfort and practicality are characteristics that are increasingly being sought by consumers. In order to promote this need, the textile market has made room for functional textiles, for example, which ensure greater ease of cleaning, water repellency and blemishes. In order to add such functionalities to the textiles, the market offers several products, three of which will be tested, where to perform the tests, it is necessary to check the contact angle of the drop that determines if the surface is hydrophobic. The present study is a comparative study on the impermeability of fabrics made of cotton, viscose and mixed fabrics, with the application of waterproofing products, verifying their efficiency and change in their absorption characteristics of the fabric after their application. Throughout the work, tests were carried out to ascertain the efficiency of the waterproofing agents analyzed. After the analyzes, the fibers showed that the compositions obtained a different behavior between them in each test, where each waterproofing used showed to be more efficient in each fabric composition. But highlighting the mesh of cotton/polyester composition, where it was more effective the interaction of the fabric with the waterproofing of mark B.

**Keywords:** Cotton. Impermeability. Mesh. Functional textiles. Viscose.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da cadeia têxtil .....	13
Figura 2 – Fluxograma das fibras .....	14
Figura 3 – Carreira de malha.....	17
Figura 4 – Coluna de malha .....	18
Figura 5 – Diferença entre tecido plano e tecido de malha .....	20
Figura 6 – Deformação do tecido de malha.....	20
Figura 7 – Aplicação em luvas .....	21
Figura 8 – Gota de água sobre a folha de Lótus .....	22
Figura 9 – Ângulo da gota de água em superfície hidrofóbica.....	22
Figura 10 – Ângulo de contato formado entre gota de líquido sobre uma superfície sólida....	23
Figura 11 – Ângulo de contato .....	24
Figura 12 – Ângulo da gota .....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Variação dos ângulos lado direito .....	35
Gráfico 2 – Variação dos ângulos lado esquerdo .....	35
Gráfico 3 – Média dos ângulos.....	36



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definição dos impermeabilizantes para as amostras .....	25
Tabela 2 – Caracterização das malhas .....	30
Tabela 3 – Tempo de absorção das amostras sem impermeabilizante.....	31
Tabela 4 – Resultados dos ângulos das gotas.....	32
Tabela 5 – Resultado da média do ângulo da gota.....	34
Tabela 6 – Resultados da média dos lados (direito e esquerdo) ângulo da gota.....	34
Tabela 7 – Tempo de absorção com relação as lavagens.....	37

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 JUSTIFICATIVA .....	11
1.2 OBJETIVO GERAL.....	12
1.2.1 Objetivo Específico .....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
2.1 CADEIA TÊXTIL .....	13
2.2 FIBRAS .....	14
a. Algodão.....	15
b. Viscose.....	15
c. Poliéster.....	16
d. Misturas .....	16
2.3 MALHAS .....	17
I. Malha de trama.....	17
II. Propriedades e características .....	18
a. Densidade.....	18
b. Gramatura .....	19
c. Comprimento do ponto e LFA (Comprimento de fio por volta) .....	19
d. Fator de cobertura .....	19

e. Características do tecido de malha.....	19
2.4 APLICAÇÕES IMPERMEÁVEIS .....	21
I. Hidrofobicidade.....	21
2.5 ANALISE DA GOTA .....	23
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
3.1 MATERIAIS .....	25
3.2 MÉTODOS.....	26
3.2.1 Análise dimensional .....	26
a. Gramatura .....	26
b. Densidade .....	26
c. Comprimento e LFA (Comprimento de fio por volta).....	27
d. Fator de cobertura .....	27
e. Análise da gota.....	28
f. Hidrofilidade de tecidos .....	28
g. Ângulo de contato da gota .....	28
h. Solidez a lavagem .....	29
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>30</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS MALHAS .....	30
4.2 HIDROFILIDADE .....	30
4.3 IMPERMEABILIZANTES .....	31
4.4 ÂNGULO DE CONTATO DA GOTA.....	32
4.5 SOLIDEZ A LAVAGEM.....	37
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	39
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>

<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>41</b>
--------------------------	-----------

# 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Silva (2009) os artigos têxteis foram desenvolvidos como forma de proteger das condições climáticas e trazer um conforto fisiológico aos usuários. A cada ano, novos materiais têxteis funcionais vêm sendo criados, obtendo cada vez mais têxteis inovadores. Essas novas tecnologias são inseridas sem interferir no aspecto, toque e conforto de cada artigo.

Ao longo dos anos, inúmeras pesquisas foram realizadas sobre o uso de produtos hidrofóbicos, para se obter produtos têxteis com maior funcionalidade, como a facilidade de limpeza, a capacidade de repelência à água ou a sujidades (LORSCHETER e FOLLE, 2017). A fim de disponibilizar material de estudo sobre as funcionalidades de repelência a água, o presente trabalho é um comparativo entre tecidos de fibras de algodão, viscose e misturas, sendo que em cada uma delas serão aplicados três produtos impermeabilizantes diferentes, verificando suas eficiências e possíveis mudanças provocadas nas superfícies das fibras.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

No momento atual, o mercado brasileiro conta com vários fabricantes de produtos impermeabilizantes, que são desenvolvidos para conter a ação indesejada da água. Desta forma, a superfície hidrofóbica está sendo utilizada em vários segmentos, como na indústria têxtil, ciências dos materiais, mecânica, indústria de automóveis e várias outras, por ter a capacidade de manter superfícies limpas, como em prédios, e a autolimpeza que podem ser utilizadas em vidros, por exemplo (FERREIRA, 2013). A crescente demanda da utilização desses produtos, proporciona espaço para investigação comparativa em diferentes materiais têxteis, e diversos produtos impermeabilizadores.

Assim, foi realizado um estudo comparativo entre os tecidos de malha: 100% algodão, 100% viscose e misturas de algodão/poliéster e poliéster/viscose sendo já beneficiados e tintos. As escolhas das composições das malhas foram feitas a partir da facilidade de disponibilidade do mercado e por serem muito utilizadas em vários segmentos do setor têxtil,

enquanto que as escolhas dos produtos impermeabilizantes foram realizadas a partir da eficiência e baixo custo.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Fazer um estudo comparativo do ângulo da gota em malhas de 100% algodão, 100% viscose, misturas de algodão/poliéster, poliéster/viscose após a aplicação de produtos impermeabilizantes.

### 1.2.1 Objetivos específicos

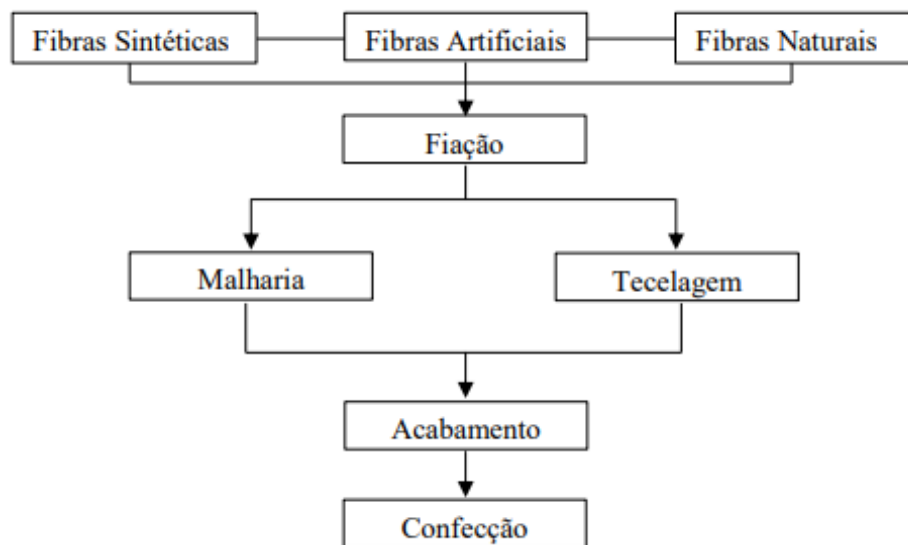
- Analisar e caracterizar as amostras antes e após o tratamento;
- Realizar do acabamento com os produtos impermeabilizantes;
- Medir e analisar do ângulo da gota;
- Avaliar dos resultados obtidos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CADEIA TÊXTIL

A cadeia têxtil é responsável por tornar as fibras em fios, os fios em tecidos, e por fim em produtos acabados (DEZAN, 2013). De forma resumida, a cadeia têxtil é ilustrada na Figura 1 seguir.

Figura 1: Fluxograma cadeia têxtil



Fonte: IEL (2000).

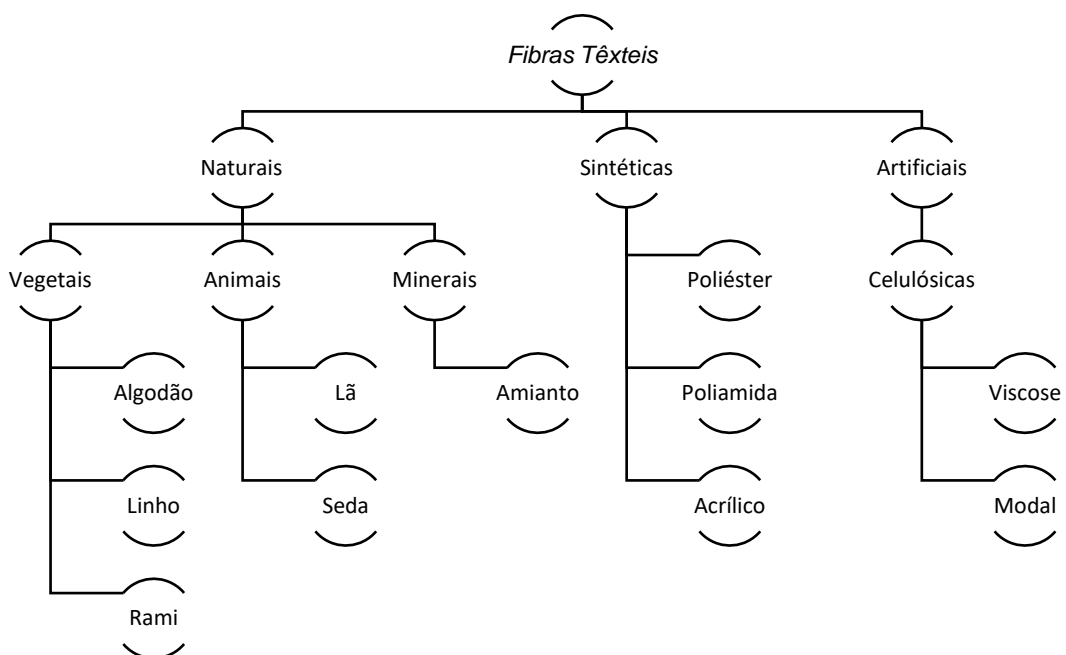
Em vista disso, a cadeia têxtil engloba a produção de fios produzidos com fibras sintéticas, artificiais e naturais, a fiação em si, indo para malharia ou tecelagem, estamparia e passando por acabamentos/beneficiamento e chegando na confecção. Portanto, a cadeia produtiva têxtil é um ciclo interdependente, onde cada setor precisa da etapa anterior para continuar sua produção, até quando o produto estiver finalizado (PEREIRA, 2009).

## 2.2 FIBRAS

Fibras são matérias que podem ser de origem natural, vegetal, animal ou mineral, da mesma forma que artificiais ou sintéticas, possuem características fundamentais para aplicações têxteis, tais como, flexibilidade, suavidade, elasticidade, resistência e tenacidade (CONMETRO, 2008).

Fibras têxteis são caracterizadas pela flexibilidade, entre comprimento e finura, do qual sua propriedade pode ser capaz de ser remodelada afim de se tornar fio. Desta forma, todo material com a capacidade de produzir fio é classificado como uma fibra (KUASNE, 2008). A Figura 2 apresenta o fluxograma das fibras têxteis.

**Figura 2: Fluxograma das fibras**



**Fonte: Adaptado de Kuasne (2008).**

As fibras de origem natural, sintética e artificiais podem ser diferentes em vários aspectos, sendo nas cadeias moleculares, cristalinidade, temperatura de transição vítrea, elasticidade, hidrofiliidade e outras características que tornarão o tecido aplicáveis em vários segmentos (CHEREM, 2004).



#### a. Algodão

O algodão é a fibra natural mais antiga cultivada pelo homem, e é nos dias de hoje uma das mais utilizadas chegando a 70% do mercado mundial têxtil, sendo mais de 20 milhões de toneladas produzidas anualmente (PEZZOLO, 2012).

De acordo com Cherem (2004), a fibra de algodão é uma das mais importantes, por ser uma fibra simples e bastante utilizada no vestuário, trazendo bastante conforto quando em contato com o corpo. É uma fibra versátil nos processos de acabamentos, podendo ser tinta por várias cores e por possuir um baixo custo de produção.

Vasconcelos (2016) salienta que a fibra de algodão é a matéria-prima mais empregada na cadeia têxtil. Apresenta fácil manuseio, toque suave e confortável, boa solidez, secagem rápida, alta capacidade de absorção, boa resistência a lavagens e baixa propensão a alergias.

#### b. Viscose

Para Sá (2015) as fibras artificiais podem ser produzidas a partir do línter de algodão ou da polpa de madeira. A fibra de viscose é a principal fibra artificial e a primeira fibra química produzida industrialmente. Essa fibra possui características muito semelhante ao do algodão, possuindo um toque suave, e um bom caimento, também possui uma alta absorção de umidade e boa resistência à tração.

A fibra de viscose, é a uma fibra que tem mostrado grande versatilidade, possui grande absorção de água e uma boa tenacidade (PERES, 2006). São consideradas regeneradas pelo fato de possuir combinação do material celulósico bruto e o processo de fabricação química que decompõe a celulose para ser regenerada a partir da fibra original (MASS, 2016).

Segundo Freire et al. (1997), a viscose é uma fibra que proporciona bastante conforto, em contato com corpo, apresenta uma boa sensação de frescor e suavidade, quando feito misturas com outras fibras apresenta um melhor caimento no vestuário. Possui uma elevada

transferência de calor, tornando-se um tecido ótimo para os dias quentes. Devido a alta absorção de umidade, é uma excelente aplicação para o setor de cama, mesa e banho.

#### c. Poliéster

A resolução do CONMETRO nº 02 de 2008, define poliéster como uma fibra sintética formada de macromoléculas lineares que apresentam em sua cadeia um éster de um diol ácido tereftálico, pelo menos, em 85% em massa (CONMETRO, 2008).

Segundo Lucena (2017), o poliéster são fibras sintéticas produzidas pelo homem, utilizando como matéria-prima produtos da indústria petroquímica. São fibras obtidas de moléculas ou macromoléculas que estão na natureza, passando por uma transformação química e/ou mecânica. Tanto a fibra de poliéster como outras fibras sintéticas foram criadas para substituir as fibras naturais, por possuir um comportamento previsível e por possuírem menor custo.

A fibra de poliéster apresenta alta resistência aos microrganismos como os mofo e traças, possui boa resistência e dispõe de uma baixa absorção de umidade. Possui pouca resistência ao atrito, o que pode gerar uma maior quantidade de pilling, e apresenta um bom caimento (SILVA, 2013).

#### d. Misturas

Segundo Kuasne (2008) as misturas surgiram da necessidade de tecidos ou filamentos com propriedades não encontrados em uma única fibra, fazendo então combinações para que um componente em uma determinada fibra complete a outra. Não existe uma fibra natural, artificial ou sintética que tenha todas as propriedades para se tornar uma fibra completa em todas as finalidades.

As misturas podem conter diferentes combinações de fibras ou propriedades como comprimento, finura e cor. Para boas misturas um conhecimento das fibras é necessário, como também a criatividade para se ter texturas, cor, resistência, conforto, durabilidade e outras características que as misturas das fibras podem proporcionar (SOUZA e LEONEL, 2010).

Assim as misturas são feitas para obter diversas propriedades e composições, como para criar novos efeitos de cor no tecido, para abaixar o custo, obter texturas diferentes, melhorar o desempenho da fibra tornando-a mais durável e entre outras propriedades (KUASNE, 2008).

## 2.3 MALHAS

### I. Malha de trama

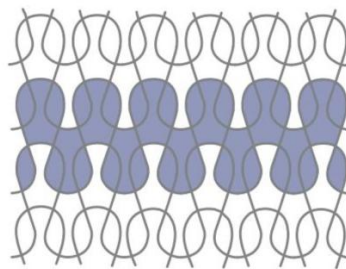
A malha é classificada em malharia de trama podendo ser circular ou retilínea e malha de urdume. Os fios no sentido da trama e no sentido do urdume, fazem as laçadas para formar o tecido de malha (SENAI, 2015).

O tecido de malha é uma forma de tricotagem, onde para a formação do ponto é necessária uma laçada na agulha, necessitando de uma segunda laçada em uma próxima agulha para a formação de um ponto, utilizando um único fio para esse processo. Desta forma, para que uma malha de trama seja ela feita à mão ou em uma máquina, são da mesma forma entrelaçamentos de laçadas, onde após a sequências de várias laçadas há a formação de uma carreira de malha (RIBEIRO, 2015).

Nas indústrias as máquinas de malharia mais encontradas são os teares circulares, reconhecido por conter um grande número de alimentadores dispostos em círculos, sendo que cada alimentador é responsável pela construção de uma carreira de malha, tendo um maior rendimento (MEDEIROS, 2013).

Para a formação da carreira, é necessário uma série de laçadas do mesmo fio, cruzando o tecido de um lado ao outro lado, como na Figura 3 (RIBEIRO, 2015).

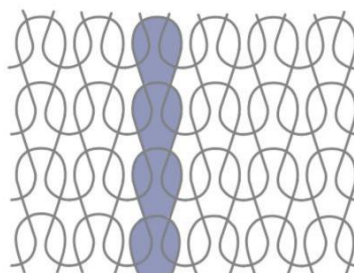
**Figura 3: Carreira de malha.**



**Fonte: Fiesp, Senai.**

Já para as colunas, são uma série de laçadas de vários fios, que estão ao longo do comprimento do tecido, como mostra a Figura 4 (RIBEIRO, 2015).

**Figura 4: Coluna de malha.**



**Fonte: Fiesp, Senai.**

## II. Propriedades e características

As propriedades e características das malhas, determinam a qualidade dos tecidos. São reguladas por normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – como a densidade, gramatura, entre outras. Com o quesito de avaliar as adequações dos tecidos (Audaces, 2013).

### a. Densidade

A densidade é a determinação das características dos tecidos, processo realizado para testar a qualidade dos tecidos. Para determinar essa densidade, é necessário a contagem do

número de carreiras e colunas em uma área estipulada na malha, fazendo o mesmo processo em vários pontos do tecido, utilizando um conta fios para auxiliar a contagem dos mesmos, no fim das contagens será realizado uma média com os valores encontrados (MACEDO, 2012).

#### b. Gramatura

A gramatura é uma característica do tecido utilizado para determinar se o tecido é leve, médio ou pesado. Para a realização deste teste, é utilizado a norma NBR 10591 – Materiais têxteis – Determinação da Gramatura de malhas e tecidos planos. De acordo com a norma, é preciso tirar uma amostra de 10x10 cm ou uma área circular de 100 cm<sup>2</sup> em vários pontos do tecido, pesando cada amostra para se obter uma média em gramas.

#### c. Comprimento do ponto e LFA (Comprimento de fio por volta)

De acordo com Stein (2013), o comprimento do ponto é a média do comprimento do fio utilizada em cada laçada. É utilizado para estudar o comportamento do tecido, como por exemplo a estabilidade dimensional do tecido. Desta forma, se o ponto for grande, o tecido será mais aberto, e se o ponto for pequeno o tecido será mais fechado.

Já o LFA, é utilizado para determinar o consumo de fio utilizado em cada volta do tear, é usado para ter um controle na produção, evitando desperdícios de fios e gastos desnecessários (SENAI, 2015).

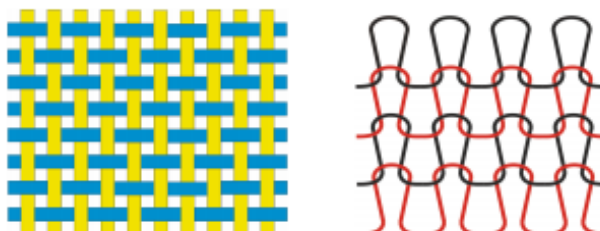
#### d. Fator de cobertura

Segundo Stein (2013), o fator de cobertura mostra as dimensões do tecido, indicando sua estrutura como aberta ou fechada, podendo com isso influenciar nas dimensões do tecido de malha como largura, comprimento, peso, entre outras.

#### e. Características do tecido de malha

A formação do tecido de malha é diferente do tecido de tecelagem, enquanto na tecelagem os fios de trama e urdume formão um entrelaçamento rígido, a malha é formada por laçadas no qual as laçadas passam por dentro de outro fio e assim por diante, como mostra a Figura 5. Essa forma de entrelaçamento dá ao tecido uma maior capacidade de movimentação quando submetido à tensão, tanto na largura quanto no comprimento do tecido. Assim, uma das características da malha é a flexibilidade ou capacidade de modelagem, dando maior conforto ao usuário por se adaptar melhor as formas do corpo humano (AQUINO, 2008).

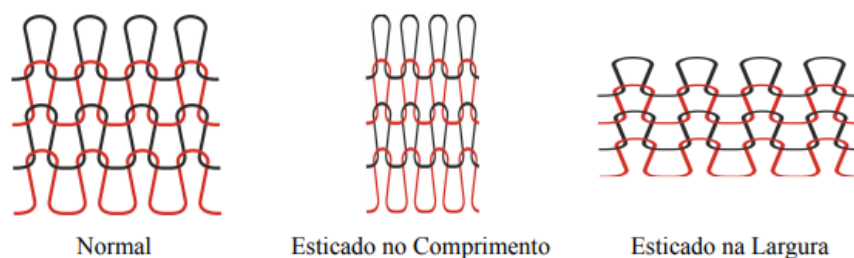
**Figura 5: Diferença entre tecido plano e tecido de malha.**



**Fonte: Gianeti, 2018.**

A malha também apresenta a característica de recuperação elástica, uma vez que quando retirada a peça do corpo, ela tem a capacidade de recuperar sua forma inicial, total ou parcial. Em alguns casos podem ocorrer a deformação, sendo capaz de interferir em um bom caimento da peça, conforme apresentado na Figura 6 (AQUINO, 2008).

**Figura 6: Deformações do tecido de malha.**



Fonte: Gianeti, 2018.

Outra característica importante é a porosidade, que está associada ao conforto fisiológico térmico. Desta forma, em altas temperaturas facilita a transpiração, evaporando mais rapidamente o suor nos espaços presentes no artigo de malha. Já em temperaturas mais baixas, os produtos de malha produzidos para o inverno têm a porosidade associada a um aspecto volumoso, formando dentro do artigo um isolante térmico, impedindo a perda do calor do corpo (CARLOTA, 2016).

## 2.4 APLICAÇÕES IMPERMEÁVEIS

Segundo Ferreira (2013), vários são os materiais com a funcionalidade de tornar suas superfícies hidrofóbicas, superhidrofóbicas, etc. São aplicações inspiradas no efeito Lótus criando superfícies impermeáveis.

Muito utilizado na área têxtil, as superfícies hidrofóbicas são aplicadas em roupas, calçados, estofados, banco do carro, guarda-chuva tendo a capacidade de serem autolaváveis, como mostra a Figura 7 (FERREIRA, 2013).

Figura 7: Aplicação em luvas.



**Fonte: Ferreira, 2013.**

Como também em roupas de banho, que faz com que ocorra uma menor fricção e com isso aumentando a velocidade do nadador (FERREIRA, 2013).

## I. Hidrofobicidade

A indústria vem sempre tentando imitar a natureza. O termo hidrofobicidade vem da planta de Lotus (*Nelumbo nucifera*), tendo a propriedade de manter as folhas limpas, mesmo permanecendo em um ambiente empoeirado, e de repelir a água totalmente, se tornando hidrofóbica, como mostra a Figura 8 (QUEIROZ, 2013).

**Figura 8: Gota de água sobre a folha de Lotus.**

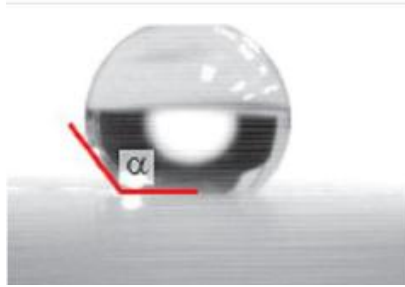


**Fonte: Queiroz, 2013.**

Então, o termo “hidrofóbico” se refere a superfícies que em contato com a água não tem absorção, assim para as superfícies serem hidrofóbicas o ângulo de contato com a água tem que ser maior que  $90^\circ$  (Figura 9). Desta forma, quanto maior o ângulo de contato, mais hidrofóbico será a superfície.

**Figura 9: Ângulo da gota de água em superfície hidrofóbica.**





Fonte: Pereira *et al*, 2010.

Portanto, a hidrofobicidade se refere a interação água/superfície, com o objetivo de diminuir a interação líquido-sólido, sendo uma propriedade bastante utilizada em várias áreas, afim de prolongar a vida útil dos materiais (RIERA, 2014).

## 2.5 ANÁLISE DA GOTA

O ângulo de contato é uma técnica que auxilia na caracterização das superfícies hidrofóbicas, ele é medido por meio de um plano tangente a uma gota do líquido e uma superfície plana onde o líquido se encontra, desta forma a molhabilidade ocorre em três áreas de interação, sendo elas: sólido, líquido e vapor. A medição do ângulo de contato é medida pela Equação 1 de Young a seguir. Assim a Figura 10, mostra o ângulo de contato formado entre a gota de líquido sobre uma superfície plana qualquer (CASTRO *et al*, 2018)

$$\gamma_{SG} - \gamma_{SL} - \gamma_{LG} \cos\theta = 0 \quad (1)$$

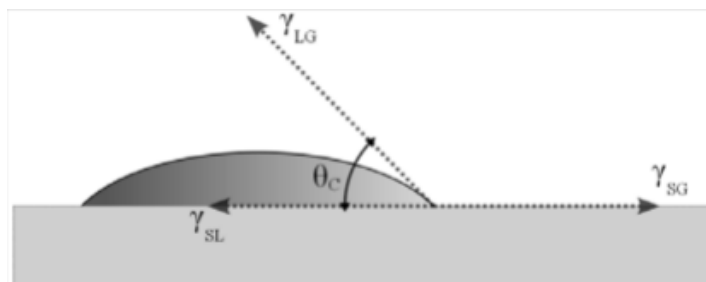
Onde:

$\gamma_{SG}$  = tensão superficial sólido – vapor

$\gamma_{SL}$  = tensão superficial entre sólido – líquido

$\gamma_{LG}$  = tensão superficial entre líquido – vapor

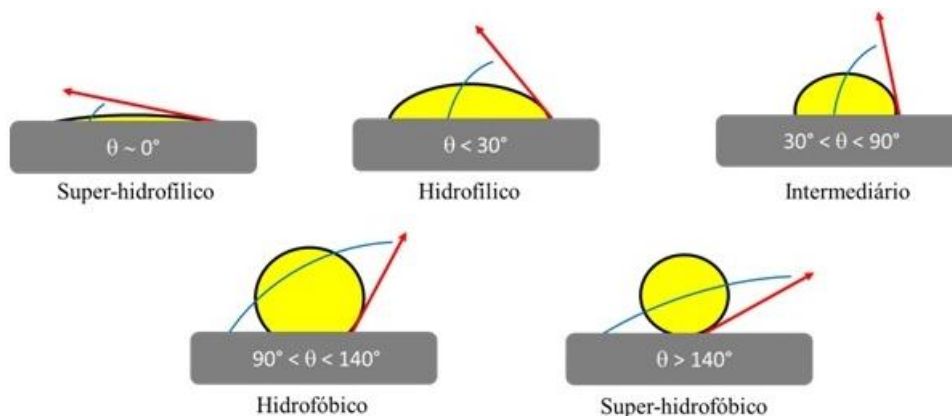
**Figura 10: Ângulo de contato formado entre gota de líquido sobre uma superfície sólida.**



Fonte: Castro *et al*, 2018.

Desta forma, quando um líquido entrar em contato com uma superfície e estiver com um ângulo de  $0^\circ$  molhará completamente o tecido, e quando o ângulo estiver a  $140^\circ$  a gota não molhará o tecido, como mostra a Figura 11 (CASTRO *et al*, 2018).

Figura 11: Ângulo de contato.



Fonte: Ramos, 2014.

A molhabilidade é uma propriedade fundamental para as superfícies hidrofóbicas que faz com que o líquido se espalhe ou não na superfície. As superfícies podem ser classificadas como superhidrofílico, hidrofílico, hidrofóbico ou superhidrofóbico (VIECHINESKI, 2015).

No momento em que uma gota é posta em contato com uma superfície sólida, essa gota tende a se espalhar até que chegue em um ponto de equilíbrio, assim a molhabilidade da superfície determina o ângulo de contato da gota. Desta forma, quanto menor o ângulo de contato maior será a molhabilidade (JUSTINO, 2016; VIECHINESKI, 2015). Logo, uma forma de verificar a hidrofobicidade de uma superfície pode ser por meio do ângulo de

contato da gota com uma superfície, assim quanto maior for o ângulo da gota menor será a chance de interação do líquido com a superfície (VIECHINESKI, 2015).

### **3 METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento do trabalho utilizou-se pesquisa exploratória e experimental, por haver poucos estudos científicos sobre o assunto, sendo necessário a realização de estudos práticos para expor situações reais do experimento (PRODANOV e FREITAS, 2013).

Na sequência será apresentado os materiais e métodos utilizados neste estudo.

#### **3.1 MATERIAIS**

Neste trabalho foram utilizadas amostras de tecidos de malha de composição de 100% Algodão, 100% Viscose, e misturas de Algodão/Poliéster, e Poliéster/Viscose. Para cada uma das amostras de tecidos de malha foram analisados a eficácia da impermeabilização de três produtos com composições diferentes. Sendo eles nomeados como A, B e C.

Os produtos aplicados e suas respectivas composições foram os seguintes:

- A: polidimetilsiloxano, solvente orgânico;
- B: acetona, álcool isopropílico, nafta leve alquilada de petróleo, dióxido de carbono, fluorquímico uretânico;

- C: silicone impermeabilizantes, solvente e propelentes.

Em todos os testes foram definidos em números a quantidade de amostras para o tipo de impermeabilizante, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1: Definição dos impermeabilizantes para as amostras**

<b>Impermeabilizante</b>	<b>Amostras</b>
A	1 a 3
B	4 a 6
C	7 a 9

**Fonte: Autora, 2018.**

## 3.2 MÉTODOS

A metodologia adotada foi a mesma realizada por Pinheiro (2017), com análise e caracterização das amostras, aplicação dos produtos e análise da gota.

### 3.2.1 Análise e caracterização das amostras

A análise e caracterização das amostras é necessária para avaliar os resultados de acordo com cada estrutura dos tecidos utilizados, assim foram analisados os componentes a seguir.

#### a. Gramatura

Para a determinação da gramatura foi utilizada a norma da ABNT NBR 10591:2008 — Materiais Têxteis — Determinação da gramatura de superfícies têxteis.

Para a realização deste teste, utilizou-se 5 amostras de (10 x 10) cm, em seguida, pesou-se as amostras, e foi obtido uma média com os resultados, utilizando a Equação (2) representada abaixo. Foi necessário para os testes, uma régua, tesoura e balança com precisão de 0,001g.

$$\text{Gramatura} \left( \frac{g}{m^2} \right) = \text{média} \times 100 \quad (2)$$

#### b. Densidade

Para a densidade será utilizada a norma da ABNT NBR 12060:1991 — Materiais têxteis — Determinação do número de carreiras e colunas em tecidos de malha.

Assim, para este ensaio, foi utilizado uma lente conta fios, para a contagem das carreiras e colunas, realizando este processo em cinco pontos nos tecidos para obter uma média dos resultados.

#### c. Comprimento e LFA (Comprimento de fio por volta)

Para os cálculos de LFA, será realizado o seguinte método: preparar uma amostra de tecido com tamanho de 30x30 cm, marcar uma coluna com 5 centímetros de distância da margem esquerda da amostra.

Em seguida contar 100 colunas marcando com uma caneta a coluna 101, obtendo assim 100 colunas no total, desmalhar 10 carreiras seguidas da amostra e estirar cada fio para retornar ao estado original, medir cada fio com uma régua e calcular a média. Por fim, dividir a média encontrada por 100, que é a quantidade de colunas, como mostra a Equação 3 a seguir (SENAI, 2015).

$$LFA (cm) = \frac{\text{média}}{100} \quad (3)$$

#### d. Fator de cobertura

Para o fator de cobertura foi utilizada a Equação 4 a seguir.

$$\text{Fator de cobertura} = \frac{\sqrt{\text{Título do fio}}}{LFA} \quad (4)$$

Onde:

LFA: Comprimento do fio por volta, em cm.

Título do fio: Tex.

#### e. Análise da gota

Foi aplicado em apenas uma face do tecido o produto, sendo no sentido horizontal e na direção das linhas de cada amostra, de acordo com o procedimento estabelecido pelos fabricantes de cada respectiva marca dos impermeabilizantes, disponível em spray. Para a realização das aplicações foi aderido alguns critérios para obter uma padronização em todas as amostras: depois de verificar se os tecidos estão limpos e livre de qualquer impureza, aplicou-se um impermeabilizante em cada amostra por vez, a uma distância de 20 cm de cada amostra.

Para analisar a eficácia do produto de acordo com a quantidade de camadas, foram aplicadas até três camadas, onde foram utilizados uma sequência de camadas por amostra, sendo elas aplicadas em um intervalo de 24 horas entre elas, segundo as especificações dos fabricantes.

#### f. Hidrofilidade de tecidos

Para o teste da hidrofiliabilidade dos tecidos foi utilizada a norma da ABNT NBR 13000:1993 — Material Têxtil — Determinação da hidrofiliabilidade de tecidos. O teste será feito para examinar a hidrofiliabilidade do tecido sem a aplicação de impermeabilizantes.

Para este teste, utilizou-se uma bureta com água, uma amostra de tecido esticado a 40 mm abaixo da bureta, e um cronometro para marcar quanto tempo a amostra demora para absorver a água. O procedimento foi realizado cinco vezes para cada amostra.

g. Ângulo de contato da gota

Para a realização deste teste utilizou-se uma pipeta com água destilada, e uma câmera de alta resolução preso a um ângulo de 180° ao tecido, tirando fotos em sequência para melhor captura do ângulo da gota. Estimando um tempo de aproximadamente 15 segundos para que a gota tenha uma estabilidade em cima do tecido para então capturar a imagem. Foi realizado um teste por vez, no final todas as imagens foram passadas para um computador, para analisar o ângulo de contato da gota, será utilizado o *software* AutoCAD.

h. Solidez da cor a lavagem doméstica e comercial

Para este teste utilizou-se a norma da ABNT NBR ISO 105 – C06: 2006 – Têxteis – Ensaio de solidez de cor Parte C06: Solidez a cor à lavagem doméstica comercial, como uma adaptação da norma para a comparação dos resultados dos impermeabilizantes.

Para este procedimento foi utilizado 4 g de detergente por litro de água, ambos em temperatura ambiente, lavando na máquina por aproximadamente 5 minutos. As amostras foram enxaguadas, e secas em temperatura ambiente por 24 horas. Depois de secas, aplicou-se uma gota de água em cada amostra, analisando cada amostra se houve absorção em um intervalo de tempo de 5 minutos. O teste foi realizado três vezes, afim de verificar a perda do acabamento em cada lavagem.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de efetuar todos os testes, temos a seguir os resultados obtidos.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS MALHAS

A Tabela 2 apresenta os resultados referente a análise de caracterização de cada malha utilizada.

**Tabela 2: Caracterização das malhas**

<b>Características</b>	<b>100% algodão</b>	<b>100% viscose</b>	<b>Algodão/Poliéster</b>	<b>Poliéster/Viscose</b>
Gramatura(g/m <sup>2</sup> )	164	157	147	146
Densidade	Carreiras = 17 colunas = 13	carreiras=24 colunas = 14	carreiras=18 colunas = 16	carreiras = 20 colunas = 13
Comprimento	30,1	32,35	27,23	26,14



(cm)				
LFA (cm)	0,301	0,3235	0,2723	0,2614
Fator de cobertura	18,22	17,21	21,09	21,97

Fonte: Autora, 2018.

## 4.2 HIDROFILIDADE

Todos os tecidos analisados, não são considerados hidrofóbicos, pois quando aplicado a gota em cada tecido se obteve os seguintes resultados para o tempo de absorção completa, como visto na Tabela 3.

**Tabela 3: Tempo de absorção das amostras sem impermeabilizante.**

<b>Tecido</b>	<b>Tempo (segundos)</b>
100% algodão	19
100% viscose	5
Algodão/Poliéster	13
Poliéster/Viscose	9

Fonte: Autora, 2018.

Após a realização do teste, pode-se notar que todas as amostras analisadas no trabalho apresentam uma absorção rápida, podendo descrever como hidrofílica, por formar uma gota antes da absorção total.

As amostras com a aplicação dos impermeabilizantes não apresentam hidrofiliidade. Logo, após todas as aplicações dos impermeabilizantes, notou-se que a absorção demorou um tempo considerável, quando comparado com as amostras sem impermeabilizante.

## 4.3 IMPERMEABILIZANTES

Após a aplicação dos impermeabilizantes em cada respectiva amostra, percebeu-se que aparentemente elas não demonstraram alterações na cor do tecido. Contudo, no decorrer de cada aplicação dos produtos A, B e C pode-se perceber um aspecto mais rígido, resultando em uma malha com um aspecto “grudento” mesmo depois de estarem secas, perdendo um pouco da flexibilidade existente na malha.

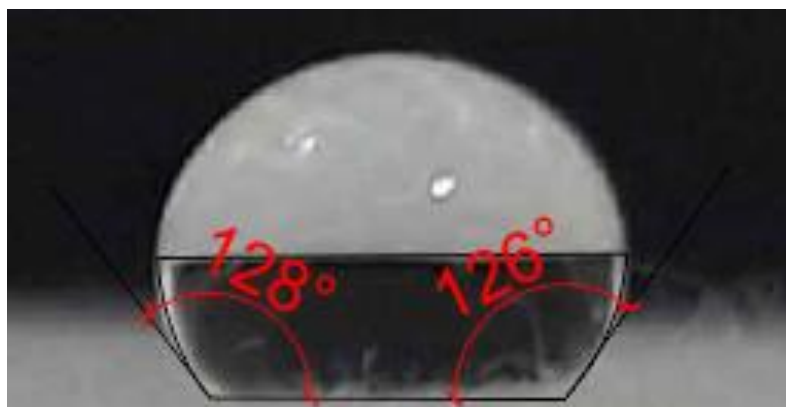
Também, pode-se notar que o impermeabilizante da marca A tem um spray mais leve, que faz com que saia menos produto, sendo um jato mais leve quando comparado com os demais. O da marca B e C, quando aplicado o produto sai uma quantidade maior tornando o tecido mais grosseiro.

Quanto a percepção de toque nas amostras impermeabilizadas, pode-se notar que, as amostras de composição Poliéster/Viscose, foram as que mais tiveram mudanças no aspecto, quanto ao toque, deixando as amostras rígidas e grudentas.

#### 4.4 ÂNGULO DE CONTATO DA GOTA

As amostras foram analisadas no *software* AutoCad, tanto o lado direito quanto o esquerdo de cada gota, como mostra a Figura 12. Todas as amostras foram feitas três gotas para melhor análise dos ângulos, logo após foi feito uma média que cada aplicação dos produtos.

**Figura 12: Ângulo da gota.**



Fonte: Autora, 2018.

Após a análise de cada gota, pode-se notar que os ângulos resultaram em valores diferentes, tornando a gota assimétrica. Nenhuma das amostras foram desconsideradas apesar de apresentarem ângulos com bastante variação entre os lados direito e esquerdo. A Tabela 4 apresenta todos os ângulos das amostras.

Tabela 4: Resultado dos ângulos das gotas.

Produto	N° amostra	100% algodão		100% viscose		Algodão/Poliéster		Poliéster/Viscose	
		Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
<b>A</b>	1.1	121	118	113	119	129	119	125	123
	1.2	128	116	128	113	121	116	119	119
	1.3	126	125	110	119	131	126	116	116
	2.1	138	127	121	120	129	135	124	114
	2.2	127	132	11	135	126	132	120	120
	2.3	126	127	124	127	130	121	119	119
	3.1	116	122	121	121	125	123	129	120
	3.2	125	135	120	118	131	131	116	122
	3.3	132	130	117	132	129	130	128	125
<b>B</b>	4.1	114	126	130	130	122	116	117	123
	4.2	128	120	121	127	127	128	125	118
	4.3	120	127	120	118	126	124	126	122
	5.1	128	119	128	131	129	118	115	126
	5.2	124	121	122	132	122	120	116	121
	5.3	125	133	130	123	125	125	119	120
	6.1	122	133	133	124	137	122	118	121
	6.2	125	136	123	124	129	137	118	118
	6.3	120	121	130	124	128	124	115	120
<b>C</b>	7.1	127	123	119	121	124	128	116	114
	7.2	118	125	119	132	125	128	113	121

7.3	138	124	124	124	126	130	118	116
8.1	125	123	129	123	120	117	115	123
8.2	124	119	125	126	129	121	122	113
8.3	126	125	120	121	126	112	119	122
9.1	123	126	133	119	124	126	123	125
9.2	124	115	118	124	127	131	115	119
9.3	125	136	128	126	128	114	113	116

Fonte: Autora, 2018.

Em seguida, foi feito o cálculo da média dos ângulos que esta apresentada na Tabela 5 e a média dos lados (direito e esquerdo), que estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 5: Resultados da média dos ângulos das gotas.

Produto	N° amostra	100% algodão		100% viscose		Algodão/Poliéster		Poliéster/Viscose	
		Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
<b>A</b>	1	125,00	119,67	117	117	127	120,33	120	119,33
	2	130,67	122,67	119,67	117,33	127	125,67	119,67	116,33
	3	130,33	128	114	119,67	128,67	131	120	116,67
<b>B</b>	4	130,33	128,67	118,67	125	128,33	129,33	121	117,67
	5	123	127	118,67	127,33	127	125,33	122,67	119,67
	6	122,33	128	121,67	127,67	128,67	125	121,33	120,33
<b>C</b>	7	124,33	129	119,33	122	128,33	128	124,33	122,33
	8	123,67	130,33	122,33	123,67	127,33	125,67	120,33	123,33
	9	124,67	125,33	122,67	126,67	126	124,67	123,33	122

Fonte: Autora, 2018.

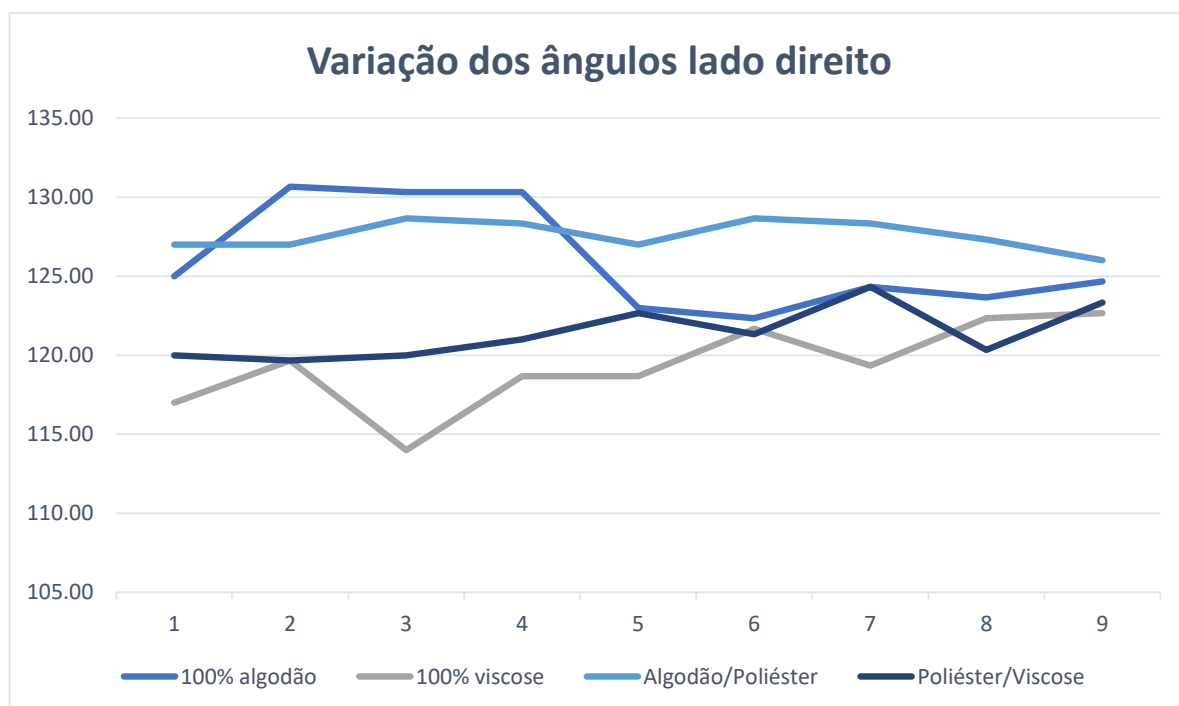
Tabela 6: Resultados da média dos lados (direito e esquerdo) ângulos das gotas.

Produto	N° amostra	100% algodão	100% viscose	Algodão/Poliéster	Poliéster/Viscose
<b>A</b>	1	122,33	117	123,67	119,67
	2	126,67	118,50	126,33	118
	3	129,17	116,83	129,83	118,33
<b>B</b>	4	129,50	121,83	128,83	119,33
	5	125	123	126,17	121,17
	6	125,17	124,67	126,83	120,83
<b>C</b>	7	126,67	120,67	128,17	123,33
	8	127	123	126,50	121,83
	9	125	124,67	125,33	122,67

Fonte: Autora, 2018.

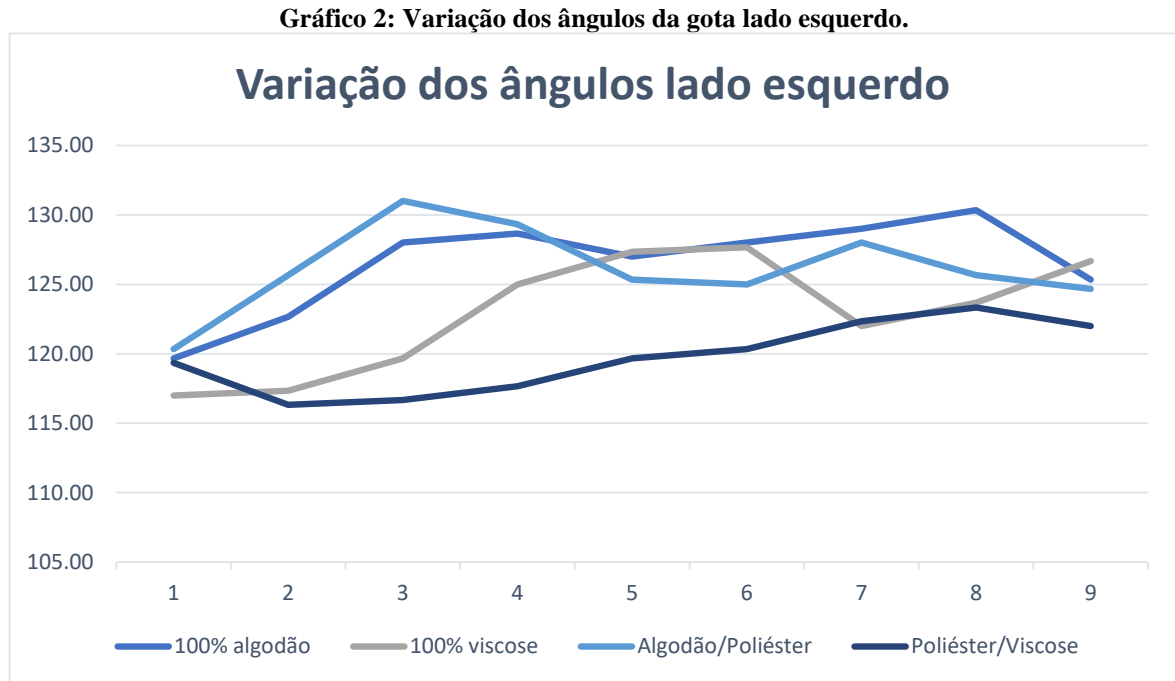
Devido a qualidade das imagens não estava tão nítida, teve uma interferência na exatidão das marcações, com isso foi analisado se ângulos estavam apresentando uma variação de  $\pm 5^\circ$ . O Gráfico 1 apresenta a variância do ângulo do lado direito de cada mostra e produto utilizado.

Gráfico 1: Variação dos ângulos da gota lado direito.



Fonte: Autora, 2018.

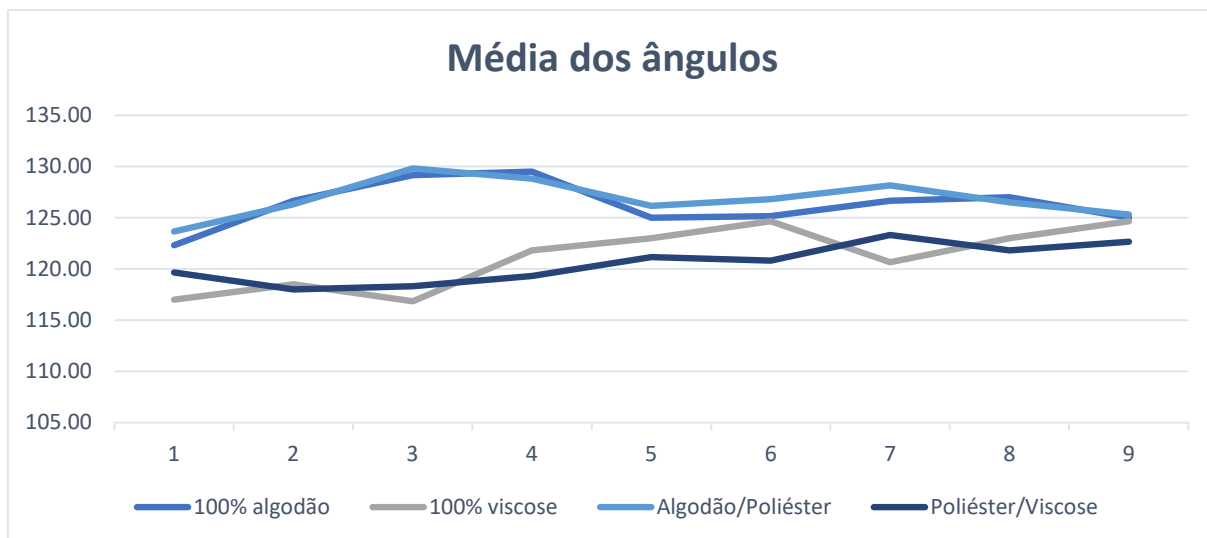
O Gráfico 2, mostra a variância do ângulo do lado esquerdo de cada amostra e produto utilizado.



Fonte: Autora, 2018.

De acordo com os resultados dos Gráficos 1 e 2, pode-se notar que a variação dos ângulos do lado direito apresenta uma variação grande em comparação as composições utilizadas, já o lado esquerdo não está ultrapassando os 5%, estando dentro do limite. Gráfico 3 apresenta as médias dos ângulos das amostras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

**Gráfico 3: Média dos ângulos.**



Fonte: Autora, 2018.

Com base no Gráfico 3, a amostra 100% algodão e a amostra com composição de algodão/poliéster tiveram comportamentos semelhantes, tanto comparado com a aplicação das camadas dos impermeabilizantes como no ângulo de contato formado no tecido, obtendo um ângulo maior sendo considerada hidrofóbica. A amostra de 100% viscose e a amostra de poliéster/viscose, demonstraram também um comportamento semelhante entre si, apresentando um ângulo um pouco menor, mais ainda pode ser considerada hidrofóbica.

Apesar do modo de aplicação não garantir uma exatidão em todas as amostras, todos os impermeabilizantes utilizados na realização do teste se mostraram eficazes. A quantidade de camadas dos produtos não resultou em um ângulo maior ou menor, mais tornou o tecido hidrofóbico e com aspecto mais rígido, em todas as amostras testadas.

#### 4.5 SOLIDEZ DE COR A LAVAGEM

A Tabela 7, apresenta os resultados com relação ao teste de solidez a lavagem. Onde todas as amostras foram lavadas três vezes e analisado o tempo de absorção após cada lavagem.

Tabela 7: Tempo de absorção com relação as lavagens.

Produto	N° amostra	Tempo de absorção das gotas											
		1° lavagem				2° lavagem				3° lavagem			
		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
A	1	-	0:0.8	-	0:2.21	-	0:1.76	-	0:2.13	0:25.2	2:24	-	0:3.66
			6							2			
	2	-	2:19	-	0:6.10	-	0:25.2	-	0:3.57	1:45.5	0:21.5	-	0:3.43
						6				1	2		
	3	-	-	-	0:29.2	-	-	-	0:11.3	-	-	-	0:5.90
					5				5				
B	4	-	1:21	-	0:25.8	0:4	0:13.7	-	0:10.9	0:2.86	0:8.04	-	0:10.8
					7	0	7		2				3
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0:55.7	-	-
										7			
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	7	-	1:27	-	0:9.53	-	0:11	-	0:2.07	1:50.2	0:9.47	-	0:1.34
										4			
	8	-	-	-	0:12.3	-	-	-	0:4.55	0:11.8	1:40.2	-	0:3.53
				4					8	2			
	9	-	-	-	0:25.5	-	-	-	0:12.8	-	3:52.6	-	0:6.96
				0					1		7		

Fonte: Autora, 2018.

Onde:

a – 100% algodão;

b – 100% viscose

c – Algodão/Poliéster

d – Poliéster/Viscose



Após a primeira lavagem, observou-se o comportamento da gota em cada tecido, pode-se reparar que o tecido de composição 100% algodão e, algodão/poliéster obteve o melhor desempenho com relação ao impermeabilizante, onde no tempo determinado não absorveu a gota. Já o tecido de poliéster/viscose, teve uma perda significativa do impermeabilizante na primeira lavagem. No tecido 100% viscose o impermeabilizante A, teve satisfação apenas na terceira camada do produto, e no impermeabilizante B e C ambos absorveram água na primeira camada do produto. E no tecido de poliéster/viscose, apenas o impermeabilizante B teve um resultado satisfatório a partir da segunda camada.

Logo após a segunda lavagem, foram aplicadas as gotas novamente em cada amostra. Pode-se perceber que, no tecido de 100% algodão, os impermeabilizantes da marca A e C, tiveram um resultado satisfatório, onde o da marca B, perdeu um pouco a eficácia na primeira camada do produto. Na amostra de 100% viscose, perderam um pouco a eficácia dos impermeabilizantes, e a mistura de poliéster/viscose perdeu ainda mais produto após a segunda lavagem. Ainda, a amostra de composição algodão/poliéster se mostrou intacta.

Na terceira lavagem, o tecido 100% algodão começa a perder o produto, onde o impermeabilizante A e C, apenas a terceira camada se mostrou intacta, e o impermeabilizante B apenas a primeira camada foi teve a perda de produto. Nas amostras de 100% viscose, o impermeabilizante da marca A perdeu ainda mais a eficácia do produto, diminuindo o tempo de absorção da gota, o produto B perde a segunda camada do produto, restando a eficiência apenas na terceira camada, já no produto C perde o produto em todas as camadas. As amostras de algodão/poliéster, permaneceram intactas após a terceira lavagem. O tecido de poliéster/viscose, apenas a segunda e terceira camada do produto B se mostrou intacta, uma vez que os outros produtos só diminuíram o tempo de absorção entre as camadas.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao longo da realização do estudo sobre a qualidade e eficácia dos impermeabilizantes com composições de tecido diferentes, pode-se perceber que cada produto apresentou alterações superficiais distintas em que cada uma das amostras testadas.

Por meio dos resultados obtidos, pode-se perceber que quanto mais camadas foram aplicadas menos flexível e mais viscoso se tornavam as amostras. O impermeabilizante da marca A, quando acionado o botão spray ele expeliu um jato mais leve, com relação as outras marcas utilizadas não se mostraram menos eficaz. Os impermeabilizantes da marca B e C, por conter um spray mais forte deixou os tecidos com um toque mais rígido principalmente na terceira camada.

Os resultados dos ensaios do ângulo da gota demonstraram com todos os impermeabilizantes que logo com a primeira camada as amostras de tecidos tornaram-se hidrofóbicas, resultando em ângulos entre  $117^\circ$  e  $129,83^\circ$ . Pode-se notar que as amostras de malha 100% algodão e algodão/poliéster, apresentaram comportamento semelhantes e obtiveram ângulos das gotas parecidos devido a sua porosidade similar, com os usos dos três impermeabilizantes, mas se destacando o impermeabilizante da marca B na amostra de 100% algodão e o impermeabilizante da marca A na amostra de algodão/poliéster. Assim como nas amostras de 100% viscose o impermeabilizante da marca B e C obtiveram um melhor ângulo e o da amostra de poliéster/viscose o da marca C obtive o melhor ângulo.

Com relação ao teste de solidez a cor lavagem, foram analisados a resistência dos acabamentos após cada lavagem. Pode-se perceber que em todas as lavagens os tecidos de algodão/poliéster apresentaram boa solidez em relação aos impermeabilizantes, não tendo absorção da gota de água após cada lavagem. As amostras 100% algodão não perderam produtos na primeira lavagem, mas perdeu um pouco a eficácia do produto após a segunda e terceira lavagem, tendo o impermeabilizante da marca A e C um melhor comportamento com relação a fibra. Na amostra de 100% viscose nenhum impermeabilizante se mostrou eficaz, tendo já na primeira lavagem a perda do produto e ainda mais após as outras lavagens. Já a fibra de poliéster/viscose, o impermeabilizante da marca B teve melhor aderência na fibra, que os demais.

## **6 CONCLUSÃO**

Desta forma, podemos concluir que cada amostra fibra possui um comportamento diferente entre elas em relação a cada produto impermeabilizante, assim após a realização dos testes, pode-se perceber que a fibra de algodão/poliéster e obteve uma melhor aderência dos produtos na fibra, tendo um comportamento semelhante com todas as marcas de impermeabilizantes utilizadas, tendo a necessidade de apenas uma camada de impermeabilizante. Já as amostras de 100% algodão, 100% viscose e as de poliéster/viscose obtiveram um melhor desempenho a marca B, sendo considerado o ideal o uso de três camadas do produto para melhor resultado em relação a impermeabilização.

Conclui-se que o impermeabilizante da marca B, apresentou melhor desempenho no decorrer dos testes. Sendo necessário a utilização de três camadas de produto para obter um tecido impermeável e com maior durabilidade.

## **REFERENCIAS**

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

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12060**: Materiais Têxteis – Determinação do número de carreiras/cursos e colunas em tecidos de malha. Rio de Janeiro, 1991.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13000**: Material Têxtil – Determinação da hidrofiliabilidade do tecido. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 105-C06**: Têxteis – Ensaio de solidez de cor Parte C06: Solidez da cor à lavagem doméstica e comercial. Rio de Janeiro, 2006.

AUDACES. **Produção Têxtil: características e propriedades dos tecidos**. Disponível em: <<https://www.audaces.com/producao-textil-caracteristicas-e-propriedades-dos-tecidos/>>. Acesso em: 30 Nov 2018.

AQUINO, Marcos Silva. Malharia. Apostila de métodos e processos de manufatura de malha I. **Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia Departamento de Engenharia Têxtil, 2008.**

BARBOSA, Maria de Fátima; MENDES, Francisca Dantas. **Malhas, detalhes e cuidados que fazem toda diferença**. In: CONGRESSO CIENTÍFICO DE TÊXTIL E MODA, 2., 2014, São Paulo. **CONTEXMOD**. São Paulo: FEI, 2014. p. 1 – 12.

CARLOTA, Polyane. **Características da malha: o que a torna tão confortável**. Disponível em: <<https://www.audaces.com/caracteristicas-da-malha-o-que-a-torna-ao-confortavel/>>. Acesso em: 13 Jun 2018.

CASTRO, A. D.; GRANDE, C. P. D.; CAPELLA, D. P.; ENRIQUEZ, F. B.; BRANDANI, J.; IKEDA, L. Y.; GASPAROTTO, P. M. **Tensão superficial e interfacial. Equação de Laplace. Ângulo de contato. Ascensão de depressão capilar. Aplicações**. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena. Lorena, 2018.

CHEREM, Luiz Felipe Cabral. **Um modelo para a predição da alteração dimensional em tecidos de malha de algodão**. 2004. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2004.

CONMETRO. **Regulamento técnico mercosul etiquetagem de produtos têxteis.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000213.pdf>>. Acesso em: 30 Nov 2018.

DEZAN, Bruna. **Entendendo a cadeia têxtil.** Disponível em: <<https://www.audaces.com/entendendo-a-cadeia-textil/>>. Acesso em: 09 Jun 2018.

FERREIRA, Lúcia Marisa Vieira. **Revestimentos Hidrofóbicos.** 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais). Faculdade de Ciência e Tecnologia e Universidade Nova de Lisboa. 2013.

FIESP, SENAI. **Manual técnico têxtil e vestuário – N° 03 – Malharia.** Disponível em: <[https://issuu.com/senaitextilvestuario/docs/manual03\\_malharia](https://issuu.com/senaitextilvestuario/docs/manual03_malharia)>. Acesso em: 10 mai 2018.

FREIRE, Fátima de Souza; MELO, Maria Cristina Pereira; ALCOUFFE, Alian. **O conforto fibras químicas x algodão na indústria têxtil brasileira.** Recife, 1997.

GASI, Fernando. **Avaliação da Eficácia de Materiais Têxteis na Atividade Física.** 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

GIANETI, Tatiana Serra Dutra. **Tipos de tecido.** Disponível em: <<http://bemcarregar.com.br/tipos-de-tecido/>>. Acesso em: 09 Jun 2018.

JUSTINO, Marco Antônio. **Desenvolvimento de superhidrofobicidade permanente em tecido têxtil utilizando nanopartículas de TiO<sub>2</sub> silanizadas.** 2016. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

KUASNE, Angela. **Fibras têxteis. Apostila do curso têxtil em malharia e confecção, módulo II.** Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, Unidade de ensino Araranguá, 2008.

LUCENA, Jocelebio da Fonseca. **Desenvolvimento e caracterização de compósitos híbridos reforçados a partir de mantas de fibra de vidro descartadas pela indústria eólica e fibras naturais.** 2017. 70f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.

LORSCHTEITER, Vanessa; FOLLE, Luis Fernando. **A eficácia de produtos hidrofóbicos aplicados em tecidos 90% poliéster 10% elastano estampados.** Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151770762017000300419&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151770762017000300419&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 24 mai 2018.

MACEDO, Angela Maria Kuasne da Silva. **Análise de Malhas.** Ministério da Educação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Araranguá, 2012. (Apostila).

MASS, Ed. **Rayon, Modal, and Tencel: environmental friends or foes.** Disponível em: <<http://www.yesitsorganic.com/rayon-modal-tencel-environmental-friends-or-foes.html#axzz4OadbI9tO>>. Acesso em: 24 mai. 2018.

MEDEIROS, Mitiko K. **Obtenção de tecidos planos.** Anhembi Morumbi, 2013.

NASCIMENTO, Camila Nathale do et al. Uso do Teste da Permeabilidade nas Áreas Têxtil e Moda. In: COLÓQUIO DE MODA, 2ª edição, 2006, Salvador. Disponível em: <[http://www.coloquiomoda.com.br/anais/anais/2-Coloquio-de-Moda\\_2006/paineis/12.pdf](http://www.coloquiomoda.com.br/anais/anais/2-Coloquio-de-Moda_2006/paineis/12.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2017.

PEREIRA, G. S. Introdução à tecnologia têxtil. Apostila do curso têxtil em malharia e confecção, módulo II. **Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, Unidade de ensino Araranguá,** 2010.

PEREIRA, A. P. C.; OLIVEIRA, D. M. S.; OLIVIERA, J. M. P.; OLIVEIRA, J. P. A.; BROCHADO, M. A. R.; CRUZ, P. C. F. D. **Efeito Lótus.** 2010. (Mestrado) – Curso de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.

PEREIRA, G. S. Materiais e processos têxteis. **Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, Unidade de ensino Araranguá,** 2009.

PERES, Augusto Cesar de Carvalho. **Fibra celulósica modificada com elastômero.** Rio de Janeiro, 2006.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos.** 3. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

PINHEIRO, Denise Castilho. **Avaliação da eficácia de produtos impermeabilizantes aplicados em malha 100% poliéster.** 2016. 49f. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Engenharia Têxtil, UTFPR, Apucarana, 2016.

PRODANOV, Cleber Cristino; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2º Edição. Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul. Universidade Feevale,. 2013.

QUEIROZ, Mailson. **Hidrofobicidade e Efeito Lótus / Superfícies que não molham.** 2013. Ciências e Tecnologia. Disponível em: <https://cienciaetecnologias.com/efeito-lotus-superficie-nao-molha/>. Acesso em: 8 Jun 2018.

RAMOS, Joana Amastácio. **Estudo experimental para transporte de microgotas por atuação electrostática.** 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Bioengenharia e Nanossistemas, 2014.

RIBEIRO, Fabia Regina Gomes. Tecnologia da malharia I. Apostila do curso de malharia I. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana,** 2015.

RIERA, Hernán Roberto Espinosa. **Caracterização de superfícies biológicas com propriedades hidrofóbicas e anti-incrustantes.** 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Materiais, Rede Temática em Engenharia de Materiais, 2014.

SÁ, Cristiane Siqueira de Azevedo. **Desenvolvimento de um material têxtil termosensível com micro/nanocápsulas imobilizadas em fibras regeneradas.** 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade do Rio Grande do Norte, 2015.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Malharia.** São Paulo: Senai - SP Editora, 2015.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Processos produtivos têxteis.** São Paulo: Senai - SP Editora, 2016.

SILVA, Ana Sofia Oliveira Santos da. **Desenvolvimento de formulações para acabamentos têxteis inovadores.** 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade do Porto, 2009.

SILVA, Camilla Borelli. **Comparativo das propriedades de transporte de umidade, capilaridade, permeabilidade ao vapor e permeabilidade ao ar em tecidos planos de poliéster.** 2013. 122 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

SOUZA, Luciana Bronzi; LEONEL, Magali. **Efeito da concentração de fibra e parâmetros operacionais de extrusão sobre as propriedades de pasta de misturas de fécula de mandioca e polpa cíclica.** Campinas, 2010.

STEIN, Vandré. **Índice de proporcionalidade de cobertura: um fator para previsibilidade das características da qualidade nos tecidos de malha.** 2013. 139 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Manufatura, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Curitiba, Curitiba, 2013.

VASCONCELOS, Fernanda Gomes de. **Avaliação dos resultados obtidos no equipamento Moisture Management Tester (MMT) comparativamente a outros métodos de medida de gerenciamento de umidade.** 2016. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Têxtil e Moda, USP, São Paulo, 2016.

VIECHINESKI, Flávia Nocêra. **Preparação e caracterização de filme transparente polimérico hidrofóbico para aplicação em superfícies de vidro.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UTFPR, 2015.






## APÊNDICE A – Cronograma

O cronograma a ser seguido neste trabalho está disposto no Quadro 1.

**Quadro 1- Cronograma das atividades de Trabalho de Conclusão de Curso 2018.**

Atividades	Março 2018	Abril 2018	Maió 2018	Junho 2018	Agosto 2018	Setembro 2018	Outubro 2018	Novembro 2018
Escolha do tema	Concluído							
Definição dos objetivos	Concluído							
Revisão bibliográfica		Concluído						
Metodologia			Concluído					
Entrega do TCC 1				Concluído				
Defesa TCC 1				Concluído				
Correções da banca				Concluído				
Experimentos					Concluído			
Resultados						Concluído		
Conclusões							Concluído	
Entrega TCC 2								Em andamento
Defesa TCC 2								Em andamento
Correções da banca								Em andamento
Entrega final								Em andamento

Fonte: Autora, 2018.

	Concluído
	Em andamento
	Á realizar