

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

**GABRIELA SOUSA BIACONI**

**COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES DE CONFORTO**  
**TERMOFISIOLÓGICO EM MALHAS DE ALGODÃO E MODAL PARA**  
**APLICAÇÃO EM FORRO DE ROUPAS ÍNTIMAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**APUCARANA**

**2017**

**GABRIELA SOUSA BIACONI**

**COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES DE CONFORTO  
TERMOFISIOLÓGICO EM MALHAS DE ALGODÃO E MODAL PARA  
APLICAÇÃO EM FORRO DE ROUPAS ÍNTIMAS**

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.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fábiana R. G. 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:**

**Comparativo das propriedades de conforto termofisiológico em malhas de algodão e modal para aplicação em forro de roupas íntimas**

**por**

**GABRIELA SOUZA BIACONI**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado aos vinte e oito dias do mês de novembro do ano de dois mil e dezessete, às nove 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) FÁBIA REGINA GOMES RIBEIRO – ORIENTADORA**

---

**PROFESSOR (A) PATRICIA MELLERO MACHADO CARDOSO –  
EXAMINADOR(A)**

---

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

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

Dedico este trabalho ao conhecimento têxtil brasileiro, a minha avó Dona Eterna, e todos os demais idosos e pessoas acamadas que possam usufruir no futuro com os resultados desse trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família e amigos pelo suporte e companheirismo durante os anos de graduação, que mesmo com a distância se fizeram sempre presentes. Aos professores da UTFPR, campus Apucarana, pela paciência e dedicação em sala de aula e fora dela, principalmente a minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Fabia R. G. Ribeiro, que me acompanha neste projeto a anos.

Agradeço a FEI, em especial a Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Camilla Borelli e aos funcionários do IPEI, que disponibilizaram tempo e laboratório para a realização de parte dos testes feitos no presente trabalho.

Ao hotel tecnológico, que a partir de um projeto de desenvolvimento de produto, se fez necessária a presente pesquisa, e ao meu grupo composto por Marcell Rokugawa, Lidia Maier, Maria Maura e Jacqueline Brandeli, por participar e apoiar essa aventura.

Permita-se a curiosidade e a imaginação,  
e conquistara conhecimento e  
humildade. (Gabriela Biaconi)

## RESUMO

BIACONI, Gabriela Sousa. **Comparativo das propriedades de conforto termofisiológico em malhas de algodão e modal para aplicação em forro de roupas íntimas**. 2017. 35. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Têxtil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2017. O conforto é uma necessidade fundamental no vestuário para o consumidor, sendo a roupa íntima utilizada diariamente, e esta sempre em contato direto com o corpo, gera-se a necessidade de estudos sobre as características de conforto dos materiais têxteis que serão utilizados para sua construção. O presente trabalho está voltado para o estudo das características de conforto termofisiológico de malhas de fibras de algodão e fibras regeneradas de modal, que estão ganhando espaço no mercado por serem biodegradáveis e apresentarem características semelhantes as fibras naturais, em que será realizado testes como a caracterização de cada malha, e determinação da permeabilidade ao vapor, da capilaridade e transferência de umidade multidimensional. Concluiu-se com os resultados, que a fibra de modal apresenta melhor transferência de umidade, mesmo com o algodão resultando em melhores índices de absorção, fazendo do modal uma melhor opção para forro de roupas íntimas.

**Palavras-chave:** Conforto termofisiológico. Malha. Algodão. Modal. Roupa íntima.

## ABSTRACT

BIACONI, Gabriela Sousa. **Comparison of the properties of thermophysiological comfort in cotton and modal meshes for application in underwear lining**. 2017. 35. Completion of a Bachelor's Degree in Textile Engineering - Federal Technological University of Paraná. Apucarana, 2017. Comfort is a fundamental need in consumer clothing, with underwear worn daily and always in direct contact with the body, it is necessary to study the comfort characteristics of the textile materials that will be used for its construction . The present work is aimed at the study of the thermophysiological comfort characteristics of cotton fiber and regenerated modal fiber fabrics, which are gaining space in the market because they are biodegradable and present characteristics similar to natural fibers, in which tests such as characterization of each mesh, and determination of vapor permeability, capillarity and multidimensional moisture transfer. It was concluded with the results that modal fiber presents better moisture transfer, even with cotton, resulting in better absorption indexes.

**Keywords:** Thermophysiological comfort. Mesh. Cotton. Modal. Underwear.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das fibras.....	18
Figura 2 - Gota em contato com tecido .....	23
Figura 3 - Gráfico de tempo de molhamento.....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Exigências do consumidor com roupas íntimas .....	13
Tabela 2 - Aspectos dos tipos de conforto.....	22
Tabela 3 - Capilaridade em relação as fibras.....	24
Tabela 4 - Caracterização das malhas.....	31
Tabela 5 - Transporte de umidade por capilaridade .....	31
Tabela 6 - Tempo de molhamento .....	32
Tabela 7 - Máximo raio molhado. ....	33
Tabela 8 - Parâmetro máximo molhado MMT .....	33
Tabela 9 - Capacidade de transporte em um único sentido. ....	35
Tabela 10 - Parâmetro de capacidade de transporte em único sentido MMT. ....	35
Tabela 11 - Permeabilidade ao vapor. ....	35
Tabela 12 - Resumo da influência dos parâmetros.....	36

## LISTA DE ABREVIATURAS

AATCC	American Association of Textile Chemists and Colorists
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	American Society for Testing and Materials
CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industria
IEMI	Instituto de Estudos e Marketing Industrial
MMT	Moisture Management Tester
MWR <sub>b</sub>	Máximo raio molhado inferior
MWR <sub>t</sub>	Máximo raio molhado superior
NBR	Norma Brasileira
WT <sub>b</sub>	Tempo de molhamento interior

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVO .....	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEORICO .....</b>	<b>16</b>
3.1	ROUPA ÍNTIMA .....	16
3.2	MALHAS .....	17
3.3	FIBRAS .....	18
3.3.1	Modal.....	19
3.3.2	Algodão.....	20
3.4	CONFORTO.....	21
3.4.1	Capilaridade.....	23
3.4.2	Transporte de umidade .....	25
3.4.3	Permeabilidade ao vapor.....	26
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
4.1	MATERIAIS.....	28
4.2	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL .....	28
4.2.1	Caracterização das malhas .....	28
4.2.2	Determinação do transporte de líquido por capilaridade .....	29
4.2.3	Determinação do transporte de umidade multidimensional .....	30
4.2.4	Determinação da Permeabilidade ao Vapor.....	30
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS MALHAS .....	31
5.2	DETERMINAÇÃO DO TRANSPORTE DE UMIDADE POR CAPILARIDADE ...	31
5.3	DETERMINAÇÃO DO TRANSPORTE DE UMIDADE MULTIDIMENSIONAL .	32
5.4	DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE AO VAPOR .....	35
5.5	DISCURSÃO DOS RESULTADOS.....	36
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>37</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O conforto é um parâmetro muito importante na indústria têxtil, que apesar de ser facilmente percebido pelos utilizadores finais, compreender como é desenvolvido e sua percepção é uma tarefa complexa (TEIXEIRA *et al*, 2011). O presente trabalho avalia apenas um único aspecto de conforto, o termofisiológico, que pode ser definido como a principal troca de calor e de massa entre o corpo humano e o meio ambiente através do vestuário, sendo relacionado com a forma que o vestuário ajuda a manter o equilíbrio térmico do corpo (TEIXEIRA *et al*, 2011).

O IEMI (Instituto de Estudos e Marketing Industrial), em 2014, apontou que o setor de produção de roupas íntimas cresceu 33% dentro de um período de quatro anos, o que se fez necessário pesquisas para evidenciar as preferências, necessidades e motivações levadas em conta no momento da compra de moda íntima.

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos pela pesquisa de principais exigências do consumidor de roupa íntima, desenvolvida pelo IEMI (2014) em que o usuário poderia escolher até 3 opções.

**Tabela 1- Exigências do consumidor com roupas íntimas**

<b>Imagem do produto</b>	<b>Total</b>
<b>Confortável</b>	70,80%
<b>Básico</b>	25,30%
<b>Sexy/provocante</b>	22,70%
<b>Sofisticado</b>	11,40%
<b>Romântico</b>	11,20%
<b>Atual</b>	10,80%
<b>Clássico</b>	10,20%
<b>Diferente</b>	6,00%
<b>Jovial</b>	5,90%
<b>Vanguarda/exótico</b>	1,00%
<b>Outros</b>	0,50%

Fonte: adaptado pelo autor IEMI (2014)

Observa-se que o conforto é a característica mais importante, demonstrando que o usuário analisa aspectos relacionados à ergonomia do produto como tecido, modelo e tamanho, em relação ao seu corpo antes de realizar a compra de roupas íntimas.

A roupa íntima é um produto desenvolvido para a proteção e o conforto dos usuários, por estar em contato direto com o corpo e ser utilizada diariamente, transmite a necessidade de desenvolvimento de estudos para seu melhor desempenho. Portanto a utilização de tecidos com boas características de conforto torna-se necessária para o usuário, tornando a pesquisa e avaliações de diferentes matérias têxteis fundamental.

## 1.1 OBJETIVO

O presente trabalho tem como principal objetivo comparar a influência das fibras de algodão e modal quanto as propriedades relacionadas ao conforto termofisiológico das malhas em roupas íntimas. destacando o transporte de umidade multidimensional, transporte de umidade por capilaridade e permeabilidade ao vapor.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São definidos os seguintes objetivos específicos para o desenvolvimento do trabalho:

- Caracterização das fibras de algodão e modal;
- Realização de ensaio de transporte de umidade multidimensional;
- Realização de ensaio de permeabilidade ao vapor;
- Realização de ensaio de transporte de líquido por capilaridade;
- Comparação das informações coletadas para verificação de que fibra apresenta melhor conforto.

## 2 JUSTIFICATIVA

Um dos principais desafios do mercado atual é a produção de fibras e estruturas planares tecnologicamente avançadas, que podem gerir a umidade, para proporcionar conforto entre outros benefícios específicos ao usuário (BENTO, 2009). O conforto é um estado agradável de harmonia fisiológica, psicológica e física entre o ser humano e o ambiente. Sendo uma necessidade universal e fundamental para o homem, tornando o vestuário do dia a dia como protagonista neste contexto (SILVA, 2013).

As empresas do setor têxtil têm buscado nas modelagens, nos modelos e nos materiais têxteis, ferramentas que quando bem manipuladas e trabalhadas, possam contribuir para a satisfação de seus usuários, tanto com relação ao conforto, quanto à praticidade, funcionalidade e gosto estético inclusive na produção de roupas íntimas (NEVES *et al*, 2015).

O transporte de umidade é um dos principais parâmetros que influenciam o conforto e define-se como a capacidade de um tecido absorver a umidade proveniente da pele e transportá-la para superfície externa, liberando-a para o meio ambiente (VASCONCELOS *et al*, 2014). O comportamento das fibras em relação à umidade é, geralmente, função da estrutura química, tanto em âmbito micro como macromolecular, podendo a modificação desse comportamento ser atribuído a numerosos fatores (SILVA, 2013).

O transporte da umidade influencia diretamente as características termofisiológicas de um material têxtil, justificando a realização dessa pesquisa com o intuito de comparar e propor a fibra que apresenta o melhor desempenho em relação a esses fatores para o usuário, mais especificamente para o desenvolvimento de forro de roupas íntimas, pois ambas as fibras, algodão e modal, apresentam sensação de conforto ao toque muito semelhantes e por isso constantemente utilizadas no mercado de moda íntima.

### 3 REFERENCIAL TEORICO

O conforto em artigos têxteis atualmente se destaca como um dos atributos mais valorizados durante a compra, tornando a pesquisa sobre o conforto termofisiológico oferecido pelas roupas como diferencial, principalmente quando se tratam de peças que estão em contato direto com a pele como as roupas íntimas, sendo o forro a camada mais próxima.

#### 3.1 ROUPA ÍNTIMA

Entre as peças confeccionadas pelo setor têxtil e comercializadas no varejo do vestuário, há a moda íntima, que passa a ser considerada um produto de moda ao longo do século XX, em que atualmente apresenta diversas opções no mercado, com diferentes modelos, estilos, cores e tamanhos para todas as faixas de rendas e etárias (PEGORER, 2015).

A roupa íntima, assim como a maioria dos artigos do vestuário, é um produto desenvolvido para a proteção e o conforto dos usuários, ao longo das últimas décadas essa indústria, vem demonstrando amadurecimento no que tange a suas tecnologias e seus sistemas produtivos bem como na sua relação com o consumidor final (NEVES *et al*, 2015).

Considerando o contato direto, constante e prolongado que a roupa íntima mantém com o corpo, o entendimento sobre os aspectos de usabilidade de tais peças se associa ao conforto, satisfação e bem-estar do usuário. O setor apresenta indicadores positivos quanto ao seu amadurecimento, mas ainda é necessária uma série de fatores a serem trabalhados no que se refere à qualidade ergonômica e à usabilidade do vestuário íntimo, tornando o número de pesquisas que buscam identificar problemáticas resultantes do uso de roupa íntima cada vez maior (NEVES *et al*, 2015).

De acordo com Queiroz e Rocha (2009), é necessário dizer que cabe aos fabricantes de pequeno, médio e grande porte de roupas íntimas desenvolver novos produtos com valor de moda, dentro de uma concepção ergonômica. Esse panorama estimula às questões acerca dos aspectos físicos e estéticos dos produtos em questão, principalmente devido ao contato direto e prolongado que este mantém com o corpo do usuário. As empresas do setor têm buscado nas modelagens, nos modelos e nos materiais têxteis, ferramentas que quando bem manipuladas e trabalhadas, possam contribuir para a satisfação de seus usuários, tanto com relação ao conforto, quanto à praticidade, funcionalidade e gosto estético (NEVES *et al*, 2015).



No projeto de roupas íntimas, bem como em inúmeros outros tipos de produto, os materiais e processos de fabricação são muito relevantes. O material em que são produzidas tem profunda influência na percepção de conforto e na aparência do produto por parte do usuário. Em vista disso, geralmente é utilizado na confecção de roupas íntimas a malha, sendo normalmente com fibras como o algodão, sintéticas, ou artificiais, preferencialmente com adição de elastano (GIONGO, 2012).

### 3.2 MALHAS

A malha é uma estrutura têxtil que possui diferentes tipos de entrelaçamento dos fios, o que confere propriedades distintas a cada rapport. A estrutura da malha possui maior maleabilidade, fluidez e elasticidade, quando comparada a tecidos planos, e que com a adição de elastano pode ser ampliada consideravelmente. (GIONGO, 2012).

De forma geral de acordo com Romero *et al* (1994) a malha utiliza um único conjunto de fios que se ligam através de laçadas, com formato senoidal que sustentam-se entre si e são livres para mover-se umas sobre as outras quando submetidas à tensão, seja no sentido da largura ou no sentido do comprimento do artigo. Essa propriedade caracteriza a “flexibilidade” ou a “capacidade de modelagem” dos artigos de malha, os quais podem, dessa forma, abraçar as mais complexas formas do corpo humano (MEDEIROS, 2013).

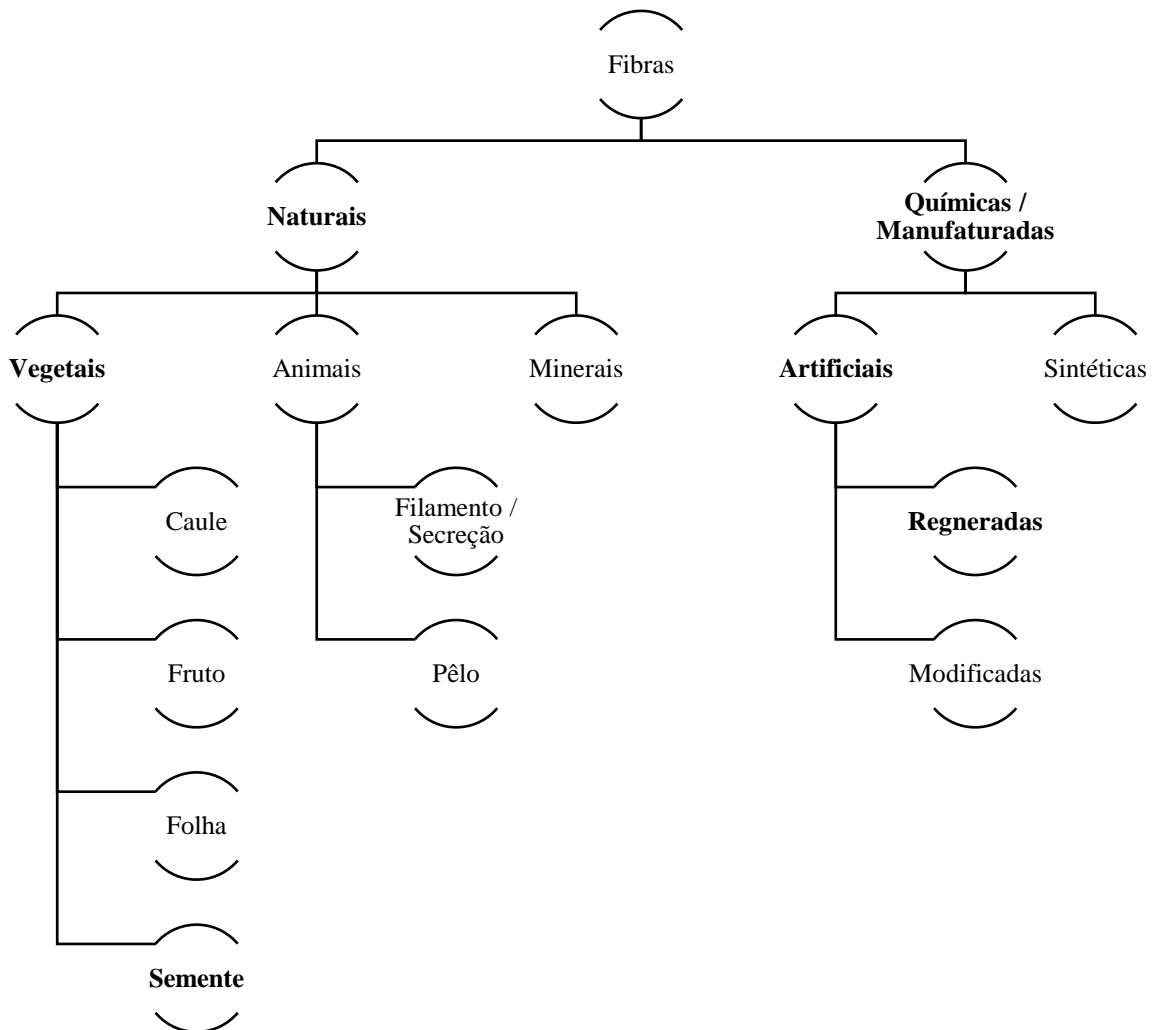
Na indústria têxtil é possível encontrar dois processos produtivos de malha, por trama e por urdume. A malharia de trama é obtida a partir de um ou mais fios que fazem evoluções pelas diversas agulhas, nesse sistema o entrelaçamento ocorre na direção horizontal. Equiparando na malharia de urdume, antes da formação da malha, é feita a disposição dos fios sobre uma bobina em forma ordenada e paralela, atividade nomeada como urdimento, que determinara a largura do tecido. Na produção da malharia por urdume as malhas se formam simultaneamente no sentido longitudinal, alimentando-se cada agulha por um fio (BARBOSA; MENDES, 2014)

Os artigos de malha apresentam boa capacidade de “recuperação elástica”, ou seja, uma vez retirada do corpo, a solicitação recupera o seu formato inicial, total ou parcial (MEDEIROS, 2013). Portanto em relação a construção de roupas íntimas as malhas são consideradas ideais por apresentam melhor conforto e caimento ao usuário tanto para a peça inteira como para o forro.

### 3.3 FIBRAS

Fibra têxtil ou filamento têxtil é toda matéria natural, de origem vegetal, animal ou mineral, assim como toda matéria artificial ou sintética, que por sua alta relação entre seu comprimento e seu diâmetro, e ainda, por suas características de flexibilidade, suavidade, elasticidade, resistência, tenacidade e finura está apta as aplicações têxteis (CONMETRO, 2008). A Figura 1 apresenta o fluxograma das fibras têxteis.

**Figura 1 - Fluxograma das fibras**



Fonte: Adaptado de, MARTINEZ *et al*, (2016).

O estudo realizado neste trabalho desenvolve um comparativo das propriedades físicas de dois grupos distintos de fibras, o vegetal e o artificial, respectivamente o algodão como semente, e o modal como regenerada, permitindo a equiparação destas duas fibras de celulose. Ambas as fibras apresentam sensação de conforto ao toque muito semelhantes e por isso constantemente utilizadas no mercado de moda íntima.

### 3.3.1 Modal

O modal provém das fibras de celulose regenerada normalmente fabricadas pelo processo viscosa, que possuem elevada tenacidade e alto módulo de elasticidade a úmido (SILVA, 2012). Segundo Mass (2015), Modal é uma segunda geração regenerado da fibra celulósica e uma variação da fibra de rayon, que é feita a partir de árvores de faia sustentavelmente em PEFC (Programa para o Reconhecimento de Sistemas de Certificação Florestal). PEFC, que é a maior organização de certificação florestal do mundo, sendo originalmente desenvolvidas no Japão em 1951 (MASS, 2015).

As fibras de Modal podem ser produzidas em filamento contínuo ou em fibra cortada, com espessuras variadas (SILVA, 2012). A taxa de recuperação de umidade e o comportamento face ao calor e aos ácidos são semelhantes ao algodão, sendo mais resistente as bases devido a sua estrutura molecular. De acordo com Mass (2015) o que diferencia o modal das demais fibras é sua alta resistência quando molhado e sua grande suavidade ao toque, muitas vezes referido como "suave como uma pluma" e "fibra mais suave do mundo."

Para Vasconcelos (2016) as características fisiológicas do Modal reforçam essa sensação de suavidade porque a fibra absorve 50% a mais de umidade do que o algodão e de forma mais rápida, assim a pele permanece seca e consegue respirar, e mesmo após muitas lavagens as fibras de modal permanecem com essas propriedades.

O CONMETRO (2008) define modal como uma fibra de celulose regenerada obtida pelos processos que permitam alta tenacidade e alto módulo de elasticidade em estado úmido, e quando assim, devem ser capazes de resistir a uma carga de 22,5 g aproximadamente por Tex, e seu alongamento no estado úmido não deve ser superior a 15%.

O modal possui uma boa capacidade de retenção dos corantes, sendo possível obter artigos têxteis com cores bastantes fortes e brilhantes (SILVA, 2012). Estas fibras são, principalmente, utilizadas nas indústrias do vestuário e decoração, sob a forma de tecido ou malha. Na indústria do vestuário, é possível a obtenção de calças de ganga, vestuário clássico, camisolas de malhas, t-shirts, casacos, robes ou roupas íntimas, devido a sua suavidade (MASS, 2015).

Mass (2015) reforça que para satisfazer cada vez mais o cliente, esta fibra está a sendo desenvolvida, num projeto a longo prazo, no sentido de obter um toque mais próximo da seda, ou igual se possível, para conseguir uma nano estrutura que filtra o ar e os líquidos melhor que as fibras atuais existentes.

### 3.3.2 Algodão

Cavalcanti (2017) descreve o algodão como uma das fibras têxteis mais importantes do mundo, pois oferece variados produtos de utilidade com grande relevância na economia brasileira e mundial, sendo a fibra mais consumida pela Indústria têxtil de acordo com Cherem (2004), isso devido ao fato de que o algodão é uma das fibras que mais confere conforto e toque agradável ao vestir.

Vasconcelos (2016) ressalta que o algodão destaca-se como a mais importante matéria-prima utilizada na cadeia têxtil, que é uma fibra unicelular coletada da semente da planta de algodão, que em sua função original, protege a semente imatura e ajuda sua dispersão quando estiver madura.

O algodão tem coloração branca amarelada e sua qualidade depende do comprimento e do número de torções das fibras (VASCONCELOS, 2016). A qualidade do algodão é avaliada pelo seu comprimento e pelas torções, que quanto maior o comprimento melhor, mas deve-se ter atenção com a regularidade do comprimento das fibras de uma mesma planta. Quanto as torções, são elas que caracterizam a fibra de algodão, pois formam ondulações naturais que permitem que as fibras tenham coesão umas com as outras (VASCONCELOS, 2016).

De acordo com Barbosa e Mendez (2014), o algodão é umas das fibras mais utilizadas pois apresenta propriedades como o fácil manuseio, toque suave e confortável, boa solidez e secagem rápida, alta capacidade de absorção, baixa tendência de provocar reações alérgicas e boa resistência ao uso e lavagens.

Quando estas propriedades juntam-se com as propriedades dos tecidos de malha circulares, é possível chegar a um material ideal em questões de conforto para a pele por apresentar alto grau de elasticidade e alongamento (CHEREM, 2004). O tecido de malha em algodão possui como principais vantagens técnicas em relação as outras fibras o toque macio e natural, a alta hidrofiliade, e a facilidade de ter suas propriedades físicas controladas durante os processos de fabricação da malha (CHEREM, 2004).

### 3.4 CONFORTO

“O conforto é uma das principais características avaliadas pelo consumidor no momento da decisão pela compra de um produto” (ALENCAR; BOUERI 2012). O conforto e o bem-estar diário é uma busca crescente do homem moderno, com estilo de vida agitado e com jornadas de trabalho mais longas. O usuário busca não sentir desconforto no contato com o produto e em sua utilização, fazendo necessária a preocupação e compreensão de todos os aspectos influenciadores do conforto para os produtos de moda, visando melhorar a usabilidade e a funcionalidade, através do design e do avanço tecnológico (ALENCAR; BOUERI 2012).

A roupa está em contato constante com o corpo, portanto esta deve propiciar conforto, segurança e eficiência no seu uso, além de oferecer uma boa qualidade dos materiais, ser ergonômica e garantir uma estética agradável, garantindo assim uma boa relação com o seu usuário (GONÇALVES; LOPES, 2005).

As interações corpo-vestuário tanto térmicas como mecânicas desempenham funções muito importantes na determinação do estado de conforto do portador, assim como os ambientes externos (físico social e cultural). A percepção subjetiva do conforto compreende processos complicados de “psicologia sensorial”, em que um grande número de estímulos do vestuário e de ambientes externos se transmite ao cérebro, através de canais sensoriais, estimulando uma definição aceita para o conforto que é a ausência de dor e de desconforto em estado neutro (ALENCAR; BOUERI 2012)

Alguns problemas que podem ser apontados como causadores de desconforto no uso da roupa íntima e que são fatores determinantes na relação do usuário com o vestuário são: a pressão e atrito no contato do material com a pele e o conforto térmico, pertencentes ao campo do conforto fisiológico; a antropometria, mobilidade, biomecânica e postura, pertencentes ao campo do conforto físico (GIONGO; 2012).

Para Gionco (2012) o conforto é considerado como um fator importante na escolha da roupa, preferência e satisfação, apesar de cada pessoa ter um significado diferente para conforto, sendo que alguns consideram os aspectos psicológicos do conforto mais importantes, enquanto outros enfatizam o conforto físico. Do vestuário, de maneira geral, é aceita a visão de conforto total, que se subdivide em quatro aspectos fundamentais apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 - Aspectos dos tipos de conforto**

<b>Tipos de conforto</b>	<b>Características</b>
Conforto Termofisiológico	Estado térmico e de umidade à superfície da pele que envolve a transferência de calor e de vapor de água através dos materiais têxteis ou do vestuário
Conforto sensorial de “toque”	Conjunto de várias sensações neurais, quando um tecido entra em contato com a pele.
Conforto ergonômico	Capacidade que uma peça de vestuário tem de “vestir bem” e de permitir a liberdade dos movimentos do corpo.
Conforto psico-estético	Percepção subjetiva da avaliação estética, com base na visão, toque, audição e olfato, que contribuem para o bem-estar do usuário.

**Fonte: Adaptado de, VIANNA e QUARESMA, (2015).**

O conforto térmico tem relação com as sensações de calor e frio, exigindo tecidos que proporcionem o bem-estar através de suas características naturais ou tecnológicas como os fios de superfícies irregulares facilitando a circulação do ar. O conforto sensorial de “toque” está relacionado com o a maciez do tecido que é resultado da sua composição. Em relação ao conforto psico-estético nota-se o tipo de material têxtil, a conformação da roupa no corpo, a escolha das cores e também o odor das roupas usadas. O conforto ergonômico engloba todas as sensações acima, que agregadas à modelagem e confecção do vestuário adequa-se configuração do corpo, permitindo o bem-estar e a liberdade dos movimentos (VIANNA; QUARESMA 2015).

O conforto termofisiológico, a maior parte das vezes designado apenas por conforto térmico, tem em atenção as propriedades de transferência de calor e umidade do vestuário e da forma como a roupa ajuda a manter o balanço térmico do nosso organismo durante os seus diferentes níveis de atividade física (BROEGA; SILVA, 2007).

O conforto térmico, segundo Broega e Silva (2007), é definido como “o estado mental que expressa satisfação com o ambiente térmico”. As razões pelas quais, um indivíduo descreve conforto térmico (ou desconforto) ou sensações relacionadas com calor, frio, prazer, satisfação térmica, etc., são complexas e desconhecidas.

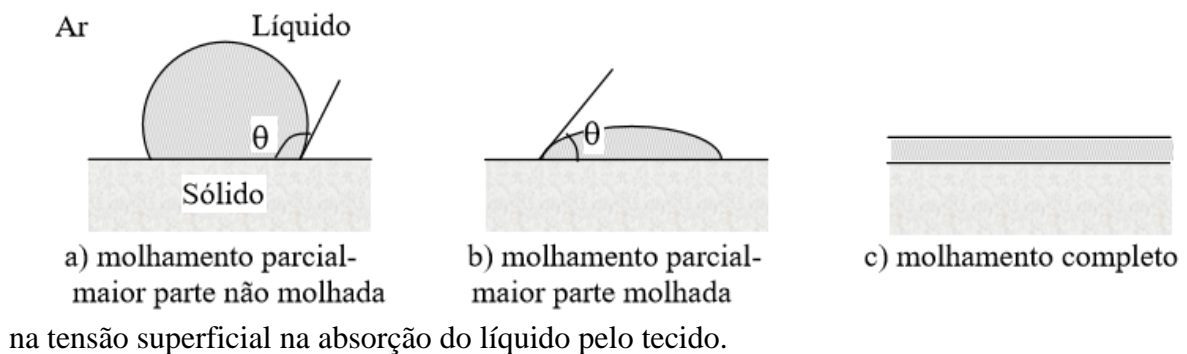
Os fatores relevantes do comportamento térmico do vestuário são: o isolamento térmico a seco, o transporte de umidade, o vapor de água através do vestuário, a transferência de calor através do vestuário, a compressão, a penetração do ar, a postura corporal do portador, etc. (BROEGA; SILVA, 2007). Para uma análise do conforto termofisiológico de roupas íntimas selecionou três fatores, de relativa importância, para avaliação: o transporte de umidade multidimensional, a permeabilidade ao vapor e a capilaridade.

### 3.4.1 Capilaridade

Capilaridade ou ação capilar é a propriedade física que os fluidos têm de subirem ou descenderem em tubos extremamente finos. O líquido, em contato com a superfície do tubo capilar, estará sujeito às forças de adesão (atração entre as moléculas) e coesão (atração intermolecular) (SILVA, 2013). A combinação de tensão superficial, causada pela coesão entre as moléculas do líquido, com a adesão do líquido à superfície desse material, pode fazê-lo subir por ele (CARVALHO; CAMPOS, 2010).

A tensão superficial do líquido causa diferença de pressão através da interface curva do líquido e o ar (CARVALHO; CAMPOS, 2010). A Figura 2 ilustra a influência do ângulo

**Figura 2 - Gota em contato com tecido**



**Fonte: Silva (2013).**

Especificamente no contexto de processamento têxtil, capilaridade é o fluxo espontâneo de um líquido em um substrato poroso, impulsionado por forças capilares. As forças de capilaridade são causadas pelo molhamento, ou seja, resultam de um molhamento espontâneo num sistema capilar (SILVA, 2013).

O efeito de capilaridade em um tecido é obtido em função das características superficiais da matéria-prima (tipo de fibra), dos microporos ou espaços vazios intrafios

(distância entre os filamentos no fio) e macroporos ou interfios (distância entre os fios no tecido) (SILVA, 2013).

Com base na extensão da interação com as fibras, os processos de capilaridade podem ser divididos em quatro categorias apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3 - Capilaridade em relação as fibras**

<b>Categoria de capilaridade</b>	<b>Característica</b>
Capilaridade de um líquido	Sem qualquer difusão significativa na superfície da fibra, a penetração capilar é o único processo envolvido
Capilaridade acompanhada por difusão do líquido em fibras ou em um acabamento na fibra	Dois processos simultâneos operam - penetração e difusão capilar do líquido para dentro das fibras
Capilaridade acompanhada por adsorção sobre as fibras	Vários processos estão ocorrendo simultaneamente - penetração capilar do líquido, difusão do agente tensoativo no líquido e a adsorção do tensoativo nas fibras
Capilaridade envolvendo a adsorção e difusão em fibras	Envolvendo simultaneamente os processos - penetração capilar, a difusão do líquido para dentro das fibras, a difusão do agente tensoativo no líquido, e de adsorção do surfactante sobre as fibras

**Fonte: Adaptado pelo autor, Silva (2013).**

A capilaridade ocorre em tecidos, sendo completa ou parcialmente quando imerso em um líquido ou em contato com uma quantidade limitada de líquido, tal como uma gota colocada sobre o tecido (SILVA, 2013). Segundo o autor as propriedades relacionadas à capilaridade influenciam a habilidade de absorção dos tecidos, além dos tamanhos e formas das fibras, bem como o seu alinhamento, influenciarão as configurações geométricas e a topologia dos poros ou espaços interfibra e, conseqüentemente, as taxas de capilaridade.

Tanto a quantidade de água transportada pelo tecido, quanto a distância que se desloca na unidade de tempo são consideravelmente influenciadas pela aleatoriedade da disposição das fibras nos fios. O mesmo fator controla a facilidade de molhamento da superfície dos tecidos (CARVALHO; CAMPOS, 2010).



### 3.4.2 Transporte de umidade

O transporte de umidade é a capacidade do tecido absorver a umidade a partir da pele, transportá-la para a superfície externa do tecido e liberá-la para o meio ambiente, obtendo um melhor conforto nos tecidos para vestuário (HADDAD *et al*, 2013). O autor ainda acrescenta que os fatores que mais influenciam no transporte de umidade são: tipo de fibra, finura da fibra, gramatura e estrutura do tecido, tipo do acabamento químico do tecido, hidrofiliabilidade e microfibras.

A gestão da umidade consiste na capacidade dos tecidos de transportar a umidade da pele até a superfície externa da roupa e dispersá-la pelo ambiente, de modo que a pele e a peça de roupa permaneçam secas durante seu uso. Uma boa gestão da umidade é de grande importância para a regulação da temperatura corporal. (VASCONCELOS *et al*, 2014).

Vasconcelos *et al* (2014) afirma que não há dúvidas de que o controle da umidade nas roupas esteja muito relacionado com o conforto, físico e psicológico, e que é cada vez mais valorizado pelo consumidor, que está disposto a pagar mais. Atualmente é possível notar que os tecidos com gestão da umidade deixaram de ser exclusivos para esportes, exercícios físicos, e são cada vez mais comuns no vestuário cotidiano, como roupas íntimas (SILVA, 2013).

Nas estruturas têxteis, os capilares entre fibras são os responsáveis por transportar a umidade. A ação capilar depende do diâmetro e da energia superficial, que pode ser modificada de acordo com o acabamento do artigo, pois quanto menor for o diâmetro dos capilares, maior o seu número, ou quanto maior for a energia superficial, maior a tendência de um líquido se mover através dos capilares (BENTO, 2009).

O comportamento das fibras em relação à umidade é, geralmente, função da estrutura química, tanto em âmbito micro como macromolecular, podendo a modificação desse comportamento ser atribuído a numerosos fatores. Vale ressaltar que as fibras não tem boa performance de absorção e liberação da água ao mesmo tempo (SILVA, 2013).

O processo de fiação, responsável pela produção de fios, varia de acordo com as características da fibra utilizada e do tipo de fio que se almeja obter (BENTO, 2009). A maior densidade de multifilamentos na seção do fio, principalmente quando se apresentam como microfibras, resulta no aumento do número de espaços vazios formados entre estas microfibras, também denominada de microporosidade (SILVA, 2013). O autor destaca que as fibras mais finas e as microfibras, criam através da microporosidade dos fios no artigo um

efeito capilar, que transfere o suor para o externo de maneira mais rápida, reduzindo consideravelmente a sensação de desconforto. Portanto além do transporte maior e mais rápido de umidade, a microporosidade permite um maior isolamento térmico, uma maior permeabilidade à água e ao ar.

Uma malha é formada por fios entrelaçados, e dependendo do fator de cobertura, estes fios ficam mais ou menos espaçados. Estes espaços interferem na energia superficial do tecido, e quanto maiores ou mais frequentes os espaços, haverá uma tendência de o líquido mover-se através deles (VASCONCELOS *et al*, 2014).

Os acabamentos químicos podem ampliar ou reduzir as propriedades de transporte de umidade de acordo com a funcionalidade desejada, dependendo de propriedades complexas incluindo a capacidade de absorver, taxa de absorção e evaporação do tecido (SILVA, 2013). A retenção de umidade demonstra a facilidade ou dificuldade de secagem do material têxtil e também está relacionada ao conforto, pois se a secagem do material for demorada, há um desconforto pela sensação de molhado e frio, que proporcionará ao usuário (BENTO, 2009).

Observa-se que, ao contrário do que se assume, a evaporação da umidade não se relaciona exclusivamente às propriedades intrínsecas das fibras, mas também à área de superfície dos fios, do tecido e também de sua gramatura, pois terá mais espaço no qual a umidade poderá ser retida antes de ser evaporada (SILVA, 2013). Portanto, a gestão desta umidade gerada e dispersada em várias dimensões configura-se uma ferramenta importante na definição dos principais parâmetros relacionado ao conforto do vestuário, principalmente quando se trata de roupas íntimas que estão sempre em contato com a pele.

### 3.4.3 Permeabilidade ao vapor

O transporte de vapor de água consiste na passagem de água sob a forma de vapor pelo substrato têxtil e é uma das propriedades mais importantes no tecido quando referentes ao conforto termofisiológico que representa a capacidade de transferir a transpiração do corpo (GASI; BITTENCOURT, 2010).

O balanço térmico, que permite que a umidade gerada pelo suor pela pele evapore e passe como vapor pela estrutura fibrosa, facilita o processo de termorregulação e impede que o vapor da transpiração fique retido entre a pele e o artigo têxtil (GASI; BITTENCOURT, 2010). Dessa forma em ambientes quentes, em que a produção e a evaporação de suor são os principais mecanismos de resfriamento do corpo humano para manter o conforto térmico,

enquanto em ambientes frios, a livre circulação do vapor de água para a superfície do tecido é essencial para evitar seu molhamento pela transpiração (SILVA, 2013).

O comportamento das fibras relativamente à umidade é relacionado geralmente com a função da estrutura química, tanto em nível micro quanto em macromolecular, fazendo com que as modificações do comportamento de permeabilidade ao vapor sejam atribuídas a numerosos fatores (GASI; BITTENCOURT, 2010). Os mecanismos de transmissão de vapor de água através de tecidos porosos envolvem difusão de vapor de água através das porosidades do tecido e das fibras individuais. A difusão de vapor de água através dos espaços vazios é controlada pelo gradiente de pressão do vapor d'água entre os dois lados do tecido (SILVA, 2013).

Os poros em tecidos planos podem ser entre os fios e interfibras e, assim, a taxa de difusão é governada pela estrutura do fio e do tecido, incluindo o tamanho e concentração destes poros e da espessura do tecido (SILVA, 2013). O autor também comenta que o fator chave para materiais utilizados no vestuário relaciona a resistência ao vapor de água à camada de ar entre a pele e o tecido.

## 4 METODOLOGIA

A análise dos resultados das amostras será realizada pelo mesmo método utilizado por Silva (2013), com o transporte de umidade multidimensional, a determinação da permeabilidade ao vapor, e a determinação de transporte de líquidos por capilaridade.

### 4.1 MATERIAIS

Para realização do estudo, os itens levados em consideração para avaliação das propriedades exigidas restringem-se às fibras, comparando-se o modal e o algodão.

A análise será feita em tecidos de malhas de trama com mesma estrutura, sem variações no título dos filamentos e ligamentos.

### 4.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O procedimento experimental compreende na caracterização das malhas, a determinação de transporte de umidade multidimensional, transporte de líquidos por capilaridade e permeabilidade ao vapor.

#### 4.2.1 Caracterização das malhas

A caracterização das malhas verificará a gramatura, espessura, determinação da estrutura e do número de carreiras e colunas de fios das malhas, necessários para a avaliação e comparação dos resultados.

##### 4.2.1.1 Gramatura

Para a determinação da gramatura será utilizada a norma ABNT NBR 10591:2008 – Materiais Têxteis – Determinação da gramatura de superfícies têxteis, em que é expressa em gramas por metro quadrado a relação de massa do material têxtil

#### 4.2.1.2 Espessura

Para a determinação da espessura será utilizada a norma ABNT NBR 13371:2005 – Materiais Têxteis – Determinação da espessura, em que indica a espessura do material têxtil sendo mais fino ou mais grosso.

#### 4.2.1.3 Determinação da estrutura

Para a determinação da estrutura da malha será utilizada a norma ABNT NBR 13460:1995 – Tecido de malha por trama – Determinação da estrutura, em que observa-se o tipo de ligação da malha.

#### 4.2.1.4 Determinação do número de carreiras e colunas

Para a determinação do número de carreiras e colunas da malha será utilizada a norma ABNT NBR 12060:1991 Versão Corrigida: 2002 – Materiais têxteis – Determinação do número de carreiras/cursos e colunas em tecidos de malha.

#### 4.2.2 Determinação do transporte de líquido por capilaridade

A determinação do transporte líquido por capilaridade, avalia a capacidade de um material têxtil de transportar líquidos ao longo de sua estrutura, que pode ser influenciado por diversos fatores, como tipo de fio, de fibra, estrutura do tecido e acabamentos. Para o ensaio será utilizada a norma JAPANESE STANDARDS ASSOCIATION. JIS L 1907: Métodos de teste para absorção de água em têxteis.

A taxa de transporte do líquido foi medida em três tiras de tecido de malha no sentido da trama e do urdume, nas dimensões de 20,0 x 2,5 cm, sendo que uma das extremidades é fixada verticalmente, enquanto a outra extremidade entra em contato com o líquido.

Após o tempo de 10 min, a altura da água absorvida pelo corpo de prova em mm foi medida. Sendo que quanto maior o valor medido, maior a capacidade da malha de transportar o líquido.

#### 4.2.3 Determinação do transporte de umidade multidimensional

Para determinação do transporte de umidade multidimensional utilizou-se a norma AATCC 195/16 - Propriedade de gestão de umidade líquida de tecidos têxteis. Realizou-se o ensaio de transporte de umidade multidimensional no equipamento Moisture Management Tester – MMT, do fabricante SDL Atlas. Este equipamento caracteriza objetivamente a difusão da umidade e as propriedades de transporte de umidade em uma superfície ou entre as superfícies de artigos têxteis, como a malha.

O aparelho MMT mede o transporte de umidade nos tecidos se baseando em três aspectos que são a resistência à água, repelência à água e as características de absorção de água na estrutura do tecido. Para o ensaio foram feitas 5 corpos de prova de 8,0 x 8,0 cm no sentido transversal do tecido, de acordo com a norma, estes foram colocados no MMT, onde uma gota de água cai sobre o tecido, e o mesmo através de sensores detecta a velocidade de transferência de umidade na fibra em múltiplas dimensões, e o raio de molhamento da gota no tecido.

#### 4.2.4 Determinação da Permeabilidade ao Vapor

Para o ensaio da permeabilidade ao vapor, utilizou-se a norma ASTM E96/16 - Permeabilidade ao vapor d'água, no equipamento “Water Vapour Permeability Tester”, marca SDL Atlas, que possui 8 recipientes com reservatórios de água para colocar as amostras e sistema de acionamento de rotação.

Para a realização dos ensaios, preencheu-se 25% do volume do recipiente com água, e colocou-se sobre cada recipiente uma amostra de malha, estes permaneceram em movimento rotativo por um período de 4 horas, a cada uma hora foi medido a quantidade de água perdida por diferença de massa.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir os resultados obtidos de cada um dos parâmetros avaliados.

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS MALHAS

A Tabela 4 apresenta os resultados de caracterização das malhas de algodão e modal, ambas cruas, sem qualquer processo de beneficiamento.

**Tabela 4 – Caracterização das malhas.**

<b>Caracterização</b>	<b>Malha de algodão</b>	<b>Malha de modal</b>
Gramatura (g/m <sup>2</sup> )	1.339	1.858
Espessura (mm)	0,3	0,4
Estrutura	Ligamento – meia malha	Ligamento – meia malha
Número de carreiras	26	22
Número de colunas	18	13

**Fonte: Autor (2017).**

### 5.2 DETERMINAÇÃO DO TRANSPORTE DE UMIDADE POR CAPILARIDADE

Os resultados encontrados para o transporte de umidade por capilaridade das malhas no sentido do urdume e da trama, são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5 - Transporte de umidade por capilaridade**

<b>Sentido</b>	<b>Malha de algodão</b>	<b>Malha de modal</b>
Urdume (cm)	13,1	8,9
Trama (cm)	13,2	10,5

**Fonte: Autor (2017).**

A malha de algodão alcançou maiores resultados de altura durante o ensaio, tanto no sentido da trama como no do urdume.

### 5.3 DETERMINAÇÃO DO TRANSPORTE DE UMIDADE MULTIDIMENSIONAL

A partir dos valores fornecidos pelo ensaio MMT, pode-se classificar a performance de transporte de umidade das malhas, pois o equipamento fornece quatro índices para avaliação da gestão de umidade.

Os índices representam a taxa de absorção, a capacidade de transporte em um sentido e a velocidade de difusão, este sendo constituído pelo “Tempo de molhamento” e o “Máximo raio molhado”, exibidos nas seguintes tabelas.

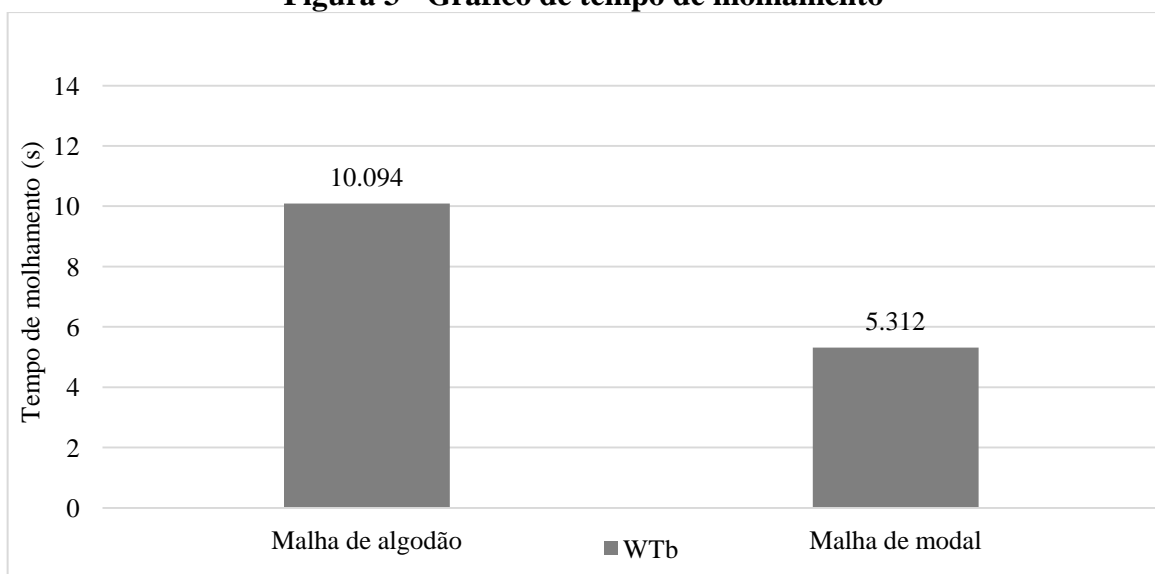
A Tabela 6 e a Figura 3 apresenta o índice WTb (superfície interior), em que mostram o tempo em segundos necessários para que as superfícies inferior e superior do tecido comecem a ficar molhadas.

**Tabela 6 - Tempo de molhamento**

Tempo de molhamento	Malha de algodão	Malha de modal
	WTb (s)	WTb (s)
1	9,094	5,343
2	9,844	5,156
3	11,344	5,437
<b>Média</b>	<b>10,094</b>	<b>5,312</b>
<b>D.P.</b>	1,145	0,143
<b>CV</b>	0,113	0,026

Fonte: Autor (2017).

**Figura 3 - Gráfico de tempo de molhamento**



Fonte: Autor (2017).



Os índices de Tempo de molhamento demonstram que a malha de algodão levou cerca de 10 s para começar a ficar molhada, enquanto a malha de modal levou cerca 5 s, cerca de 52% mais rápida.

A Tabela 7 apresenta os valores de MWRt (superfície superior) e MWRb (superfície inferior) que demonstram os raios máximos de difusão do líquido, em mm, em anéis concêntricos nas duas superfícies das malhas.

**Tabela 7 - Máximo raio molhado.**

Máximo raio molhado	Malha de algodão		Malha de modal	
	MWRt (mm)	MWRb (mm)	MWRt (mm)	MWRb (mm)
1	0,0	5,0	0,0	10,0
2	0,0	5,0	0,0	10,0
3	0,0	5,0	0,0	10,0
<b>Média</b>	<b>0,0</b>	<b>5,0</b>	<b>0,0</b>	<b>10,0</b>

Fonte: Autor (2017).

Os valores máximos de raio molhado do algodão verificam-se entre 0 e 5, enquanto que os de modal entre 0 e 10. Para melhor compreensão dos resultados, a avaliação foi realizada com os parâmetros de máximo raio molhado propostos na norma do equipamento, representados na Tabela 8.

**Tabela 8 - Parâmetro máximo molhado MMT**

Grau	1	2	3	4	5
Máximo raio molhado (mm)	0 - 7	7 - 12	12 - 17	17 - 22	> 22
Comportamento	Não molha	Pequeno	Médio	Rápido	Muito rápido

Fonte: Adaptado pelo autor (Silva, 2013).

Os resultados mostram que a malha de algodão apresenta uma pequena dispersão de umidade na superfície inferior, mas praticamente nenhuma na superfície superior. Por outro lado, em grau de comportamento, classifica-se a malha de algodão como “não molha”, porque a quantidade de dispersão nas superfícies percebidas em valores, não foi suficiente para alterar sua classificação. Quanto a malha de modal, os resultados mostram que não há dispersão da umidade na superfície superior, mas na superfície inferior o grau de comportamento é considerado “pequeno”, demonstrando maior dispersão de umidade que a malha de algodão.

O índice de capacidade de transporte de umidade em um único sentido é a diferença da umidade acumulada entre a superfície inferior pela superior. Os resultados apresentados pelo MMT em relação a cada malha estão distribuídos na Tabela 9.

**Tabela 9 - Capacidade de transporte em um único sentido.**

Amostra	Malha de algodão %	Malha de modal %
1	100,97	70,80
2	69,29	70,50
3	40,60	70,92
<b>Média</b>	<b>97,14</b>	<b>70,74</b>
<b>D.P.</b>	26,15	0,22
<b>CV</b>	0,27	0,00

Fonte: Autor (2017).

Os valores de capacidade de transporte em um único sentido são expressos em %, e através da Tabela 10, que apresenta classificação por grau de comportamento do MMT, é possível analisar os resultados das malhas.

**Tabela 10 - Parâmetro de capacidade de transporte em único sentido MMT.**

Grau	1	2	3	4	5
Capacidade de transporte (%)	< -50	-50 - 100	100 - 200	200 - 400	> 400
Comportamento	Muito pobre	Pobre	Bom	Muito bom	Excelente

Fonte: Adaptado pelo autor (Silva, 2013).

Observa-se que tanto a malha de algodão como a de modal são classificadas como “pobres” para capacidade de transporte de umidade em um único sentido.

#### 5.4 DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE AO VAPOR

Os resultados obtidos no ensaio de permeabilidade ao vapor são apresentados na Tabela 11.

**Tabela 11 - Permeabilidade ao vapor.**

	Malha de algodão	Malha de modal
Transmissão de vapor (g/h.m <sup>2</sup> )	39,873	38,849

Fonte: Autor (2017).

Observa-se que os valores de transmissão ao vapor são bem próximos entre o algodão e o modal, sendo o algodão com resultados maiores em relação a transmissão, cerca de 2,5% maior.

## 5.5 DISCURSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados experimentais obtidos, podem ser resumidos de acordo com os principais parâmetros avaliados:

- Transporte de umidade multidimensional:

A fibra de modal apresenta melhor transporte de umidade multidimensional, apesar de apresentar valores muito próximos aos do algodão.

- Transporte de umidade por capilaridade:

A fibra de algodão favorece mais o transporte de umidade por capilaridade do que a de modal.

- Permeabilidade ao vapor:

A duas fibras apresentam resultados muito próximos, sendo os resultados de permeabilidade ao vapor do algodão superiores.

A tabela 12 apresenta um resumo da influência dos parâmetros de conforto discutidos no trabalho.

**Tabela 12 - Resumo da influência dos parâmetros.**

Malha	Algodão	Modal
Transporte de umidade por capilaridade	↑	↓
Transporte de umidade multidimensional	↓	↑
Permeabilidade ao vapor	↑	↓

**Fonte: Autor (2017).**

As propriedades de transporte de umidade por capilaridade e permeabilidade ao vapor da fibra de algodão mostraram-se mais eficientes que as do modal, em virtude da alta capacidade de absorção da fibra de algodão, permitindo que o algodão absorva uma maior quantidade de umidade da pele, além de permitir que a pele respire por possibilitar uma maior transferência de vapor pela malha.

Por suas propriedades de transporte multidimensional superiores ao do algodão, entende-se que o modal tem melhor capacidade para transferir a umidade da pele para o lado externo do forro da roupa íntima, fazendo com que a mesma seque mais rápido por apresentar baixa absorção.

## 6 CONCLUSÕES

Os parâmetros de transporte de umidade e permeabilidade analisados neste trabalho fundamentam a importância do estudo das características termofisiológicas dos materiais têxteis, principalmente para roupas íntimas que estão em constante contato com a pele humana. A partir dos resultados experimentais foi possível realizar uma análise de qual fibra, algodão ou modal, melhor se adequa como forro de roupas íntimas para evitar a condensação de líquidos e garantir um melhor desempenho térmico, funcional e de conforto.

O conforto termofisiológico relacionado ao transporte de umidade sempre foi avaliado pelo método de transporte de umidade por capilaridade apenas, e o presente trabalho permite concluir que o transporte de umidade multidimensional, que simula de forma mais equivalente o suor, quando comparado ao de capilaridade não se validam, demonstrando que mesmo o algodão reunindo melhor absorção e capilaridade, tem menor transferência de umidade que o modal.

Conclui-se que em questão de conforto termofisiológico a fibra de modal apresenta melhor sensação térmica que o algodão, quando utilizada como forro na construção de roupas íntimas, porque permitiria a transferência da umidade produzida pela pele de forma mais eficiente que o algodão.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Camila O. C.; BOUERI, Jorge. **O conforto no vestuário: uma análise da relação entre conforto e moda.** São Paulo: USP, 2012.
- ALONSO, Raquel S.; GUIMARÃES, Bárbara M. G.; TAKAMUNE, Júlia B. R.; SANCHES, Regina A. **Conforto no vestuário esportivo: fibra de viscose e celulose de bambu.** São Paulo: USP, 2010.
- AMERICAN ASSOCIATION OF TEXTILE CHEMISTS AND COLORISTS. **AATCC Test Method 195-2016: Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics.** Research Triangle Park. 2016.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM, **E-96/ E96M–Standard**  
Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials, West Conshohocken, PA, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10591:2008: Materiais Têxteis – Determinação da gramatura de superfícies têxteis.** Rio de Janeiro: ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12060:1991: Materiais têxteis – Determinação do número de carreiras/cursos e colunas em tecidos de malha.** Rio de Janeiro: ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13371:2005: Materiais Têxteis – Determinação da espessura.** Rio de Janeiro: ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13460:1995: Tecido de malha por trama – Determinação da estrutura.** Rio de Janeiro: ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995.
- BENTO, Maria R. F. **Concepção de estruturas de malha com elevadas capacidades de transferências térmica e fisiológica para aplicação em calçado desportivo.** Covilhã: Universidade da Beira Interior, 2009.
- BRASIL. Conmetro. Resolução nº 2.
- BROEGA, Ana C.; SILVA, Maria E. C. **O conforto total do vestuário: Design para os cinco sentidos.** Guimarães: Universidade do Minho, 2007.
- CARVALHO, José G.; CAMPOS, João S. C. **Estudo sobre termofixação e propriedades mecânicas de fibras de poliéster.** Campina Grande: ABCM, 2010.
- CAVALCANTI, Carolina D'Ávila Kramer; AZEVEDO, Mariana Mendes de; KRAUSE, Andrea Cristina. **HIDROFILIDADE EM MALHA 100 % ALGODÃO COM DIFERENTES TENSOATIVOS E ENZIMAS.** In: CONGRESSO CIENTIFICO DE TÊXTIL E MODA, 5., 2017, São Paulo. **CONTEXMOD** . São Paulo: FEI, 2017. p. 1 - 10.

CHEREM, Luiz Felipe Cabral. **UM MODELO PARA A PREDIÇÃO DA ALTERAÇÃO DIMENSIONAL EM TECIDOS DE MALHA EM ALGODÃO**. 2004. 294 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Ufsc, Florianópolis, 2004.

GASI, Fernando; BITTENCOURT, Edison. **Estudo das propriedades de conforto em tecidos de malha das fibras sintéticas de poliéster e poliamida 6.6: permeabilidade ao vapor, transporte de umidade e proteção ultravioleta**. Rio de Janeiro: REDIGE, v.1, n.1, 2010.

GIONGO, Marina A. **Diretrizes de projeto para design de calcinhas: um estudo com ênfase na percepção de conforto**. Porto Alegre: UFRGS, 2012.

GONÇALVES, Eliana; LOPES, Luciana. **Ergonomia no vestuário: conceito de conforto como valor agregado ao produto de moda**. In: SANT'ANNA, Mara Rúbia (Org.). *Moda Palavra*. Florianópolis: UDESC/CEART, 2005. v. 4.

HADDAD, Marcella F.; WATANABE, Toshiko; BORELLI, Camilla. **Influência do tipo de fio e do ligamento no transporte de umidade em tecidos planos**. São Bernardo do Campo: FEI, 2013.

IEMI. Instituto de Estudos e Marketing Industrial Ltda. Brasil Têxtil 2004. **Relatório Setorial da Cadeia Têxtil Brasileira**. São Paulo: IEMI e ABIT, v. 4, n.º 4, agosto de 2014.

JAPONESE STANDARD ASSOCIATION. **JIS L 1907: Test methods for water absorbency of textiles: Method b**. Tokyo, 2009.

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: 20 set. 2016.

NEVES, Erica P.; BRIGATTO, Aline C.; PASCHOARELLI, Luis C. **Moda Íntima: uma abordagem acerca dos aspectos de usabilidade**. São Paulo: HFD, v.4, n.8, p 058-075, nov. 2015.

MARTINEZ, Maria Elisa Marciano; BRAGA JUNIOR, Edí; ANTUNES, Adelaide. **MAPEAMENTO COMPARATIVO DAS TECNOLOGIAS DO SETOR TÊXTIL POR MEIO DE DOCUMENTOS PATENTÁRIOS DEPOSITADOS NO BRASIL VERSUS MUNDO. Cadernos de Prospecção**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.54-62, 30 mar. 2016. Universidade Federal da Bahia. <http://dx.doi.org/10.9771/s.cprosp.2016.009.007>.

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

PEGORER, Sabrina. **Fatores que influenciam no comportamento de compra de lingerie**. Lajeado: UNIVATES, 2015.

QUEIROZ, Júlia C.; ROCHA, Maria A. V. **Reflexões sobre roupas íntimas femininas: ergonomia e consumo**. Recife: UFRPE, 2009.

ROMERO, Luiz L.; VIEIRA, Jayme O. W. M.; MARTINS, Renato F.; MEDEIROS, Luiz A. R. **Malharias**. BNDS, 1994.

SILVA, Camilla Borelli. **COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES DE TRANSPORTE DE UMIDADE, CAPILARIDADE, PERMEABILIDADE AO VAPOR E PERMEABILIDADE AO AR EM TECIDOS PLANOS DE POLIÉSTER**. 2013. 140 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Unicamp, Campinas, 2013.

SILVA, João M. **Estudo comparativo das propriedades mecânicas em compósitos da fibra modal e poliéster**. Natal: UFRN, 2012.

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.

VASCONCELOS, Fernanda G.; WATANABE, Toshiko; VASCONCELOS, Fernando B. **Transporte de umidade em camisetas esportivas após lavagens**. Textília Textéis Interamericanos, ed 94, 2014.

VIANNA, Claudia; QUARESMA, Manuela. **Ergonomia: conforto têxtil no vestuário do idoso**. Rio de Janeiro: PUC, 2015.