

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

**DENISE CASTILHO PINHEIRO**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PRODUTOS IMPERMEABILIZANTES  
APLICADOS EM MALHA 100% POLIÉSTER**

**APUCARANA**

**2017**

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

**DENISE CASTILHO PINHEIRO**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PRODUTOS IMPERMEABILIZANTES**  
**APLICADOS EM MALHA 100% POLIÉSTER**

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

Orientadora: Prof. Dra. Fabia Regina Gomes Ribeiro

**APUCARANA**

**2017**



**Ministério da Educação**  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Apucarana



COENT – Coordenação do curso superior em Engenharia Têxtil

**TERMO DE APROVAÇÃO**

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

**Avaliação da eficácia de produtos impermeabilizados aplicados em malha  
100% poliéster**

por

**DENISE CASTILHO PINHEIRO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado aos oito dias do mês de junho do ano de dois mil e dezessete, às treze horas, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Têxtil do curso de Engenharia Têxtil da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinado. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**PROFESSOR(A) FABIA REGINA GOMES RIBEIRO – ORIENTADOR**

---

**PROFESSOR (A) WESLEY SZPAK – EXAMINADOR(A)**

---

**PROFESSOR(A) JOZIEL APARECIDO DA CRUZ – EXAMINADOR(A)**

\*A Folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus, por ter me dado perseverança e paciência.

Aos meus pais Lucineia e Daniel por acreditarem e me incentivarem nessa caminhada, e também pelo amor e compreensão.

Ao Adelar de Carli, proprietário da Dide Malhas por fornecer a malha e dados da produção utilizados neste estudo, pela disponibilidade, atenção e conselhos transmitidos ao longo do trabalho.

A Professora Fábيا, pelo ensinamento e orientação, e por estar sempre disponível para sanar minhas dúvidas. Aos professores Wesley Szpak, Fabricio Maestá, Joziel da Cruz e Dayse Torres que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus familiares e amigos pela paciência, apoio, compreensão e por estarem disponíveis a me ajudar sempre que necessário, em especial a Gabriely Costa e Bruna Luiza Fernandes.

## RESUMO

PINHEIRO, Denise Castilho. **Avaliação da eficácia de produtos impermeabilizantes aplicados em malha 100% poliéster**. 2017. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Têxtil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2017.

A busca por produtos que facilitam o dia a dia impulsionou o crescimento dos têxteis funcionais no mercado têxtil mundial. Assim, aumentou também os estudos voltados às superfícies hidrofóbicas aplicadas em tecidos que garantem autolimpeza, impermeabilidade a água, e evita manchas e proliferação de microorganismos. Hoje, há disponível no mercado várias marcas de impermeabilizantes de composições diferentes, que oferecem essas propriedades. O ângulo de contato de gota é um método utilizado para classificar uma superfície como hidrofóbica ou hidrofílica, ele quantifica o ângulo formado entre a gota e a superfície. A fim de verificar a hidrofobicidade e a eficácia de impermeabilizantes disponíveis no mercado, foram comparadas três marcas desses produtos com composições diferentes, aplicados em malha 100% poliéster. Ao final dos experimentos, os resultados obtidos mostraram que a marca Centralsul é a mais eficaz quanto a hidrofobicidade, apresentando melhores resultados de ângulo de contato de gota, resistência a fricção e a lavagem, seguido do impermeabilizante da Ultralub. Já a marca Scotchgard não mostrou ser resistente a lavagem, perdendo acabamento no segundo ciclo, além disso, apresentou as menores médias de ângulo de contato de gota. Constatou-se também, que a aplicação deve ser a mais homogênea possível, realizada duas vezes para garantir melhor hidrofobicidade ao tecido.

**Palavras-chave:** Impermeabilidade. Hidrofóbico. Malha. Solidez a cor. Engenharia Têxtil.

## ABSTRACT

PINHEIRO, Denise Castilho. **Evaluation of the effectiveness of waterproofing products applied in 100% polyester knitting.** 2017. 49 f. Course Completion Work (Bachelor of Textile Engineering) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2017.

The search for products that make everyday life easier has boosted the growth of functional textiles in the global textile market. Studies have also been carried out on hydrophobic surfaces applied to fabrics that guarantee self-cleaning, water impermeability, and prevents staining and proliferation of microorganisms. Today, there are several waterproof brands of different compositions available in the market, that offer these properties. The drop contact angle is a method used to classify a surface as hydrophobic or hydrophilic, it quantifies the angle formed between the drop and the surface. In order to verify the hydrophobicity and effectiveness of waterproofing agents available on the market, three brands of these products with different compositions were compared, applied in 100% polyester knitting. At the end of the experiments, the results showed that the Centralsul brand is the most effective in terms of hydrophobicity, presenting better results of drop contact angle, resistance to friction and washing, followed by the Ultralub waterproofing. On the other hand the Scotchgard brand did not show being resistant to washing, losing finishing in the second cycle, and presented the lowest averages of drop contact angle. It was also verified that the application should be as homogeneous as possible, performed twice to ensure better hydrophobicity to the fabric.

**Key words:** Impermeability. Hydrophobic. Knitting. Color solidity. Textile Engineering.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Composição de uma malha. ....	13
Figura 2 - Ilustração de uma carreira de malha.....	14
Figura 3 - Ilustração de uma coluna de malha. ....	14
Figura 4 - Esquema de platinas em funcionamento. ....	14
Figura 5 - Tipos de laçada.....	15
Figura 6 - Classificação das fibras têxteis. ....	19
Figura 7 - Esquematização das cadeias de condensação e policondensação do poliéster.....	20
Figura 8 - Ângulo de contato de uma gota líquida em uma superfície sólida. ....	24
Figura 9 - Teoria de a) Wenzel, b) Cassie-Baxter e c) combinação dos modelos.....	24
Figura 10 - Visualização ampliada da malha.....	32
Figura 11 - Amostras SC1, SC2 e SC3, respectivamente.....	33
Figura 12 - Amostras UC1, UC2 e UC3, respectivamente. ....	33
Figura 13 - Amostras CC1, CC2 e CC3, respectivamente. ....	34
Figura 14 - Mancha causada pela gota absorvida pelo tecido de malha.....	35
Figura 15 - Ângulo da gota.....	35

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Limite de variação dos ângulos do lado esquerdo.....	36
Gráfico 2 - Limite de variação dos ângulos do lado direito.....	37
Gráfico 3 - Médias dos ângulos de contato de gota das amostras.....	37
Gráfico 4 - Espectrofotometria das amostras. ....	39



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Códigos das amostras analisadas.....	26
Tabela 2 - Resultados do teste de ângulo de gota.....	36
Tabela 3 - Variação de cor.....	39
Tabela 4 - Tempo de absorção das gotas conforme as lavagens sofridas. ....	41

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	11
1.2	OBJETIVO GERAL	11
1.2.1	Objetivos específicos	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>13</b>
2.1	MALHARIA CIRCULAR	13
2.1.1	Densidade do tecido de malha	15
2.1.2	Quantidade de fio absorvido	16
2.1.3	Fator de cobertura	16
2.1.4	Características do tecido de malha	17
2.1.5	Teares circulares	17
2.2	FIBRAS	18
2.2.1	Poliéster	19
2.3	TÊXTEIS TÉCNICOS	21
2.4	ACABAMENTOS IMPERMEABILIZANTES	22
2.5	MOLHABILIDADE E ÂNGULO DE CONTATO DE GOTA	23
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>26</b>
3.1	MATERIAIS	26
3.2	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	27
3.2.1	Caracterização do tecido	27
3.2.1.1	<i>Gramatura</i>	27
3.2.1.2	<i>Densidade</i>	28
3.2.1.3	<i>LFA</i>	28
3.2.1.4	<i>Fator de cobertura</i>	28
3.2.2	Aplicação de impermeabilizantes	29
3.2.3	Hidrofilidade de tecidos	29
3.2.4	Ângulo de contato da gota	30
3.2.5	Solidez de cor ao atrito	30
3.2.6	Solidez a lavagem doméstica	31
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>32</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO TECIDO	32
4.1.1	Características do tecido após a aplicação do impermeabilizante	34
4.2	HIDROFILIDADE DO TECIDO	34
4.3	ÂNGULO DE CONTATO DA GOTA	35
4.4	RESISTÊNCIA A FRICÇÃO	38
4.5	RESISTÊNCIA A LAVAGEM DOMÉSTICA	41
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>43</b>
	REFERÊNCIAS	45

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado têxtil mundial está em constante mudança, exigindo grandes desafios, porém é um setor forte e que apresenta desenvolvimento. Nesse contexto, os têxteis funcionais exibem maior crescimento quando comparado com os têxteis convencionais e as demais fatias do setor têxtil. Os têxteis funcionais oferecem além de suas características naturais, propriedades que vão agregar qualidades ao produto final, com isso, novas funcionalidades foram desenvolvidas para atender o mercado. Atualmente, têxteis técnicos possuem diversas aplicações, tanto para a indústria de vestuário quanto para fins medicinais e industriais (SILVA, 2009).

Uma dessas funcionalidades são as superfícies hidrofóbicas, que tem sido cada vez mais estudadas por suas incríveis propriedades, como a de proteção contra líquidos corrosivos, autolimpeza, e repelência a água, gerando assim, interesse nas mais diversas áreas (FERREIRA, 2013; VIECHINESKI, 2015). As superfícies hidrofóbicas podem ser alcançadas através de várias técnicas de impermeabilização, e, com a utilização de materiais diversos (FERREIRA, 2013).

Com o aumento da pesquisa e estudo voltados a superfícies hidrofóbicas, os materiais têxteis se tornaram uma boa alternativa, pelo fato da matéria prima apresentar baixo custo e ter grande disponibilidade no mercado, facilitando uma produção maior (SILVA, 2009).

A maior parte das aplicações de processos de impermeabilizantes de tecidos têm como finalidade novas tecnologias, ou seja, os têxteis técnicos. Atualmente, os produtos que oferecem funcionalidades que facilitam a vida corrida do cotidiano possuem maior preferência pelo consumidor na hora da compra (NASCIMENTO et al., 2006).

Visto essa oportunidade, o setor têxtil demonstrou grande interesse nessa nova tecnologia, investindo na produção de roupas que apresentam como característica a repelência, autolimpeza, anti-microorganismos, evitando odores e manchas. As vantagens podem ser ainda identificadas em roupas de segurança, utilizadas em laboratórios, ou até toalhas de mesa (JUSTINO, 2016).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia de três impermeabilizantes de composições diferentes, aplicados em tecido de malha 100% poliéster, assim como verificar as propriedades do tecido após a aplicação deste. As

marcas dos impermeabilizantes escolhidos para este estudo foram: Ultralub, Scotchgard e Centrasul.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O estudo sobre essas superfícies hidrofóbicas e superhidrofóbicas, que garantem repelência a líquidos, a autolimpeza, evita a proliferação de microorganismos, dentre outras funcionalidades, vem aumentando conforme a demanda e interesse dos mais variados setores (JUSTINO, 2016). Através de uma pesquisa bibliográfica, constatou-se que há muitos trabalhos relacionados a metodologias e também estudos relacionados a produtos que ofereçam a capacidade de transformar uma superfície em hidrofóbica ou superhidrofóbica. Porém, verificou-se a necessidade de estudos voltados a avaliação dos produtos impermeabilizantes disponíveis no mercado para aplicação em materiais têxteis.

Dessa forma, o estudo será realizado em tecido de malha 100% poliéster já beneficiado e tinto. A escolha do tecido dá-se ao fato deste possuir uma estrutura mais suscetível a absorção de líquidos, simulando situações em que o produto precisa ser mais eficaz. A fibra de poliéster foi escolhida por ser muito utilizada em têxteis técnicos. Já os produtos impermeabilizantes foram escolhidos conforme a disponibilidade no mercado.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a eficácia de produtos impermeabilizantes, aplicado em tecido de malha 100% poliéster, para a utilização em têxteis técnicos.

### 1.2.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- identificar as características físicas do tecido de malha 100% poliéster;
- aplicar produtos impermeabilizantes sobre amostras do tecido de malha;
- determinar a impermeabilidade a água das amostras analisadas;

- analisar as características físicas das amostras com impermeabilizantes;
- avaliar os resultados obtidos quanto aos impermeabilizantes aplicados no tecido de malha 100% poliéster.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 MALHARIA CIRCULAR

O tecido de malha é produzido a partir do entrelaçamento de laçadas, sendo utilizado um ou mais fios. Estudos relatam que já se produzia malha no Egito, no século V a.C., porém o primeiro tear de malha de que se tem registro foi inventado em 1589 na Inglaterra (PEZZOLO, 2012).

Segundo Cacho (2011), a malha pode ser produzida em tecido plano, tubular ou ainda ser confeccionada no formato da peça de roupa. A autora ainda menciona os dois tipos de formação de tecido de malha como malha de trama e malha de urdume.

A malha de trama é construída por apenas um fio, formando laçadas no sentido horizontal, de forma que cada laçada se entrelaça com a anterior, podendo ser produzida com o tecido aberto, na malharia retilínea, ou tubular, na malharia circular. (GASI, 2008; PEZZOLO, 2012). A laçada é o componente essencial da malha, é composta por uma cabeça, duas pernas e dois pés, como mostra a Figura 1 (MACEDO, 2012).

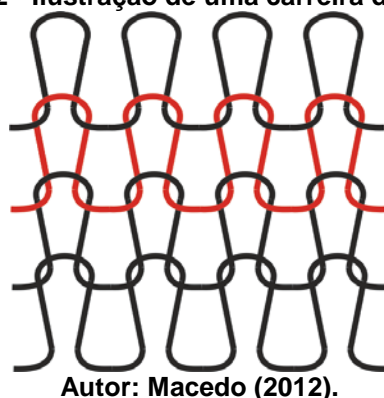
Figura 1 - Composição de uma malha.



Autor: Macedo (2012).

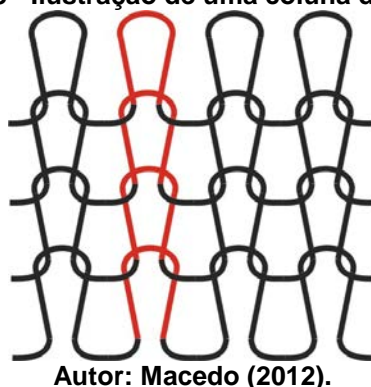
Os teares circulares encontrados na indústria possuem uma grande quantidade de alimentadores, sendo que cada alimentador é responsável pela construção de uma carreira de malha, aumentando assim a produtividade (SANTOS; FERNANDES, 2012). Carreira, portanto, é a série de laçadas produzidas no sentido horizontal, ou seja, na largura do tecido (Figura 2). Já a coluna, é a série de laçadas produzidas no sentido vertical, ou seja, no comprimento do tecido (Figura 3) (PEREIRA, 2010).

**Figura 2 - Ilustração de uma carreira de malha.**



Autor: Macedo (2012).

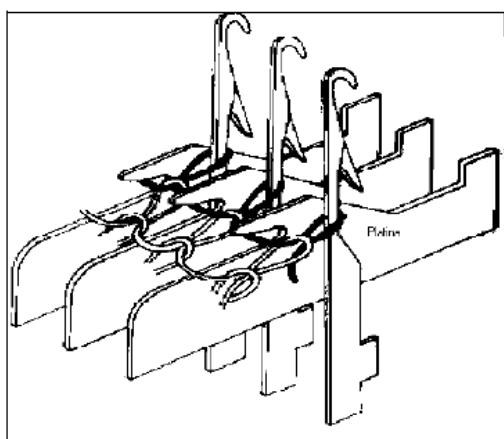
**Figura 3 - Ilustração de uma coluna de malha.**



Autor: Macedo (2012).

A agulha é o principal componente na formação da malha. Dessa forma, os teares foram produzidos para dar suporte as agulhas, e fazer a movimentação necessária para o entrelaçamento do fio, de maneira rápida e precisa. A platina também tem uma função importante na construção da malha, é uma lâmina de aço, que pode ser fixa ou móvel, e opera entre duas agulhas segurando o fio durante a movimentação dessas, auxiliando na formação da laçada (Figura 4) (CHEREM, 2004).

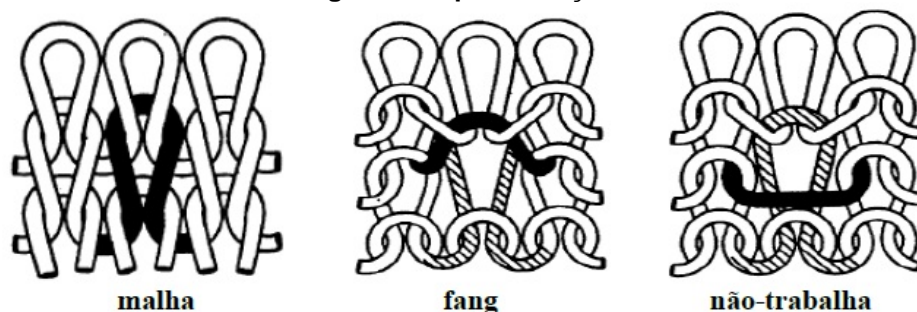
**Figura 4 - Esquema de platinas em funcionamento.**



Fonte: Spencer (1989).

As laçadas produzidas por esses elementos podem ser classificadas como: malha, laçada simples; fang, laçada de retenção; e não trabalha, laçada flutuante Figura 5 (MACEDO, 2012).

Figura 5 - Tipos de laçada.



Autor: Macedo (2012).

O ponto de malha é o ponto mais simples da malharia, e também é a base para formação do tecido meia malha ou malha *jersey* (AQUINO, 2008).

O tecido meia malha é formado pelo entrelaçamento do fio na mesma direção, de forma que partes das laçadas aparecem em um único lado do tecido, ou seja, a cabeça e os pés do lado avesso e as pernas de lado direito, o que dá a ele características bem diferentes (CATARINO, 1998). A meia malha pode ser produzida em teares retilíneos e circulares, nos circulares é produzida em teares monofrontura, ou seja, que apresentam apenas uma frontura, ou conjunto de agulhas. Todavia, também pode ser produzida em teares dupla-frontura, desde que esteja trabalhando somente com um conjunto de agulhas. Por serem produzidas em apenas uma frontura, onde as agulhas formam as malhas somente em uma direção, o tecido apresenta diferentes tensões entre as duas faces, isso pode ocasionar o enrolamento das orelas (bordas do tecido). O tecido meia malha é leve e tem programação simples, e é usado principalmente na confecção de camisetas, roupas de dormir e *underwear* (CHEREM, 2004; MACEDO, 2012).

### 2.1.1 Densidade do tecido de malha

A densidade de um tecido é apresentada pelo número de carreiras *versus* o número de colunas de uma determinada área de um tecido de malha. A contagem, é realizada com o auxílio de um conta-fios, sendo reproduzida em diferentes áreas da



amostra para realizar a média dos valores encontrados. A densidade de um tecido pode sofrer alterações conforme o comportamento da abertura do ponto, da tensão de puxamento e do título do fio (MACEDO, 2012).

### 2.1.2 Quantidade de fio absorvido

O comprimento de fio absorvido (L.F.A.), é o consumo de fio utilizado na produção de laçadas em uma volta do tear, ou seja, no comprimento da circunferência. Através do LFA, pode-se identificar o tamanho de uma malha, a regularidade de consumo por carreira e da aparência do tecido, além de ser também auxiliar nos cálculos de produção (MACEDO, 2012).

Entende-se por LFA, a medida de laçada de malha obtida em uma amostra do tecido de malha, dado em cm/malha (GASI, 2008; VASCONCELOS, 2012).

### 2.1.3 Fator de cobertura

O fator de cobertura “representa a relação entre a área de tecido coberta pelo fio e a área total do tecido” (VASCONCELOS, 2012). O fator de cobertura quantifica a estrutura do tecido em mais espaçada ou mais fechada, o que interfere nas características dimensionais do tecido. O título do fio tem grande influência sobre essa propriedade, uma vez que fios com diâmetros diferentes produzirão coberturas também distintas. Seu valor ótimo se encontra entre 13,5 a 16,5, ou seja,  $15 \pm 10\%$  (GASI, 2008; MACEDO, 2012).

O fator de cobertura, pode ser calculado a partir da Equação 1 (GASI, 2008):

$$\text{Fator de cobertura} = \frac{\sqrt{\text{título do fio}}}{\text{LFA}} \quad (1)$$

Onde:

Título do fio em Tex;

LFA em cm/malha.

#### 2.1.4 Características do tecido de malha

A malha possui a tendência de apresentar duas a três dimensões, o que oferece a ela maior capacidade de se moldar ao corpo, isso se dá pelas suas características de elasticidade e também de estrutura (CACHO, 2011). De acordo com Gasi (2008), a flexibilidade dos tecidos de malha é resultado de sua estrutura, que apresenta aspecto senoidal, e se desloca entre si quando há uma tensão sobre as malhas, voltando ao estado original quando essa se anula.

Para Gasi (2008), as características mais relevantes da malha são:

- Flexibilidade: o tecido de malha alonga quando submetido a uma tensão, se modelando-se ao corpo conforme a movimentação.
- Elasticidade: é a capacidade da malha de voltar as características originais após ser tensionada.
- Deformação: devido a sua flexibilidade, os tecidos de malha se deformam quando aplicado uma tensão.
- Porosidade: a estrutura da malha apresenta maior porosidade, ou seja, maior quantidade de poros, orifícios, o que dá maior sensação de bem-estar.
- Estabilidade Dimensional: os tecidos de malha tendem a encolher mais que os tecidos planos.

Essas características estão sujeitas a interferência da formação da malha, do tipo de fio utilizado e também do beneficiamento (GASI, 2008). Para Rocha (1996), alguns processos de tingimento ou acabamento influenciam nas características da malha, deixando-as com aspecto tátil áspero ou seco, diminuindo então parte da flexibilidade natural da malha. Essa perda de flexibilidade prejudica também, as propriedades físicas da malha.

#### 2.1.5 Teares circulares

Tear circular é todo aquele tear de malha de trama, composto por agulhas em formato circular. Esses teares têm por característica elevada produtividade e multifuncionalidade, por produzir diferentes artigos (GASI, 2008). Os teares circulares podem apresentar diâmetro pequeno, para a produção de meias, diâmetro médio, para a produção de camisetas sem costuras laterais, entre outros produtos, e diâmetro

grande, para a produção de malha tubular, ou malha aberta na lateral, por um acessório do próprio tear (PEZZOLO, 2012).

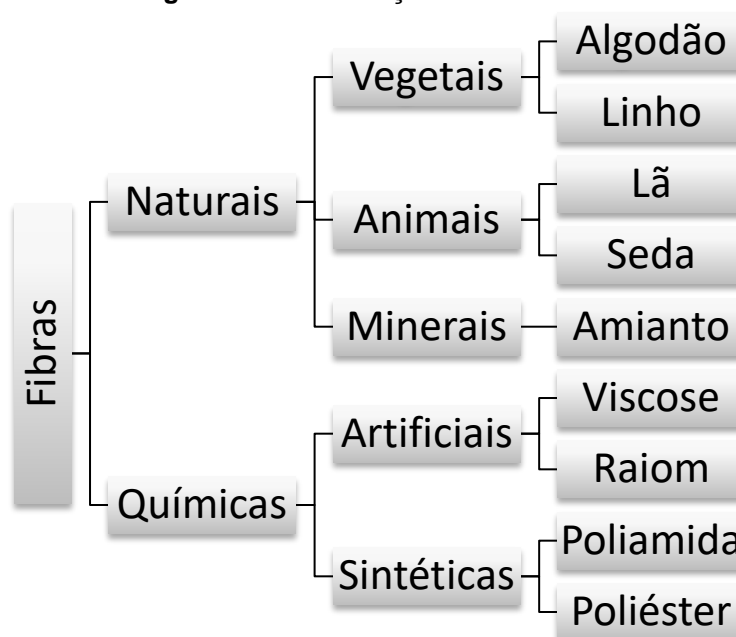
A finura do tear é dada pela quantidade de agulhas por unidade de comprimento (agulhas/polegada). Calcula-se a finura de um tear dividindo a quantidade de agulhas que ele suporta pela medida do comprimento circunferencial do disco em polegadas. Teares com a mesma finura pode apresentar diâmetros e número de agulhas diferentes, produzindo tecidos parecidos, porém com a largura diferente (ROMANI, 2016).

As tensões exercidas pelo tear sobre o tecido de malha não provocam distorções irreversíveis, já que posteriormente o tecido produzido passa por processos que proporcionam seu relaxamento. Sendo assim, o tear não altera as propriedades da malha, desde que o título e comprimento de ponto do fio estejam corretos (CHEREM, 2004).

## 2.2 FIBRAS

Almeida (2010) classifica a fibra como sendo um elemento caracterizado por sua flexibilidade, finura e comprimento maior em relação ao seu diâmetro, permitindo assim que a fibra seja utilizada para fins têxteis. Além disso, as fibras também podem ser distintas pela sua forma, dimensões, densidade, interações com a humidade e propriedades mecânicas. De acordo com Chataignier (2006), as fibras se classificam em dois grupos: fibras naturais e fibras químicas, apresentada na Figura 6.

**Figura 6 - Classificação das fibras têxteis.**



Fonte: Autor (2017).

As fibras são classificadas conforme sua composição química e estrutura molecular. O elemento carbono existe na composição química, de quase todas fibras têxteis, na maior parte encontra-se ligado com elementos como hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e elementos alógenos, como flúor, cloro e iodo. As estruturas da ligação desses elementos interferem em características e propriedades de alongamento, elasticidade, resistência, absorção, etc. Isso pelo fato das fibras apresentarem estruturas cristalinas que aumentam a resistência à tração, e as áreas amorfas, que permite maior absorção de líquidos, elasticidade e alongamento (CHEREM, 2004).

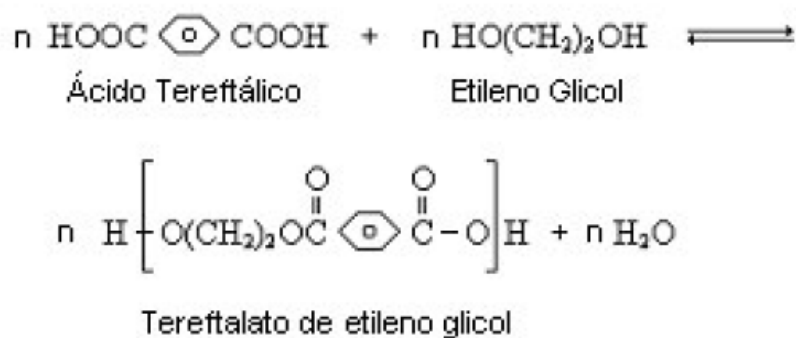
### 2.2.1 Poliéster

O poliéster é um polímero de policondensação, que apresenta grupos ésteres em sua cadeia, arranjados igualmente ou aleatoriamente. Assim pode-se classificá-los, respectivamente, como homopoliéster ou copoliéster (FERREIRA; CASTRO, 2014). A resolução do CONMETRO nº 06 de 2005, explica que a fibra de poliéster, possui 85% de massa de éster de diol e de ácido tereftálico, sendo elas macromoléculas lineares dispostas na cadeia (CONMETRO, 2005).

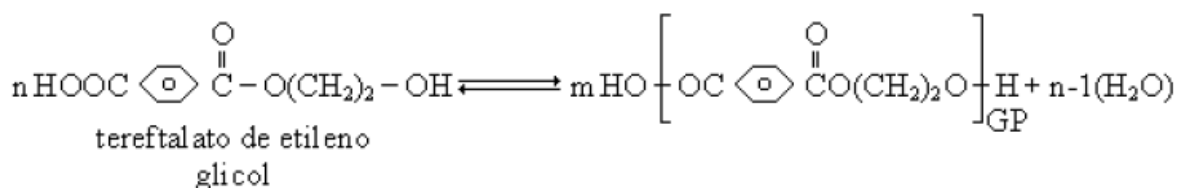
De acordo com Silva (2013), uma das principais formas de obtenção do poliéster pode ser observada nas reações de esterificação e policondensação descritas na Figura 7 abaixo:

**Figura 7 - Esquemática das cadeias de condensação e policondensação do poliéster.**

1ª condensação – esterificação:



2ª policondensação:



Fonte: Silva (2013).

A fibra de poliéster apresenta alta resistência aos microorganismos (mofo por exemplo), boa resistência aos ácidos diluídos e aos concentrados a frio, resiste aos álcalis fracos, moderadamente aos álcalis fortes a temperatura ambiente e com aumento da temperatura se hidrolisa. Possui resistência aos oxidantes e redutores. A dissolução do poliéster dá-se em nitrobenzeno, fenol e metacresol a quente, porém é insolúvel na maior parte dos produtos álcalis, em benzeno, dioxano, dimetilformamida e nos solventes orgânicos empregados a lavagens a seco. O poliéster apresenta em suas características pouca absorção de umidade, ou *regain*, igual a 0,4%. O *regain* refere-se à quantidade de umidade absorvida de um material têxtil, em razão ao peso seco deste (SILVA, 2013).

Trata-se de uma fibra química que foi desenvolvida com base nas características das fibras naturais, afim de aprimora-las e substituí-las. Conforme aumentava suas aplicações, assim como a demanda da população por produtos manufaturados, a fibra de poliéster se tornou fundamental, pelo fato de ser uma fibra de baixo custo (FERREIRA; CASTRO, 2014).

## 2.3 TÊXTEIS TÉCNICOS

Os Têxteis Técnicos são definidos pela Associação Brasileira das Indústrias de Não tecidos e Tecidos Técnicos (ABINT) (2017), como materiais composto por fibras, fios, filamentos, entre outros, na estrutura de flocos, fios, tecidos e não tecidos, que apresentam um desempenho definido para determinada aplicação, oferecendo propriedades que garantem a segurança, além de praticidade e durabilidade.

Para Carvalho (2004), os têxteis técnicos são produtos que apresentam as mais variadas aplicações, onde a matéria prima e estrutura são escolhidas, essencialmente, por suas características técnicas e desempenho perante a sua aplicação, portanto, a estética não apresenta grande importância na hora da escolha.

A classificação dos têxteis técnicos é realizada conforme o uso e aplicação final do material, cumprindo exigências técnicas que proporciona alta performance (IPT, 2017). De acordo com Neves (2007), as aplicações dos têxteis técnicos abrangem as seguintes áreas:

- *Agrotech*: agricultura, horticultura e pescas;
- *Buildtech*: construção e obras públicas;
- *Clothtech*: calçado e vestuário;
- *Geotech*: geotêxteis e engenharia civil;
- *Hometech*: componentes de mobiliário e coberturas de chão;
- *Indutech*: filtração e outros produtos para a indústria;
- *Medtech*: cuidados de saúde e higiene;
- *Mobiltech*: construção de veículos de transporte;
- *Oekotec*: proteção do meio ambiente;
- *Packtech*: embalagem e armazenagem;
- *Protech*: proteção pessoal;
- *Sportech*: desporto e lazer.

Para Neves (2007), as áreas onde os técnicos têxteis possuem maior desenvolvimento são: construção civil, médica, transporte e proteção pessoal.

A funcionalidade dos materiais pode ser obtida através de revestimentos e aplicações de compostos como emulsões, microemulsões, nanopartículas, nanocompósitos, ou ainda pela combinação de fibras, fios, estruturas de tecidos e não

tecidos. Essas combinações buscam como resultado final acabamentos que sejam antibacterianos, repelentes a líquidos e/ou que desprendem fragrâncias, além de também proporcionar propriedades como conforto térmico, termorregulação e respirabilidade, tornando esses materiais têxteis funcionais (SOUZA, 2016; MOREIRA; FANGUEIRO; LEAL, 2012).

#### 2.4 ACABAMENTOS IMPERMEABILIZANTES

Atualmente, os acabamentos de substratos têxteis apresentam as mais variadas funcionalidades, como exemplo, proteção contra intempéries, microorganismos, física, anti-chamas, auto-limpeza, impermeabilidade, etc. A impermeabilidade pode ser adquirida através de borracha, plástico, óleo de linhaça, ésteres de celulose, entre outras (SILVA, 2009). A aplicação desse tipo de acabamento, com características hidrofóbicas, está aumentando devido suas propriedades de proteção a líquidos corrosivos, autolimpeza e repelência a água (VIECHINESKI, 2015).

A funcionalidade de repelência é obtida quando a tensão superficial crítica de substrato é menor que tensão superficial de um líquido, caso contrário, o líquido se espalha. No setor têxtil, onde o estudo de revestimentos vem crescendo, já existem acabamentos hidrofóbicos a base de fluorcarbonetos (MENDES, 2010).

Os acabamentos a base de fluorcarbonetos, como exemplo o teflon, são químicos e resistem a penetração de água e sujeira, porém, permite a passagem de ar. Esses acabamentos podem ser duráveis, não duráveis ou renováveis, sendo que as emulsões mais utilizadas são a base de parafinas, resinas, que são renováveis, compostos a base de silicone, os duráveis; e, compostos de zircônio, os não duráveis. Porém, a eficácia de acabamentos a base de fluorcarbonetos diminui conforme as lavagens do produto e na presença monóxido de carbono, além de poder ocasionar problemas de pele (SILVA, 2009).

O acabamento chamado de auto-limpeza, como exemplo, a base o dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ), é composto por nanopartículas que se depositam na superfície do substrato têxtil, realizando a degradação de substâncias orgânicas. Deste modo, esse acabamento confere resistência a mancha de café, vinho tinto, água e sujeiras, além de ser antibacteriano e eliminar maus odores (SILVA, 2009).

Nos últimos anos, a pesquisa desenvolveu novos produtos hidrofóbicos, acompanhando a tendência do mercado sobre a aplicação desses para proteção de superfície, autolimpeza, impermeabilidade, contra a corrosão, proliferação de fungos e bactérias (VIECHINESKI, 2015). Por consequência, hoje encontra-se disponíveis no mercado, impermeabilizantes para estofados e tecidos em geral, com a finalidade de proteger os produtos contra sujeiras e água.

## 2.5 MOLHABILIDADE E ÂNGULO DE CONTATO DE GOTA

A molhabilidade é a capacidade de um líquido em permanecer em contato com uma superfície sólida, característica decorrente das interações intermoleculares entre o líquido e o sólido (OLIVEIRA, 2011). Uma superfície pode ser classificada conforme sua molhabilidade como superhidrofílica, hidrofílica, hidrofóbica ou superhidrofóbica (JUSTINO, 2016).

Os materiais hidrofílicos possuem maior energia superficial, por isso apresenta maior absorção de líquidos, já os materiais hidrofóbicos possuem menor energia superficial, como consequência repelem os líquidos. (PINTO, 2016; JUSTINO, 2016).

A molhabilidade de uma superfície pode ser classificada de acordo com o ângulo de contato da gota, quando as tensões do líquido e do sólido estão em equilíbrio, e pode ser dada pela Equação 2 (JUSTINO, 2016). O ângulo de contato formado pela gota em contato com a superfície confere a molhabilidade do sólido, portanto, quanto menor o ângulo de contato, maior é a capacidade de um líquido molhar a superfície, e mais espalhada está a gota (Figura 8) (OLIVEIRA, 2011).

$$\gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \cos \theta \quad (2)$$

Onde:

$\gamma_{SV}$  = energia de superfície da interface sólido/vapor;

$\gamma_{SL}$  = energia de superfície da interface sólido líquido;

$\gamma_{LV}$  = energia de superfície da interface líquido/vapor.



**Figura 8 - Ângulo de contato de uma gota líquida em uma superfície sólida.**



Fonte: Oliveira (2011).

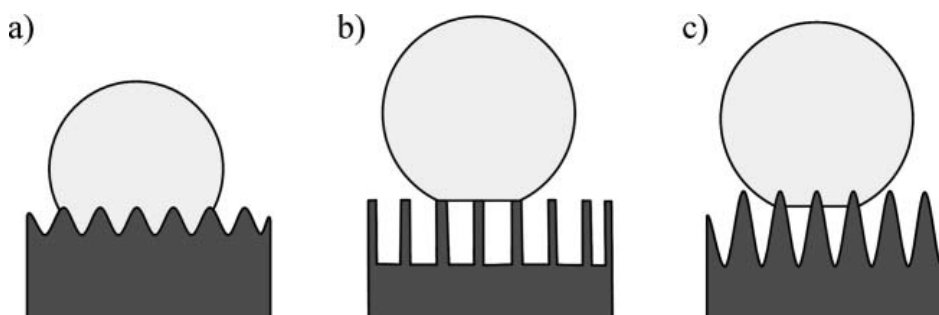
Nesse contexto, as interações com ângulo de contato de gota menor que  $10^\circ$  são considerados como super-hidrofílicas, menor que  $90^\circ$  hidrofílicas, com ângulo de contato de gota entre  $90^\circ$  a  $150^\circ$  como hidrofóbicas, e maior que  $150^\circ$  super-hidrofóbicas (SHIRTCLIFFE et al., 2010; FERREIRA, 2013).

Algumas plantas possuem folhas repelentes a água, essa propriedade é resultado da rugosidade em escala métrica, onde os relevos são recobertos com uma fina camada de cera hidrofóbica. As reentrâncias da rugosidade presentes na superfície da folha possuem a capacidade de aprisionar o ar quando o líquido entre em contato com o sólido, tornando a superfície hidrofóbica característica conhecida como efeito de Lótus (OLIVEIRA, 2011).

Além da estrutura química da superfície a molhabilidade também é afetada pela rugosidade. O efeito da rugosidade sobre o ângulo de contato pode ser descritos pelos modelos teóricos de Wenzel (1936) e Cassie-Baxter (1944) (NUNES, 2008).

A teoria de Wenzel descreve que o líquido entra em total contato com a superfície rugosa, até mesmo em suas depressões (Figura 9), e que o aumento do ângulo de contato seria consequência da maior rugosidade da área da superfície (NUNES, 2008).

**Figura 9 - Teoria de a) Wenzel, b) Cassie-Baxter e c) combinação dos modelos.**



Fonte: Roach, Shirtcliffe, Newton (2007).

De acordo com Nascimento et. Al (2011), o modelo de Cassie e Baxter, descreve que quando um líquido entra em contato com uma superfície rugosa, o ar

permanece armazenado nas depressões da superfície (Figura 9), causando o efeito de hidrofobicidade.

### 3 METODOLOGIA

O trabalho em questão trata-se de uma pesquisa experimental, com finalidade de avaliar a eficácia de produtos impermeabilizantes em malha 100% poliéster. Além disso, esta pesquisa também tem caráter exploratório, por se tratar de um estudo relativamente pouco realizado, onde é necessário um levantamento bibliográfico e a análise dos resultados obtidos nos experimentos. Este modelo de pesquisa possui o intuito de criar, levantar discussões, resolver e esclarecer assuntos e conceitos, afim de produzir materiais que possam contribuir com trabalhos futuros (GIL, 2008).

A metodologia deste trabalho se subdivide em materiais, que serão utilizados nos experimentos, e procedimento experimental.

#### 3.1 MATERIAIS

Para a realização dos ensaios foram utilizadas amostras de tecido de malha 100% poliéster preto texturizado, ligação meia malha, produzida em tear circular marca Mayer, diâmetro 32", finura 28 e com 102 alimentadores. Para impermeabilizar os tecidos foram utilizados três tipos de impermeabilizantes em spray para tecidos de marcas e composição diferentes, disponíveis no mercado, sendo eles: Ultralub, Scotchgard e Centralsul.

Dessa forma, as amostras foram nomeadas como na Tabela 1 a seguir, ressaltando que a amostra 1 não possui acabamento:

**Tabela 1 - Códigos das amostras analisadas.**

<b>Impermeabilizante</b>	<b>Qtde de Aplicações</b>	<b>Código</b>
-	-	AS0
Ultralub	1	UC1
Ultralub	2	UC2
Ultralub	3	UC3
Scotchgard	1	SC1
Scotchgard	2	SC2
Scotchgard	3	SC3
Centralsul	1	CC1
Centralsul	2	CC2
Centralsul	3	CC3

**Fonte: Autor (2017).**

Os impermeabilizantes utilizados e suas respectivas composições são:

- Ultralub: polidimetilsiloxano, solvente orgânico;
- Scotchgard: acetona, álcool isopropílico, nafta leve alquilada de petróleo, dióxido de carbono, fluorquímico uretânico;
- Centralsul: silicone impermeabilizantes, solvente e propelentes.

## 3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O procedimento experimental compreende a caracterização do tecido de malha em estudo, aplicação de impermeabilizantes, testes referentes a repelência a água, ângulo de contato de gota e solidez da cor ao atrito.

### 3.2.1 Caracterização do tecido

A caracterização do tecido de malha é necessária para a posterior avaliação dos resultados perante a estrutura do tecido analisado. Para tal, foi verificado a gramatura, a densidade de fios, o LFA e o fator de cobertura.

#### 3.2.1.1 Gramatura

A gramatura foi analisada conforme a metodologia da ABNT NBR 10591:2008 – Materiais Têxteis – Determinação da gramatura de superfícies têxteis.

Para esse ensaio foram preparadas 5 amostras com área de 100 cm<sup>2</sup>, retiradas de partes do tecido sem defeitos. Logo após foi realizada a pesagem dessas amostras, e obtido a média aritmética dos valores. Como a gramatura estava expressa em g/cm<sup>2</sup>, realizou-se a conversão para que ela fosse expressa em g/m<sup>2</sup>.

Os equipamentos utilizados foram: régua graduada em milímetros, tesoura e balança com precisão de 0,001g.

### 3.2.1.2 Densidade

A densidade foi analisada conforme a metodologia da ABNT NBR 12060:1991 – Materiais Têxteis – Determinação do número de carreiras/cursos e colunas em tecido de malha.

Para esse ensaio, utilizou-se uma lente conta fios, e realizou-se a contagem do número de carreiras por centímetro e do número de colunas por centímetro, em cinco regiões do tecido. Realizou-se a média dos valores obtidos para maior precisão dos resultados.

Os equipamentos utilizados foram: lente conta fios com indicador e estilete ponta fina para auxiliar a contagem das colunas e carreiras.

### 3.2.1.3 LFA

Para calcular o LFA, realizou-se os seguintes passos: preparar uma amostra com dimensões 30x30 cm, com 10 cm de distância da borda do tecido; marcar a primeira coluna a 5 cm da margem esquerda da amostra; realizar a contagem de 100 colunas marcando com uma caneta a coluna 101, de forma que tivessem 100 colunas no total; desmalhar uma carreira de cada vez, estirando-a para o fio retornar ao estado original e aferir o comprimento dentro das demarcações; realizar o processo com mais 10 carreiras e calcular a média. Por último, dividir a média encontrada pela quantidade de colunas, no caso 100, como na Equação 3 abaixo (SENAI, 2015).

Os equipamentos utilizados foram: régua graduada, agulha para auxiliar na contagem das colunas, caneta e tesoura.

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

### 3.2.1.4 Fator de cobertura

Foi realizado o cálculo do fator de cobertura do tecido de malha estudado, através da Equação 1, para isso utiliza-se as seguintes informações: o título em Tex do fio utilizado na produção do tecido de malha, e o LFA em cm/malha.

$$\text{Fator de cobertura} = \frac{\sqrt{\text{título do fio}}}{\text{LFA}} \quad (1)$$

Também foi utilizado um microscópio para registrar as imagens das amostras, a fim de comparar a cobertura dessas. Tal análise foi realizada para verificar se os produtos possuem a capacidade de intumescer as fibras e, por consequência, diminuir a porosidade da malha modificando sua estrutura.

### 3.2.2 Aplicação de impermeabilizantes

A aplicação de cada impermeabilizante foi realizada somente no direito do tecido, conforme o procedimento estabelecido pelos fabricantes dos produtos. Para padronizar a aplicação utilizou-se os seguintes critérios: após verificar que o tecido estava limpo e livre de impurezas, realizou-se a aplicação do spray a 20 cm de distância do tecido, a deposição do acabamento foi realizada primeiramente no sentido horizontal e posteriormente com movimentos no sentido vertical.

Para verificar a eficácia do produto perante a quantidade de camadas, foi aplicado até três deposições, sendo que cada uma foi aplicada em um intervalo 24 horas entre um e outra, conforme a metodologia especificada pelos fabricantes.

### 3.2.3 Hidrofilidade de tecidos

Foi realizado o teste para verificar a hidrofilidade do tecido de malha sem aplicação de impermeabilizante, para posterior comparação com as amostras com os impermeabilizantes. O teste foi realizado conforme a metodologia da ABNT NBR 13000:1993 – Material Têxtil – Determinação da hidrofilidade de tecidos.

Para a execução do teste, foi necessário colocar uma amostra esticada sobre uma superfície plana a 44 mm abaixo de uma bureta contendo água, gotejar uma única gota e realizar a contagem do tempo que a amostra demorou para absorver. Repetir o procedimento cinco vezes com a mesma amostra e realizar a média dos tempos. Quanto menor o tempo levado para absorver a gota, melhor a hidrofilidade. Os equipamentos utilizados foram: suporte para a bureta, bureta e cronômetro.

### 3.2.4 Ângulo de contato da gota

Para este ensaio utilizou-se uma pipeta com água destilada, e uma câmera fotográfica Canon Rebel T5i EOS 700D (18MP), apoiada em um tripé com ângulo de 180° ao tecido. A fim de verificar o foco da câmera, realizou-se alguns pré-testes. Foi estipulado um tempo de 10 segundos para que a gota se estabilizasse sobre o tecido antes de realizar o registro da imagem.

Foi realizado um teste por vez, assim, colocou-se a primeira amostra sobre um suporte, aplicou-se a gota sobre o tecido e após 10 segundos cronometrados, realizou-se a captura da imagem da gota. As imagens de todos os corpos de prova foram transferidas para um computador.

Para medir o ângulo de contato da gota, foi utilizado o *software* AutoCAD. Em cada imagem demarcou-se os seguintes traços: uma linha horizontal na base, sobre o plano do tecido, uma linha paralela a cima da linha da base, com distância fixa para todas as imagens, arco de circunferência dos dois lados do perfil da gota acompanhando os contornos e uma reta tangente a base da área. Por fim, com um auxílio de uma ferramenta do próprio *software* mediu-se o ângulo de contato de gota. Esse procedimento foi realizado em apenas uma imagem da gota de cada amostra.

### 3.2.5 Solidez de cor ao atrito

O ensaio de solidez de cor ao atrito foi realizado conforme a metodologia da ABNT NBR ISO 105-X12:2007 – Têxteis – Ensaio de solidez da cor Parte X12: Solidez à fricção.

Para a realização desse teste, necessita-se de dois corpos de provas para a fricção a úmido e a seco, no tamanho de 6 centímetros de largura e 18 centímetros de comprimento. A amostra é friccionada por um tecido testemunha, por 20 vezes, 10 fricções para frente e 10 fricções para trás. Esse procedimento é realizado tanto para os tecidos testemunhas úmidas, quanto para os secos.

A análise da transferência da cor foi realizada através de espectrofotometria, analisando as amostras dos tecidos de malha que sofreram a fricção, afim de verificar a perda de cor. A amostra sem impermeabilizante foi utilizada como padrão. Foi realizada apenas uma leitura por amostra, porém o equipamento executa a leitura triplicata, dando a média dessas como resultado do relatório.

O equipamento utilizado para esta análise foi Delta Vista 450G e o *software i7 Gold*.

### 3.2.6 Solidez a lavagem doméstica

Este teste baseou-se na metodologia da ABNT NBR ISO 105 – C06: 2006 – Têxteis – Ensaio de solidez de cor Parte C06: Solidez da cor à lavagem doméstica e comercial.

Para o ensaio foi utilizado 4g de detergente neutro por litro de água. A lavagem se deu através da agitação da água com detergente em temperatura ambiente, durante o tempo determinado de 5 minutos. As amostras foram enxaguadas e secas também em temperatura ambiente, em um período de 24 horas. Após esse período e já secas, aplicou-se uma gota de água sobre cada amostra, observando o comportamento, se haveria absorção dentro do tempo estabelecido de 6 minutos.

Tal procedimento foi realizado três vezes, para analisar a perda do acabamento conforme as lavagens sofridas.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos com este estudo foram expostos de acordo com a abordagem da metodologia, assim, foi exposto e discutido a caracterização do tecido de malha 100% poliéster sem o acabamento e também das amostras com os acabamentos. Posteriormente, foi levantado os resultados sobre os ensaios de hidrofiliidade, ângulo de conta da gota e solidez ao atrito e a lavagem doméstica.

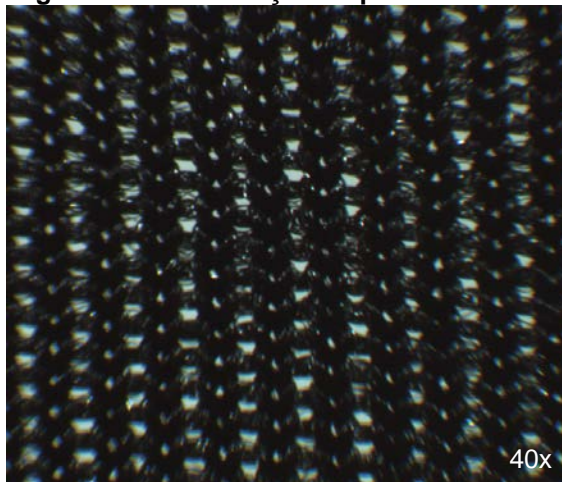
### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO TECIDO

O tecido de malha foi produzido em um tear circular da marca Mayer, diâmetro 32", finura 28, com 102 alimentadores e 2808 agulhas, com configuração para estrutura de meia malha. A composição do fio utilizado é 100% poliéster texturizado, na cor preta, título de 150/48 dTex.

A malha apresenta densidade de 16 colunas/cm e 29 carreiras/cm, com gramatura de 164g/m<sup>2</sup>, assim, de acordo com Kohler e Cia (2017), o tecido de malha é considerado como médio, por apresentar gramatura entre 130 g/m<sup>2</sup> e 220 g/m<sup>2</sup>.

O LFA (cm/malha), obtido foi de 0,20 cm/malha, por conseguinte, o fator de cobertura apresentou valor de 19,36, um pouco acima do considerado ótimo. Porém as imagens obtidas pela microscopia mostraram que o tecido de malha, não apresenta uma cobertura tão fechada (Figura 10), isso se explica pelo fato da malha já ter passado por processos de beneficiamento, onde sofreu tensões e estiramento.

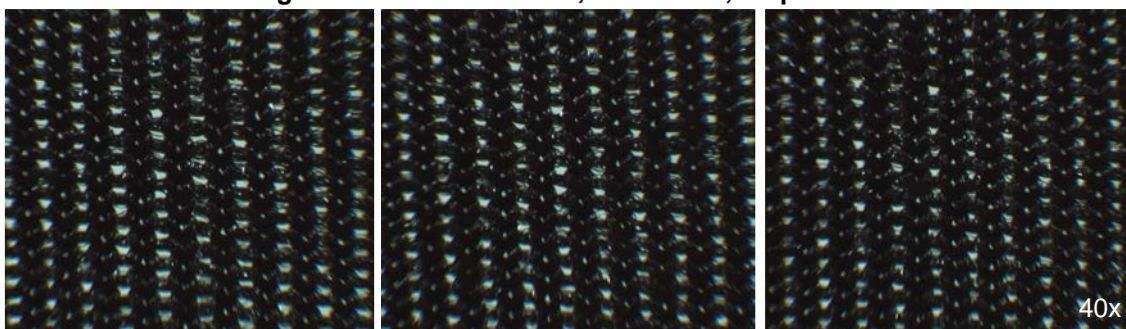
**Figura 10 - Visualização ampliada da malha.**



**Fonte: Autor (2017).**

A cobertura das amostras com impermeabilizantes também foram registradas por microscopia para comparação visual, foi utilizado a mesma ampliação de 40 vezes para todos os ensaios. A Figura 11, representa as amostras com 1, 2 e 3 aplicações de impermeabilizante Scotchgard, respectivamente. A partir dessa análise, pode-se concluir que a diferença de cobertura entre todas as amostras com variação de aplicações de 1 a 3, são mínimas.

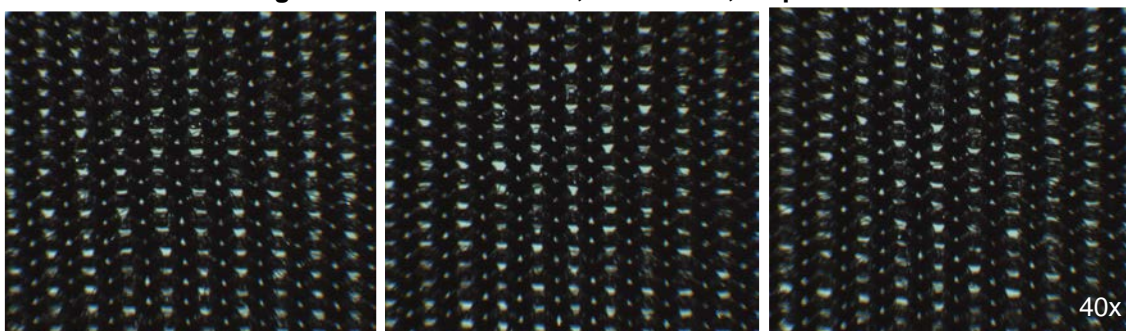
**Figura 11 - Amostras SC1, SC2 e SC3, respectivamente.**



Fonte: Autor (2017).

A Figura 12 mostra a imagem ampliada das amostras com 1, 2 e 3 aplicações de impermeabilizante Ultralub, respectivamente.

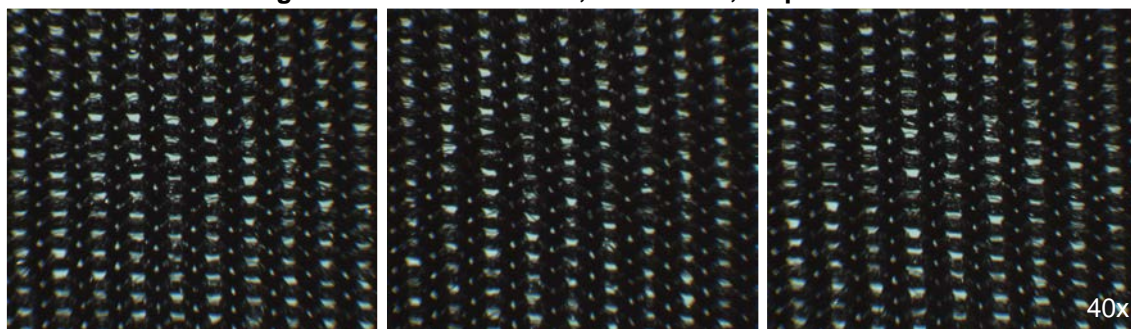
**Figura 12 - Amostras UC1, UC2 e UC3, respectivamente.**



Fonte: Autor (2017).

As amostras com 1, 2 e 3 aplicações de impermeabilizante Centrasul podem ser visualizadas na Figura 13 a seguir.

**Figura 13 - Amostras CC1, CC2 e CC3, respectivamente.**



Fonte: Autor (2017).

Conclui-se que os impermeabilizantes não são capazes de intumescer as fibras, portanto, não fazem grandes alterações quanto a estrutura da cobertura do tecido, mesmo este sendo aplicado até três vezes.

#### 4.1.1 Características do tecido após a aplicação do impermeabilizante

As amostras com apenas uma camada de impermeabilizantes não apresentaram diferenças quanto ao toque. Porém, após aplicada a segunda camada, algumas amostras perderam um pouco de suas características como caimento, leveza e flexibilidade, ficando levemente mais rígidas.

As amostras SC2 e SC3, apresentaram perda de flexibilidade, conforme a quantidade de camadas de impermeabilizantes aplicada, ou seja, quanto maior o número de aplicações, menor a flexibilidade, entretanto, esse aspecto ainda está dentro do aceitável.

As amostras CC2 e CC3, com impermeabilizante Centralsul, apresentaram um toque resinado, maior estabilidade, portanto, menor deformação, isso se deve ao fato deste produto apresentar silicone em sua composição.

Já as amostras UC1, UC2 e UC3 não apresentaram modificações em suas características. Logo, o impermeabilizante Ultralub foi considerado o melhor produto quando levado em consideração as propriedades do tecido sem o acabamento.

## 4.2 HIDROFILIDADE DO TECIDO

O tecido de malha sem o impermeabilizante apresentou ser hidrofílico, uma vez que, a média de absorção total da gota foi de apenas 18 segundos. As manchas formadas pela absorção da gota pelo tecido apresentaram formato arredondado

(Figura 14), segundo a NBR 13000:1993 – Material Têxtil – Determinação da hidrofiliidade de tecidos, esse tipo de manchamento mostra que o tecido foi bem preparado, livre de produtos como óleo de ensimagem.

**Figura 14 - Mancha causada pela gota absorvida pelo tecido de malha.**



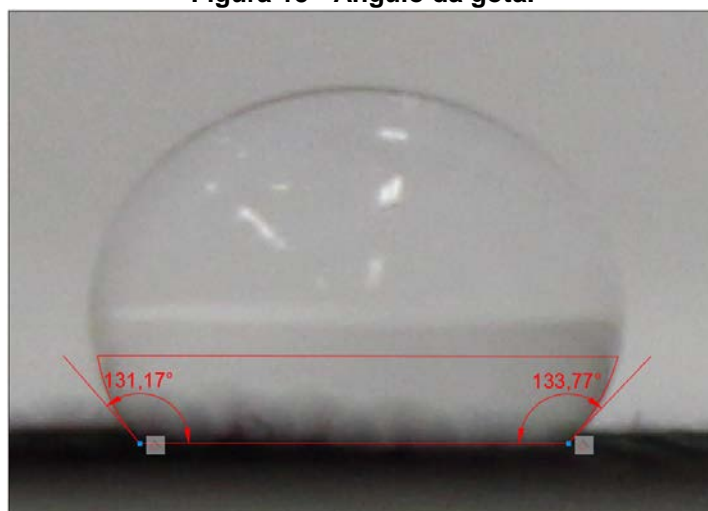
**Fonte: Autor (2017).**

As amostras com impermeabilizante não apresentaram hidrofiliidade, uma vez que as gotas aplicadas sobre o tecido ultrapassaram o tempo de 5 minutos sem serem absorvidas. Dessa forma, foi analisada o ângulo de contato de gota para classificar o melhor produto e a quantidade de camadas ideal para esse tipo de tecido.

#### 4.3 ÂNGULO DE CONTATO DA GOTA

As imagens das gotas foram exportadas para o *software* AutoCAD onde foram processadas, conforme mostra a Figura 15.

**Figura 15 - Ângulo da gota.**



**Fonte: Autor (2017).**

Ao observar as imagens obtidas, notou-se que as gotas não eram simétricas, ou seja, um lado não era igual ao outro, logo, para analisar de forma mais precisa foi examinado o ângulo dos dois lados da gota, calculando ao final a média de cada amostra. Os resultados adquiridos (Tabela 2) foram expressos em graus, com duas casas decimais.

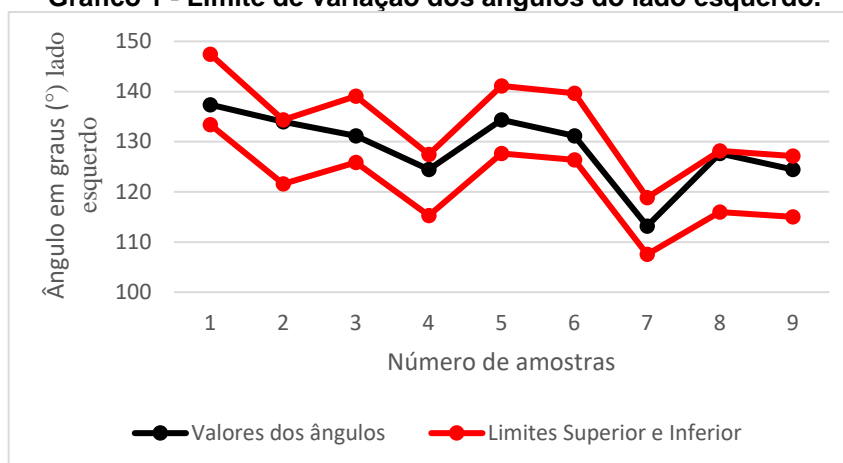
**Tabela 2 - Resultados do teste de ângulo de gota.**

Nº Amostra	Amostra	Ângulo (Graus°)		Média
		Esquerdo	Direito	
1	UC1	137,38	143,45	140,42
2	UC2	133,99	121,97	127,98
3	UC3	131,17	133,77	132,47
4	CC1	124,44	118,30	121,37
5	CC2	134,34	134,39	134,37
6	CC3	131,17	134,82	133
7	SC1	113,19	-	113,19
8	SC2	127,65	116,53	122,09
9	SC3	124,44	117,71	121,08

Fonte: Autor (2017).

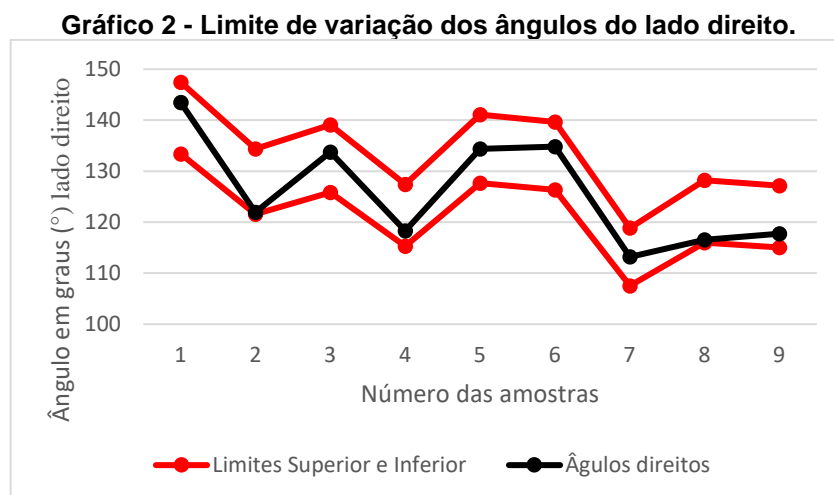
A qualidade das imagens prejudicou a demarcação das linhas laterais das gotas, então foi analisado se os valores dos ângulos encontrados estavam dentro de um limite de variação  $\pm 5^\circ$ . O Gráfico 1 mostra a variação dos ângulos do lado esquerdo das gotas dentro de um limite de 5% sobre a média encontrada para cada amostra. O número das amostras nos Gráficos 1 e 2 seguem a sequência da Tabela 2.

**Gráfico 1 - Limite de variação dos ângulos do lado esquerdo.**



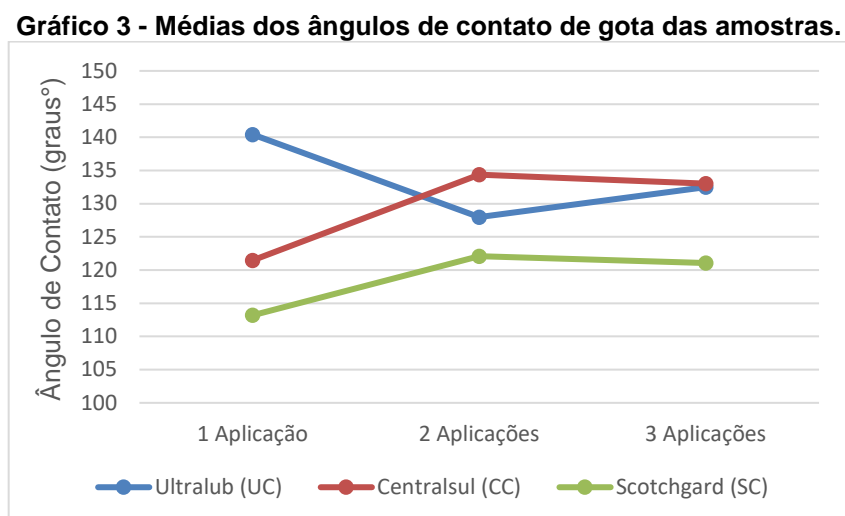
Fonte: Autor (2017).

O lado direito da gota da amostra SC1 não foi calculado pelo fato da imagem apresentar deformidade, impedindo de realizar os traços sobre as linhas da gota, para demonstração gráfica foi inserido o valor da média desta amostra. O Gráfico 2 mostra os ângulos do lado direito dentro do limite de variação de  $\pm 5$ .



Fonte: Autor (2017).

Como pode ser visto nos Gráficos 1 e 2, a variação dos valores dos ângulos não passaram de 5% para mais e para menos, podendo afirmar que apesar da pouca qualidade das imagens, os resultados são consistentes. Para melhor visualização as médias obtidas de cada amostra podem ser vistas no Gráfico 3, abaixo.



Fonte: Autor (2017).

A partir do Gráfico 3 foi possível verificar o comportamento do grupo de amostras perante a quantidade de camadas aplicadas. As amostras com impermeabilizantes Centralsul e Scotchgard apresentaram ser mais hidrofóbicas com duas aplicações, enquanto a amostra UC1, com impermeabilizante Ultralub, apresentou maior ângulo de contato de gota.

A amostra que apresentou resultado abaixo do esperado foi a SC1, referente a primeira aplicação de impermeabilizante da marca Scotchgard, porém ainda foi considerada como hidrofóbica, uma vez que o ângulo de contato de gota dela foi maior que  $90^\circ$ .

O intervalo das médias dos resultados (em graus) entre as amostras da mesma marca de impermeabilizante foi de  $12,44^\circ$  para a Ultralub,  $13,00^\circ$  para a Centralsul e de 8,9 para a Scotchgard. Com essas informações pode-se dizer que a variação da hidrofobicidade analisada pelo ângulo de contato de gota é pequena conforme a quantidade de aplicações.

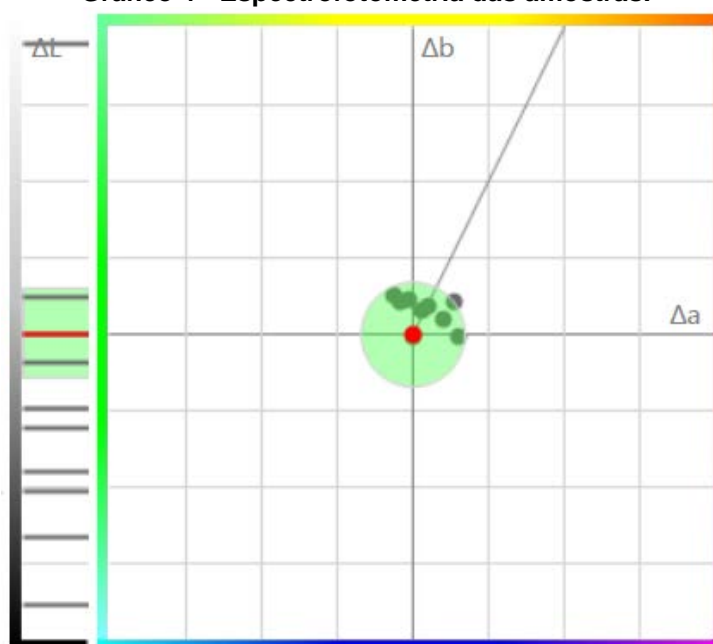
O método utilizado para a obtenção das imagens não garantiu muita precisão por não oferecer qualidade das imagens prejudicando o resultado final, tornando a análise dos resultados susceptíveis a erros inerentes. Mesmo assim, através desse ensaio foi possível concluir que após a primeira aplicação de impermeabilizante, as amostras se tornaram hidrofóbicas e que a marca com melhor desempenho foi a Centralsul.

#### 4.4 RESISTÊNCIA A FRICÇÃO

Ao realizar o teste de solidez a cor, com a fricção das amostras nos tecidos testemunhas, notou-se que visivelmente não houve transferência de cor das amostras. Para a espectrofotometria utilizou-se a amostra sem impermeabilizante como padrão, foi verificado então, se os impermeabilizantes alteram a cor conforme a aplicação, e se após a fricção estes perdem a cor e/ou acabamento.

O Gráfico 4 obtido no relatório de comparação colorimétrica pode ser visualizado abaixo.

Gráfico 4 - Espectrofotometria das amostras.



Fonte: Autor (2017).

Dentre as propriedades avaliadas pela espectrofotometria, observou-se somente a variação total de cor, dado pelo  $\Delta E$ , que pode ser vista na Tabela 3.

Tabela 3 - Variação de cor.

Amostra	$\Delta E$
AS0 (Padrão)	0,00
UC1	1,08
UC2	3,43
UC3	2,16
CC1	1,83
CC2	2,62
CC3	1,35
SC1	1,24
SC2	0,66
SC3	3,62

Fonte: Autor (2017).

Analisando os resultados, foi possível perceber que há um aumento gradativo na variação de cor das amostras UC1, UC2, CC1 e CC2, que são respectivamente, a primeira e a segunda camada dos impermeabilizantes Ultralub e Centralsul, já a UC3 e CC3, que são as amostras com três aplicações desses produtos, apresentaram valores menores que as amostras com duas camadas. A amostra SC2, com



impermeabilizante da marca Scotchgard, foi a que apresentou menor alteração de cor, quando comparada a amostra padrão, sem impermeabilizante.

A variação de cor do tecido padrão é zero, assim, os resultados que apresentaram números mais próximos desse valor, são os que menos tiveram alteração de cor. Não houve transferência de cor por parte do tecido das amostras, pois os valores obtidos foram maiores que zero, a boa solidez pode ser explicada pelo fato do fio do tecido de malha já ser tingido no momento da sua fabricação. Então, pode-se dizer que a alteração de cor verificada nesse ensaio foi ocasionada pelos impermeabilizantes aplicados sobre o tecido.

Verificando os resultados gerados pelo relatório da espectrofotometria, notou-se que após sofrerem 40 fricções, os tecidos perdem parte do acabamento, como é o caso da amostra SC2, mesmo com duas camadas de impermeabilizantes, teve variação de 0,66. Dessa forma, é necessário realizar aplicação do produto sobre o tecido sempre que este for exposto a fricção intensa.

Apesar das informações geradas com esse teste, os valores obtidos pela espectrofotometria não apresentam uma variação gradativa, uma vez que a alteração de cor aumenta da segunda camada dos produtos Ultralub e Centralsul, e diminui na terceira aplicação. Já no acabamento da marca Scotchgard, o resultado inverte, a variação de cor da segunda aplicação é menor que a primeira e terceira camada.

Essa variação pode ser explicada pelo fato da aplicação do impermeabilizante ter sido realizada por spray, e que as três marcas possuem bicos aplicadores distintos. Logo, a distribuição de produto sobre a amostra é diferente para os três impermeabilizantes.

Com essa análise foi possível concluir que os impermeabilizantes modificam a cor do tecido, e que após sofrer uma série de fricções o acabamento pode sair, sendo necessário uma nova aplicação. Esta, por sua vez, necessita de um cuidado especial, uma vez que, a uniformidade do impermeabilizante sobre o tecido depende da forma como realiza-se a distribuição do acabamento sobre o tecido. Dessa forma, recomenda-se que a aplicação seja a mais homogênea possível.

#### 4.5 RESISTÊNCIA A LAVAGEM DOMÉSTICA

Após cada lavagem e secagem, foi aplicado uma gota de água em cima das amostras, assim, foram submetidas a observação por um tempo de 6 minutos para verificar a ocorrência de absorção de água. O tempo de absorção das gotas pelas amostras podem ver visualizados na Tabela 4.

**Tabela 4 - Tempo de absorção das gotas conforme as lavagens sofridas.**

Amostra	Tempo de absorção		
	1ª lavagem	2ª lavagem	3ª lavagem
UC1	-	-	-
UC2	-	-	-
UC3	-	-	-
CC1	-	-	-
CC2	-	-	-
CC3	-	-	-
SC1	1min 49s	1min 4s	57s
SC2	-	5min 27s	2min 36s
SC3	-	-	6min

Fonte: Autor (2017).

Ao final do tempo observado da primeira lavagem, as gotas das amostras SC2 e UC1 encontravam-se mais espalhadas, apresentando características de absorção. Na segunda lavagem, novamente a amostra UC1 apresentou-se mais espalhada, mas não foi absorvida dentro do tempo reparado. Com a terceira lavagem, as gotas das amostras com acabamento do produto Ultralub apresentaram-se mais espalhadas, sendo que a gota da UC1 já havia começado a ser absorvida. As amostras com impermeabilizante Centralsul apresentaram melhor impermeabilidade, e não foram absorvidas.

Para conferir se as gotas já estariam sendo absorvidas no término do tempo de observação, inclinou as amostras de forma com que elas escorressem. O resultado desse teste está disposto no Quadro 1 a seguir.

**Quadro 1 - Comportamento das gotas quando submetidas a inclinação das amostras.**

<b>Estado da Gota</b>	<b>1ª Lavagem</b>	<b>2ª Lavagem</b>	<b>3ª Lavagem</b>
<b>Absorvida</b>	SC1	SC1 e SC2	SC1, SC2, SC3 e UC1
<b>Aderida ao tecido</b>	SC2 e UC1	SC3, UC1, UC2 e UC3	UC2, UC3 e CC1
<b>Escoada</b>	CC1, CC2, CC3, UC2, UC3 e SC3	CC1, CC2 e CC3	CC2 e CC3

Fonte: Autor (2017).

Deste modo, observou-se que na primeira lavagem somente as gotas das amostras SC2 e UC1 não escorreram, concluindo que estas já estavam em processo de absorção. Na segunda lavagem, quando inclinadas as amostras as gotas das amostras CC2 e CC3 foram as únicas que escorreram rapidamente, sendo que a gota da CC1 escoou, porém lentamente. E na terceira lavagem, somente a gota da CC2 e CC3 escorreram.

Através deste ensaio foi possível concluir que a lavagem pode retirar parte do acabamento aplicado ao tecido, e que há diferença entre as marcas quanto a fixação e durabilidade do impermeabilizante. A marca Centrasul apresentou os melhores resultados desse teste, sendo que após três lavagens a amostra com duas aplicações ainda demonstrava impermeabilidade. A marca Ultralub obteve resultados consideráveis, uma vez que apesar de apresentar indícios de absorção das gotas, estas não foram totalmente absorvidas, apresentando um processo mais lento, já a marca Scotchgard não apresentou ser resistente após a primeira lavagem, atingindo os piores resultados.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo realizado sobre a qualidade e eficácia de três marcas de impermeabilizantes de composições diferentes, permitiu a análise das propriedades hidrofóbicas dos produtos sobre tecido de malha 100% poliéster, assim como as propriedades da malha após a aplicação deste.

Os resultados obtidos mostram que o tecido de malha 100% poliéster sem acabamento é hidrofílico, apesar de apresentar fator de cobertura maior que o desejável, mostrando-se com estrutura da ligação do tecido mais aberta, o que proporciona maior absorção de líquidos.

Quando aplicado o impermeabilizante, as amostras tiveram suas características de toque modificadas conforme a quantidade de camadas aplicadas, o impermeabilizante da marca Scotchgard tornou o tecido mais rígido, aumentando a estabilidade e perdendo a flexibilidade. O impermeabilizante da Centralsul deixou as amostras com toque resinado, isso devido a sua composição, que contém silicone. Já o impermeabilizante da Ultralub não alterou as propriedades das amostras.

Os resultados do ensaio do ângulo de contato de gota, mostrou que as gotas das amostras tiveram médias de angulação entre  $113,19^\circ$  e  $140,42^\circ$ , confirmando que a partir da primeira aplicação o tecido já se torna hidrofóbico. O melhor resultado obtido foi da amostra UC1 com ângulo médio de  $140,42^\circ$ , porém a marca Centralsul obteve melhor resultado médio do grupo de amostras. O impermeabilizante da Scotchgard apresentou as menores médias, igualando-as ao valor da CC1, primeira aplicação da Centralsul.

O ensaio de contato de ângulo, é um método muito interessante para a observação e estudo de superfícies hidrofóbicas, porém é necessário que os recursos utilizados garantam qualidade de imagem, uma vez que o ângulo de contato da gota é conseguido através da avaliação da imagem. Portanto, quanto melhor a qualidade da fotografia da gota sobre a superfície, melhor a precisão dos resultados.

Pelo ensaio de solidez da cor a fricção e análise dos resultados por meio de espectrofotometria, percebeu-se que os impermeabilizantes não provocam transferência de cor do tecido, mas modificam a tonalidade e podem sair após a fricção. Através do ensaio de solidez a lavagem analisou-se a resistências dos acabamentos, a marca Scotchgard não se mostrou resistente a segunda lavagem, a Ultralub obteve resultados médios, não chegando a absorver totalmente as gotas, já

a Centralsul apresentou os melhores resultados, mesmo após a terceira lavagem as gotas escorreram quando inclinadas as amostras CC2 e CC3. A aplicação dos impermeabilizantes precisam ser homogêneas para que o tecido apresente hidrofobicidade em toda sua área.

Ao final desta pesquisa, pode-se concluir que a marca Scotchgard não é tão eficaz, pois obteve os menores resultados entre os três impermeabilizantes, a Ultralub apresentou ser satisfatório, e o impermeabilizante Centralsul apresentou ser o melhor acabamento para o tecido de malha, obtendo os resultados mais aceitáveis quanto ao ângulo, resistência a fricção e lavagem, porém modifica as características de toque do tecido. Desta forma, indica-se a utilização do impermeabilizante Centralsul quando as características de toque não interferem na finalidade do tecido, caso interfira, a aplicação do acabamento da marca Ultralub é a mais recomendada. A quantidade de aplicações considerada como ideal neste estudo foi de duas, já que a terceira camada não apresentou diferença muito significativa quanto comparada a hidrofobicidade.

## REFERÊNCIAS

ABINT. **Têxteis Técnicos**: O que são têxteis técnicos. 2017. Disponível em: <<http://www.abint.org.br/tecidos tecnicos.html>>. Acesso em: 10 maio 2017.

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.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 105-X12**: Têxteis – Ensaio de solidez da cor. Parte X12: Solidez à fricção. Rio de Janeiro, 2007.

ALMEIDA, Edgar Barão Vidal de. **Fibras Têxteis para reforço de estruturas**. 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Ciências Sociais e Humanas, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2010.

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

CACHO, Filipa Vieira. **Desenvolvimento de um têxtil: Malha artesanal e sustentabilidade**. 2011. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design de Moda, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

CARVALHO, Maria de Jesus da Silva. **Tramas que o design tece: Têxteis do Novo Milênio-Têxteis técnicos e inteligentes**. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade do Porto, 2004.

CASSIE, A. B. D.; BAXTER, S. Large contact angles of plant and animal surfaces. **Nature**, v.155, p.21, 1945.

CATARINO, André Paulo de Almeida Whiteman. **Dinâmica da Tricotagem**: Estudo da dinâmica da tensão de entrada do fio e sua aplicação em controlo de qualidade. 1998. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, 1998.

CHATAIGNIER, Gilda. **Fio a fio**: Tecidos, moda e linguagem. São Paulo: Estação das Letras Editora, 2006. 165 p.

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.

Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. CONMETRO - Resolução nº 06 de 2005 - Regulamento Técnico Mercosul de Etiquetagem de Produtos Têxteis.

FERREIRA, Aline Aparecida; CASTRO, Mariana Saran Ferreira de. **Estudo para retirada de ensimagem de fibras de poliéster**. 2014. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2014.

FERREIRA, Lúcia Marisa Vieira. **Revestimentos Hidrofóbicos**. 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Materiais, Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013.

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.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

IPT. **Caracterização e desempenho de têxteis técnicos**. 2017. Disponível em: <<http://www.ipt.br/solucoes/120->

caracterizacao\_e\_desempenho\_de\_texteis\_tecnicos.htm>. Acesso em: 09 maio 2017.

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.

KOHLER E CIA. **Gramatura**. 2017. Disponível em: <<http://www.kohlercia.com.br/quali/03.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.

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).

MENDES, Vera Juliana Lobo. **Desenvolvimento de revestimentos poliméricos funcionais curáveis por radiação UV**. 2010. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade do Porto, 2010.

MOREIRA, Ana Paula; FANGUEIRO, Raul; LEAL, Nuno Sá. Estratégias de comunicação de produtores de fibras funcionais para artigos têxteis: a corrente de comunicação como estratégia para incentivar novos produtos e ideias na cadeia têxtil. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, v. 5, n. 1, p. 67-87, 2012.

NASCIMENTO, Camila Nathale do et al. Uso do Teste da Permeabilidade nas Áreas Têxtil e Moda. In: COLÓQUIO DE MODA, 2ª edição, 2006, Salvador. **Anais...** 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.

NASCIMENTO, José Heriberto Oliveira do et al. Aplicação de um novo compósito biomimético nanoparticulado com propriedades superhidrofóbicas e anti-gelo para pavimentos rodoviários. In: **XVI CILA–Congresso Ibero-Latinoamericano do Asfalto**. Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis-IBP, 2011.

NEVES, Jorge. **O Estado da Arte dos Texteis Técnicos Aplicações Práticas de Micro e Nano Camadas**. Universidade do Minho, 2007. Disponível em: <[http://www.nds.ufrgs.br/Paper%20Porto%20Alegre%202\[1\].pdf](http://www.nds.ufrgs.br/Paper%20Porto%20Alegre%202[1].pdf)>. Acesso em: 09 maio 2017.

NUNES, Bruno Miguel Fernandes. **Funcionalização de superfícies de silício por radiação laser e implantação iônica: Estuda da molhabilidade**. 2008. 66 f.



Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Materiais, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

OLIVEIRA, Márcio Roberto da Silva. **Superfícies Super-hidrofóbicas obtidas através de microestruturas litografadas**. 2011. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

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 Aranguá**, 2010.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. 3. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012. 328 p.

PINTO, J. D.. **Análise de confiabilidade dos ângulos de contato obtidos através do processamento de imagens**. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina–PR, 2016.

ROCHA, Ana Maria Moreira Ferreira da. **Contribuição para o controle automático dos parâmetros de costura: Estudo da dinâmica da penetração da agulha e da alimentação do tecido**. 1996. 126 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Têxtil, Departamento de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Braga, 1996.

ROMANI, Marcelo. **A influência do controle da tensão do elastano durante o processo produtivo nas propriedades elásticas dos tecidos com elastano para fitness**. 2016. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências em Têxtil e Moda, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda; FERNANDES, Diego Sanches. Análise do impacto ambiental gerados no ciclo de vida de um tecido de malha. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 4, n. 7, p. 1-17, 2012.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Malharia**. São Paulo: Senai-SP Editora, 2015. 176 p.

SHIRTCLIFFE, Neil J. et al. An introduction to superhydrophobicity. **Advances in colloid and interface science**, v. 161, n. 1, p. 124-138, 2010.

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, Flávio Avanci de et al. FUNCIONALIZAÇÃO DE MATERIAIS TÊXTEIS. **Ícônica**, v. 2, n. 1, 2016.

SPENCER, D.J. **Knitting Technology.** 2. ed. Oxford: Pergamon Press, 1989.

VASCONCELOS, Fernando Barro de. **Influência dos parâmetros de regulação de máquina nas características físicas de malhas de poliamida/elastano.** 2012. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

VIECHINESKI, F.N. **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.