

A eficácia de produtos hidrofóbicos aplicados em tecidos 90% poliéster 10% elastano estampados

The efficacy of hydrophobic products applied in tissue-polyesters having 90% 10% elastane unprinted

Vanessa Lorscheiter¹, Luis Fernando Folle¹

¹ Mestre em Design Uniritter – UniRitter – Porto Alegre, RS
e-mail: vanessa.designvl@gmail.com; luis_folle@uniritter.edu.br

RESUMO

Os avanços industriais para o setor de vestuário, ligam os desejos e as necessidades dos usuários a soluções relacionadas a aspectos da moda, da tecnologia e do conforto dos tecidos. Com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento de processos de inovação por meio do design, o presente estudo analisa a eficácia de dois produtos hidrofóbicos de empresas do Rio Grande do Sul, o produto 1495 da Claritex e o produto 1003 da Corium. Estes produtos foram aplicados nos tecidos Dress e Sublime, ambos com 90% poliéster 10% elastano e estampados por sublimação, da empresa têxtil Santaconstancia, São Paulo. Busca-se avaliar se os tecidos perdem as propriedades hidrofóbicas após várias lavagens e se mantêm sua permeabilidade ao vapor de água, a qual contribui ao conforto térmico. Foram analisados, o processo de lavagem doméstica, os ensaios de permeabilidade ao vapor de água e o ângulo de contato da gota. Os resultados mostraram que os dois produtos hidrofóbicos analisados são eficazes, mas o produto 1003 obteve a maior média do ângulo de contato da gota após 20 lavagens. Outro resultado obtido foi que os tecidos analisados não sofreram mudanças significativas nos valores de permeabilidade ao vapor de água quando comparados aos tecidos crus, sem aplicação de estampa e sem o produto hidrofóbico.

Palavras-chave: Tecnologia Aplicada ao Design. Têxtil. Hidrofóbico. Pesquisa em Design. Conforto Térmico.

ABSTRACT

Industrial breakthroughs for the clothing sector connect the consumers' desires and needs to solutions related to fashion and technology aspects, and the comfort of the fabrics. In order to contribute to the development of innovation processes through design, this study examines the effectiveness of two hydrophobic products from Rio Grande do Sul companies: the product 1495, from Claritex, and the product 1003 from Corium. These products were applied to the fabrics Dress and Sublime, both with 90% polyester, and 10% elastane, and printed by sublimation, from the textile company Santaconstancia. The objective is to evaluate if the fabrics lose their hydrophobic properties after multiple washings, and if they maintain their permeability to water steam, which contributes to thermal comfort. It was analyzed assays with resistance to domestic laundering, the water steam permeability and the contact angle from the drop of water. The results showed that both hydrophobic products analyzed are effective, but the product 1003 had the highest average of contact angle from the drop of water after 20 washes. Another result is that the fabrics analyzed haven't suffered significant changes in the permeability to the water steam values when they compared to fabrics without application of print and the hydrophobic product.

Keywords: Applied Technology to Design. Textile. Hydrophobic. Design Research. Thermal comfort.

1. INTRODUÇÃO

O mercado têxtil tem se tornado um setor de competitividade e o design, segundo CARVALHO [1], consolidada as possibilidades viabilizadas pelos avanços tecnológicos, ligando os desejos e as necessidades dos usuá-

rios. Nesse contexto, estudos sobre tecidos inteligentes surgem para explorar as exigências dos consumidores e formular soluções a essas demandas. Essas soluções estão relacionadas a investimentos tecnológicos na indústria tendo em vista as classes sociais e a diversidade de mercado. Correlacionado às novas tecnologias e às aspirações dos consumidores ao conforto, além da moda e da tecnologia.

Segundo FERREIRA [2], foram realizadas, ao longo dos últimos anos, inúmeras pesquisas sobre o uso de produtos hidrofóbicos, podendo haver relação com as novas tecnologias, além de exigências de mercado, de usuários e da sustentabilidade. O design, no contexto dessas pesquisas, exerce um papel fundamental para o uso das novas opções disponíveis no setor industrial têxtil, oferecendo novas possibilidades e estudos dentro de seus nichos, como no ramo da moda.

Durante as pesquisas para a elaboração deste estudo, não foram encontrados trabalhos nacionais específicos com tecidos estampados hidrofóbicos. Há estudos relacionados à hidrofobicidade de materiais como o couro por SERENKO *et al.* [3], e tecidos lisos por BORISOVA e REIHMANE [4]. Já quanto ao conforto, encontrou-se artigos referentes a tecidos sem estampas, como BROEGA e SILVA [5] que descrevem a importância do conforto no vestuário. Outros estudos como os de HAE *et al.* [6], GORJANC *et al.* [7], e BAJZIK [8], relacionaram o conforto térmico ao ambiente. ZHANG *et al.* [9] discutem a aplicação de sílica em algodão para analisar os efeitos hidrofóbicos utilizando o ensaio de ângulo de contato da gota e concluíram que a sílica aplicada ao algodão deixa o tecido superhidrofóbico.

FERREIRA [2] analisou superfícies hidrofóbicas por pulverização para verificar a influência de alguns parâmetros como a distância e o número de spray, os tipos de substratos, a molhabilidade da superfície em contato com diferentes líquidos e a aplicação feita em vidro. Os resultados obtidos mostraram ser possível obter superfícies hidrofóbicas.

SILVA [10] avaliou o conforto de artigos têxteis pelo transporte de umidade multidimensional, transporte de umidade por capilaridade, permeabilidade ao vapor de água e permeabilidade ao ar e comparou tecidos planos de poliéster produzidos com diferentes ligamentos e títulos de filamentos. Os resultados mostraram que a presença de filamentos mais finos, aliada ao ligamento tela, favorece o transporte da umidade por capilaridade e a permeabilidade ao ar, enquanto que os parâmetros de transporte da umidade multidimensional e permeabilidade ao vapor não sofreram influência dos títulos dos filamentos e dos diferentes ligamentos, sendo unicamente influenciados pelas propriedades da matéria-prima.

SKOMRA [11], a partir de experimentos, pesquisou se o linho é comparável aos tecidos de algodão e algodão com poliéster, tradicionalmente usados em roupas esportivas, quanto à durabilidade, elasticidade, permeabilidade ao vapor e ao ar. Os resultados mostraram que o tecido de fibra mista – com poliéster e linho – tem maior permeabilidade ao ar, com uma média geral de 113,05 m³/m²/min, seguido pelo tecido com fibra de 100% poliéster. No estudo, não se obteve nenhuma diferença significativa entre as cinco misturas de fibras no que concerne à taxa de transmissão de vapor de umidade e não foi citado se há uma média de valor de permeabilidade ao vapor de água relacionada ao conforto térmico.

BORISOVA e REIHMANE [4] realizaram um estudo do tratamento hidrofóbico na superfície de tecidos mistos nos quais foram aplicados os testes de capilaridade, ângulo de contato da gota, resistência à penetração de água, resistência à molhabilidade, permeabilidade ao ar e lavagem de durabilidade. Seus objetivos foram aprovar tecnologias desenvolvidas determinando a sua eficácia de acabamento no caso de agentes químicos diferentes, investigar e comparar as propriedades de agentes hidrófobos comercialmente disponíveis, determinar uma tecnologia de acabamento ideal para um tecido de fibras de algodão e poliéster. Não há informações quanto a trama dos tecidos que possa ser utilizado como comparação para o presente estudo.

Contudo, como pesquisado em outros artigos utilizados como apoio teórico, como NAYAK *et al.* [12], SARICAM e KALAOGLU [13], os estudos analisam diversas propriedades têxteis, como as fibras e os filamentos, e os ensaios para permeabilidade ao vapor de água e ar, o ângulo de contato da gota em outros materiais. Sobre o conforto térmico, abrangem o conforto ao ambiente e se utilizam de manequins com sensores térmicos e câmeras climáticas para testes como os estudos de TIAN *et al.* [14] e TAKADA *et al.* [15].

A partir das pesquisas bibliográficas, verificou-se a falta de estudos para a aplicação de produtos hidrofóbicos em têxteis estampados para o vestuário no Brasil. Neste estudo serão feitos testes em laboratório para medir a permeabilidade ao vapor de água e o ângulo de contato da gota para avaliar a eficácia de dois produtos hidrofóbicos aplicados em dois tecidos 90% poliéster 10% elastano já estampados por sublimação. O teste de lavagem será feito em uma máquina de lavar roupas doméstica para que seja o mais próximo possível da realidade do usuário.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Tecidos usados para os testes

Os tecidos utilizados nesse estudo são compostos de fibras 90% poliéster e 10% elastano estampados conhecidos comercialmente como o tecido “Dress” e tecido “Sublime”. O tecido Dress tem gramatura de 162g/m², e o tecido Sublime 220 g/m². Ambos são tecidos do tipo malha trançados por trama. Para a aplicação dos produtos hidrofóbicos, cada tecido foi colocado em uma mesa e aplicado por pulverização a 15 cm de altura na diagonal. Após a aplicação, os dois tecidos foram colocados em uma estufa a 180°C por 5 min para que ambos os tecidos com as aplicações secassem, e para que a propriedade hidrofóbica do produto da Corium fosse ativada. O produto da Claritex não necessita do calor para ativação, porém foi feito o mesmo procedimento pois a estufa auxilia na secagem do produto. Ao terminar o processo, o tecido de gramatura 162g/m², foi nomeado como 162D-CO e o tecido de gramatura 220g/m², como 220S-CO. O mesmo processo foi feito com os outros dos dois tecidos, porém nestes foram aplicados o produto hidrofóbico Claritex e assim foram nomeados como 162D-CL para o tecido de gramatura 162g/m² e como 220S-CL para o tecido de gramatura 220g/m².

Finalizado o processo de aplicação dos dois produtos hidrofóbicos, os tecidos foram separados para o teste de lavagem doméstica.

2.2 Teste de lavagem doméstica

Para este estudo, a lavagem será apenas para analisar se os tecidos mantêm as propriedades hidrofóbicas. Tendo em vista aproximar o teste o máximo possível da realidade, visualizando o provável usuário das peças de roupa confeccionadas com os tecidos, a lavagem foi feita em máquina de lavar roupa doméstica da marca Electrolux 12kg e utilizando sabão em pó e amaciante no local adequado da máquina, sendo 9g de sabão em pó da marca Omo, 12g de amaciante da marca Confort, com o nível extra baixo de água e seguindo o ciclo normal de lavagem: cobrindo os processos de agitação, molho, enxágue, centrifugação e secagem. O ciclo durando o total de 1 hora e 30 minutos até sua finalização.

Foi crucial manter o padrão em todas as lavagens pretendidas. Assim, foi necessário utilizar um termômetro digital para medir a temperatura da água para mantê-la constante em $25,8 \pm 3$ °C (temperatura medida na primeira lavagem).

Foram recortados de cada amostra vinte e cinco corpos de prova, totalizando 75 corpos do tecido Dress e 75 corpos do tecido Sublime, medindo 2cm² cada. Por serem pequenos, os corpos foram colocados dentro de um saco para lavadora de roupas 40 x 50cm da marca Clink, para que não entrassem nos furos do cesto da máquina de lavar roupas.

Antes de iniciar as lavagens, foram reservados 5 corpos de prova de cada amostra e nomeados como 162D-SL, 220S-SL, 162D-CO-SL, 220S-CO-SL, 162D-CL-SL e 220S-CL-SL, sendo SL= sem lavagem, para que estes pudessem ser utilizados como modelo das propriedades dos tecidos sem passar pelo processo de lavagem. Os corpos de prova restantes foram deixados no saco para lavadora. A primeira parte da lavagem, ao ajustar o painel e ligar a máquina, é o enchimento de água. Quando atingido o nível de água selecionado, a máquina emite um som e para de receber água para então iniciar o ciclo. Nesse momento, a tampa da máquina foi levantada e com o auxílio do termômetro digital, que deve ser deixado parado na água por 30 segundos contados com o auxílio de um temporizador, mediu-se a temperatura da água. Após medir a temperatura, os corpos de prova foram colocados dentro do cesto da máquina de lavar para iniciar o ciclo selecionado. Quando o ciclo terminou e a máquina desligou, os corpos de prova foram retirados da máquina e também do saco para lavadora e estendidos em temperatura ambiente, protegidos do sol. Depois que os tecidos secaram, foram colocados novamente no saco para lavadora e todo o processo já descrito foi repetido e assim sucessivamente até a quinta lavagem. Antes da sexta lavagem, foram reservados cinco (05) corpos de prova de cada amostra e nomeados como 162D-5L e 220S-5L, sendo 5L= 5 lavagens, assim também para 162D-CO-5L, 162D-CL-5L, 220S-CO-5L e 220-CL-5L. Na sequência, continuou-se o procedimento e a cada cinco (05) lavagens foram retirados os cinco (05) corpos de prova de cada amostra, e nomeados com as siglas, conforme feito com as 5L: 10L (10 lavagens); 15L (15 lavagens); 20L (20 lavagens).

Nesse processo também foram lavados os corpos de prova para o ensaio de permeabilidade ao vapor de água.

2.3 Ensaio do ângulo de contato da gota

Para o ensaio de ângulo de contato da gota foram utilizados os 150 corpos de prova de 2cm² do ensaio de lavagem, sendo: 25 corpos de prova sem o processo de lavagem (SL), 25 corpos com 5 processos de lavagem

(5L), 25 corpos com 10 processos de lavagem (10L), 25 corpos com 15 processos de lavagem (15L) e 25 corpos com 20 processos de lavagem (20L).

Esse ensaio foi realizado em um aparelho medidor de ângulo de contato com câmera PixeLink conforme mostra a Figura 1.

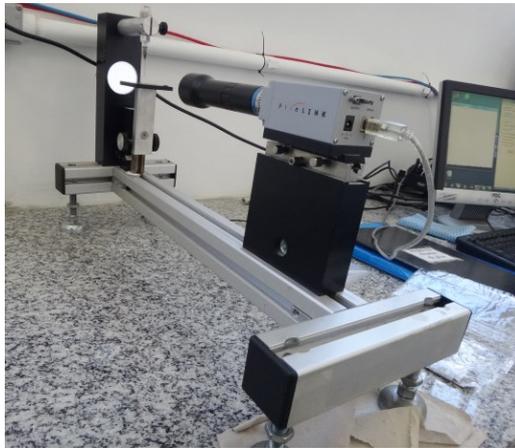


Figura 1: Modelo de medidor de ângulo de contato com câmera.

Nesse equipamento, os ângulos de contato são fotografados digitalmente através do aparelho medidor de ângulo de contato e a imagem é salva no computador. Na Figura 2, é possível visualizar somente a imagem capturada da gota cujo ângulo de contato é medido em relação à superfície sólida.

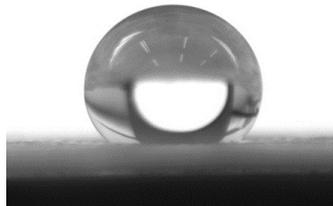


Figura 2: Imagem capturada da gota.

Na seringa que é acoplada ao aparelho, foi utilizado água destilada. Após a regulagem do medidor foram realizados alguns pré-testes para avaliar se a câmera estava com foco. Percebeu-se nesses tecidos de testes, somente estampados, que a gota penetrava rapidamente ou lentamente. Assim, foi registrado o tempo dessa absorção e estipulado um tempo de 40 segundos para que a gota se estabilizasse antes da imagem ser capturada. Na Figura 3, a foto mostra a base do medidor com o tecido 2cm² e com a gota de água sobre ele. Nessa foto, é possível observar a agulha da seringa e no fundo, o ponto de luz para auxiliar na captura da imagem.

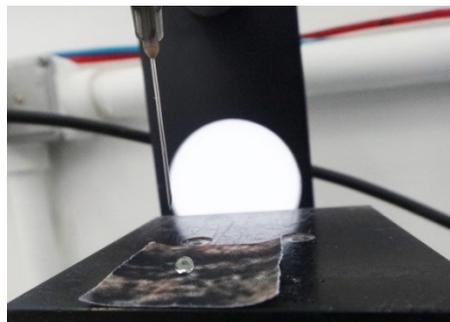


Figura 3: Seringa, corpo de prova e gota sobre o tecido.

Iniciado o ensaio, o primeiro corpo de prova do tecido 162D-SL foi colocado sobre a base e uma gota de água foi pingada sobre ele. Após 40 segundos cronometrados, a imagem da gota foi capturada. A imagem foi salva diretamente no computador ao qual está ligado o aparelho. Da mesma forma, o processo foi feito com os outros quatro corpos de prova do tecido 162D-SL, e sucessivamente com todos os outros corpos de prova do tecido 162D e, também, com todos do tecido 220S.

Após todos os 150 corpos de prova terem a imagem da gota salva, foi utilizado o software SolidWork para medir os ângulos das gotas. Cada imagem capturada foi aberta no software e, com o auxílio de ferramentas de esboço do programa, marcou-se três linhas: uma linha base, uma curva conforme a silhueta da gota e uma linha tangente à curva. Em seguida, através de outra ferramenta do programa, foi aplicado a medida do ângulo de contato da gota conforme a Figura 4.

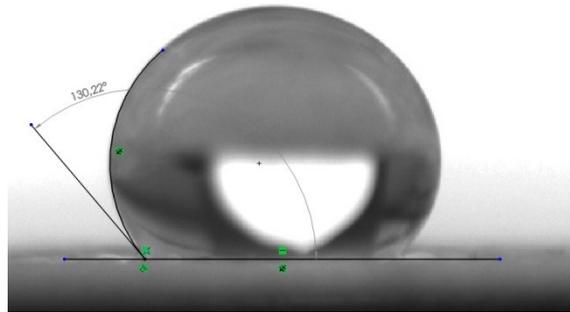


Figura 4: Medida do ângulo de contato da gota.

Assim foi realizado com todas as imagens de todos os 150 corpos de prova e salvos separados em pastas conforme a quantidade de lavagem.

O ensaio foi aplicado neste estudo para analisar se os tecidos permaneceram com as propriedades hidrofóbicas após o processo de lavagem com as medições dos ângulos de contato da gota.

2.4 Ensaio de permeabilidade ao vapor de água

O ensaio de permeabilidade ao vapor de água foi realizado com um permeabilímetro da marca Maqtest, o qual aceita todos os tipos de corpos de prova com espessura inferior a 3 mm.

As amostras ficam armazenadas durante 24 horas e são ensaiadas em ambiente climatizado em temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $50 \pm 5\%$. No ensaio, os corpos de prova são colocados nas bocas dos copos que contêm em seu interior uma quantidade de dessecante sólido, que recolhe a umidade do ar. Em seguida, são montados no suporte dos copos e expostos a uma forte corrente de ar, em uma atmosfera padrão de temperatura e de umidade.

Os corpos de prova utilizados para este ensaio, com tamanho de 20cm^2 , foram: 162D-cru e o 220S-cru: sem estampa e sem produto hidrofóbico; 162D-SL e 220S-SL: estampados, sem aplicação de produtos hidrofóbicos e sem lavagem (SL); 162D-CO-SL e 220S-CO-SL: estampados, com aplicação do produto hidrofóbico CO e sem lavagem; 162D-CL-SL e 220S-CL-SL: estampados, com aplicação do produto hidrofóbico CL e sem lavagem; 162D-CO-20L e 220S-CO-20L: estampados, com aplicação do produto hidrofóbico CO e com 20 lavagens; 162D-CL-20L e 220S-CL-20L: estampados, com aplicação do produto hidrofóbico CL e com 20 lavagens; 162D-20L e 220S-20L: estampados, sem aplicação de produto hidrofóbico e com 20 lavagens.

Esses corpos de prova foram lavados juntamente com os corpos de prova de 2cm^2 , ou seja, passaram pelas 20 lavagens com as mesmas condições utilizadas no processo de lavagem doméstica. Eles foram colocados dentro de um saco para lavadora conforme mostra a Figura 5.



Figura 5: Corpos de prova 20cm² com os de 2cm² no saco para lavadora.

Optou-se pelo uso dos tecidos 162D-cru e 220S-cru para medir a permeabilidade do tecido sem estampa e sem aplicação de produtos hidrofóbicos para utilizar os resultados como média de conforto visto que a empresa fornecedora dos tecidos aprova que estes são confortáveis.

Para analisar a trama dos tecidos com e sem estampa, a abertura da trama e possíveis modificações após a aplicação dos produtos hidrofóbicos, e após as 20 lavagens, foi utilizado uma máquina de medição ótica ampliada, marca Optiv Classic – 3020 VM.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o intuito de analisar a eficácia dos produtos hidrofóbicos CO e CL e juntamente avaliar se há um mais eficiente que outro, ambos foram aplicados em dois tecidos, Dress e Sublime, nomeados de tecido 162D e tecido 220S, e realizado o processo de lavagem doméstica e o ensaio de ângulo de contato da gota.

Para o procedimento de lavagem, não há resultados a serem expostos visto que as amostras passaram por esse processo apenas para que fossem utilizadas no ensaio de ângulo de contato da gota, demonstrando se os tecidos perderam as propriedades hidrofóbicas após as lavagens, assim como para permeabilidade ao vapor de água, para analisar se as propriedades se modificam após as 20 lavagens.

Os tecidos 162D e 220S, estampados e sem aplicação dos produtos hidrofóbicos, demonstraram no ensaio de ângulo de contato da gota que são hidrofílicos. Ao aplicar a gota no tecido 162D, após 38s, ela foi totalmente absorvida pelo tecido, o mesmo ocorreu com o tecido 220S; porém, nesse caso, após 32s. Mesmo tendo esses resultados iniciais das amostras, o teste foi aplicado em todos os corpos de prova dos dois tecidos que não tem aplicação de produtos hidrofóbicos e o resultado se manteve como tecidos hidrofílicos. Sendo assim, não foi possível obter uma média de ângulo como nas demais amostras e logo foram descartadas.

Na Figura 6 segue as médias de valores de ângulos de contato da gota de cada corpo de prova.

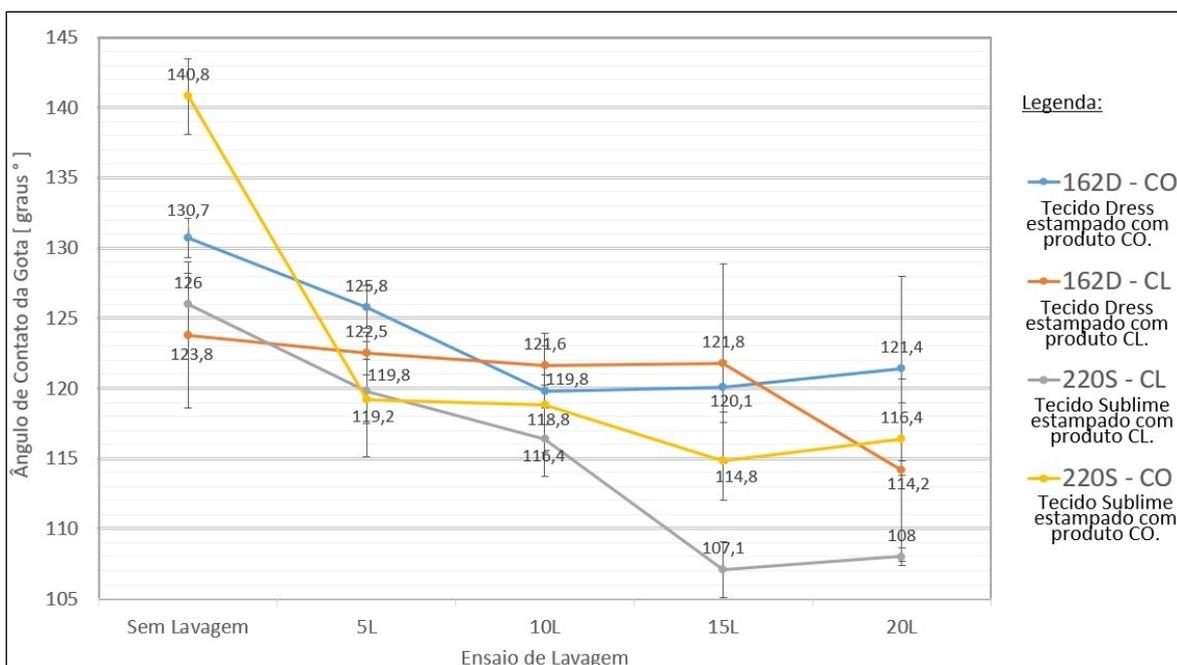


Figura 6: Resultados do ensaio de ângulo de contato da gota.

Nos corpos de prova que não sofreram a lavagem o produto hidrofóbico CO obteve maior ângulo de contato tanto no tecido 162D como no tecido 220S, sendo o último o maior.

Os tecidos 162D-CO, 220S-CO e CL iniciaram com uma diminuição na hidrofobicidade mantendo-se estáveis no final, já no tecido 162D-CL, o início é estável e depois diminui. O tecido 220S-CO obteve o maior ângulo de contato de todas as amostras sem passar pelo processo de lavagem. Os tecidos avaliados sofreram apenas 20 lavagens não sendo possível avaliar após este número de ensaios, mas há uma tendência a baixar sua hidrofobicidade no início das lavagens e depois se estabilizar. E os resultados são de tecidos que não sofreram nenhum tipo de desgaste quanto ao uso como roupa, o que poderia gerar uma maior diminuição da hidrofobicidade.

Nenhuma das amostras perdeu a hidrofobicidade pois permaneceram com o $\theta > 90^\circ$. O tecido 162D-CO finalizou as 20 lavagens mantendo o ângulo de contato maior do que os outros tecidos.

Quanto ao ensaio de permeabilidade ao vapor de água, o objetivo foi verificar se os valores modificaram com a aplicação dos produtos sobre os tecidos ou com as 20 lavagens pelas quais os corpos de prova passaram. Para saber se os tecidos permaneceram confortáveis, o teste foi feito com os corpos de prova dos tecidos 162D-cru e 220S-cru, sem aplicações de estamparia e produtos hidrofóbicos, ou seja, do mesmo modo em que foi entregue pelo fornecedor, pelo motivo de ambos os tecidos serem comercialmente vendidos como confortáveis.

Após a aplicação do ensaio, primeiramente foi verificado estas duas amostras de tecidos 162D-cru e 220S-cru para comparação com os demais resultados. A média de permeabilidade da amostra de tecido 162D-cru foi de $26,6 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{h}$ e da amostra de tecido 220S-cru foi de $21,6 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{h}$.

Na Figura 7, segue os resultados da permeabilidade ao vapor de água para os tecidos 162D-CO e na Figura 8 para os tecidos 162D-CL.

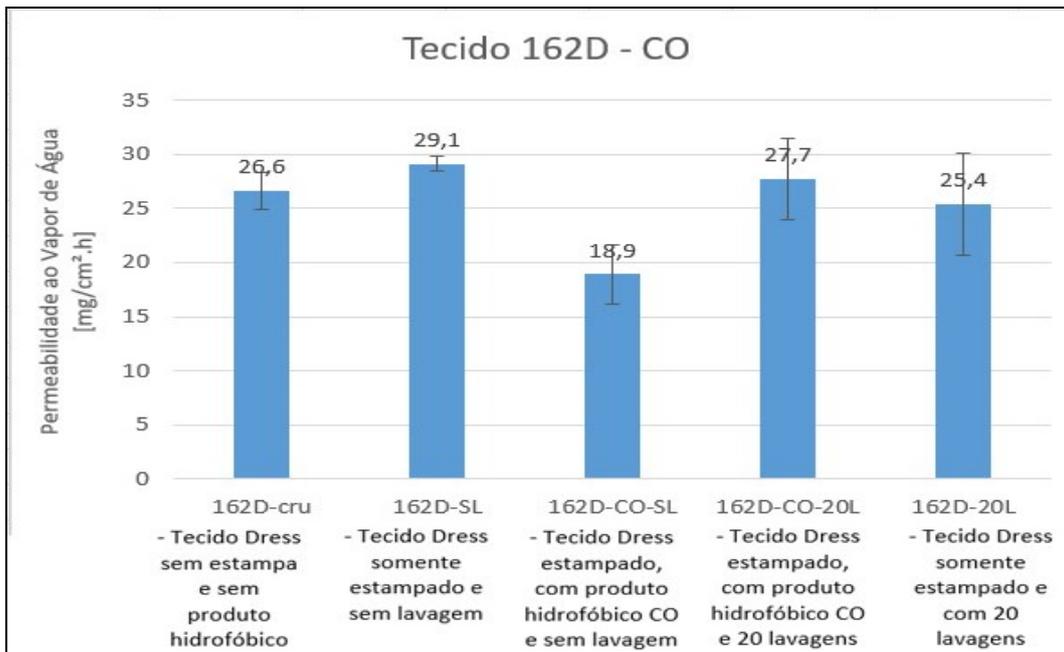


Figura 7: Médias de valores de permeabilidade ao vapor de água para 162D-CO.

A Figura 7 aponta que a aplicação CO possui uma baixa em consideração aos outros valores. Em relação ao tecido cru, o produto CO sem lavagem possui menor permeabilidade e, após as 20 lavagens, sua permeabilidade é maior.

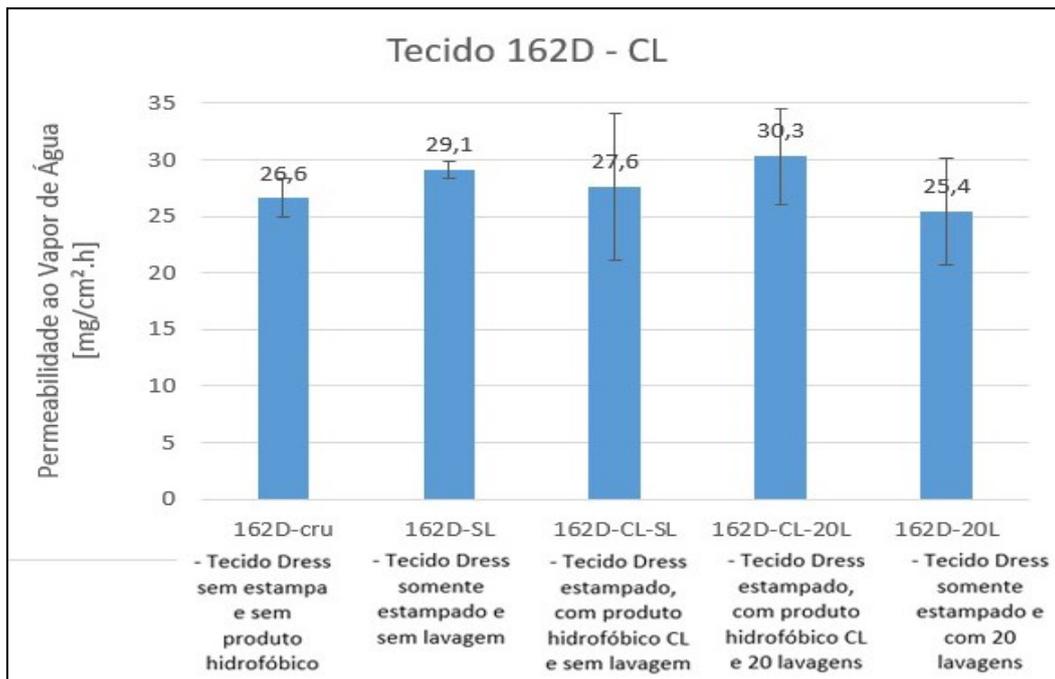


Figura 8: Médias de valores de permeabilidade ao vapor de água para tecido 162D-CL.

A Figura 8 demonstra uma linha média entre os valores de permeabilidade. Após as 20 lavagens, o tecido com o produto CL aplicado também mostrou maior permeabilidade em comparação à média do tecido cru.

A partir das Figuras 7 e 8, foi possível analisar a aplicação dos dois produtos hidrofóbicos CO e CL no tecido Dress. Notou-se que no tecido 162D-CL, os valores se mantiveram mais estáveis do que com o 162D-CO. E o produto CL resultou em melhor permeabilidade sem lavagem, aumentando esta permeabilidade após

as 20 lavagens, sendo, inclusive, maior do que o tecido cru considerado como o valor de referência para a permeabilidade ao vapor de água para o tecido 162D.

Na Figura 9, segue os resultados da permeabilidade ao vapor de água para os tecidos 220S-CO e na Figura 10 para os tecidos 220S-CL.

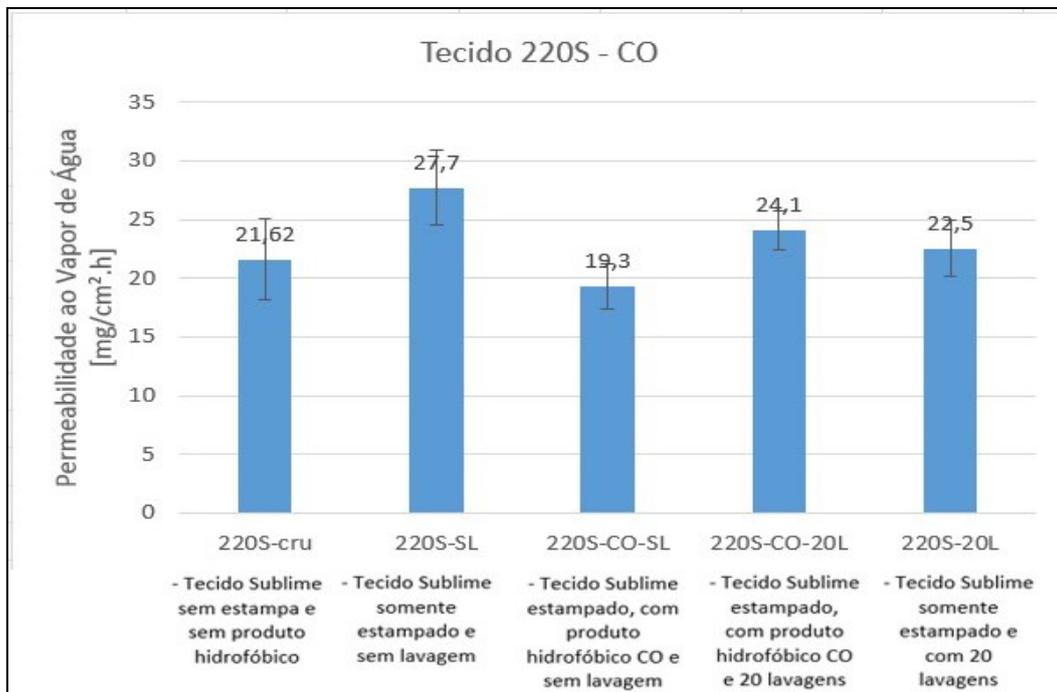


Figura 9: Médias de valores de permeabilidade ao vapor de água para tecido 220S-CO.

A Figura 9 mostra uma baixa permeabilidade do tecido 220S-CO-SL, que ainda não passou por processos de lavagem. Após as 20 lavagens (220S-CO-20L), sua permeabilidade fica maior, em média, do que o tecido 220S-cru fornecido pela empresa têxtil, assim como o 220S-20L que está sem a aplicação de produto hidrofóbico.

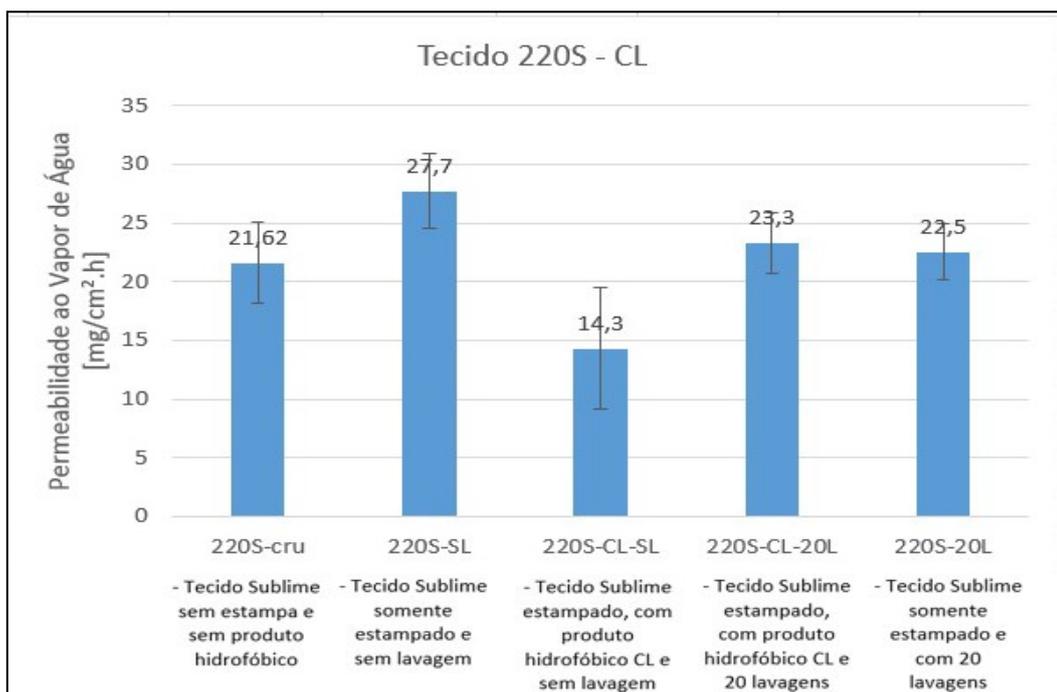


Figura 10: Médias de valores de permeabilidade ao vapor de água para tecido 220S-CL.

Na Figura 10, observa-se que o tecido 220S-CL-SL, sem lavagens, também ficou com a permeabilidade menor do que o tecido 220S-cru, assim como também houve o aumento da permeabilidade no tecido 220S-CL-20L, após as 20 lavagens.

O aumento de permeabilidade, tanto com a aplicação do produto CO como o CL após as 20 lavagens, pode ter ocorrido pela questão de a lavagem ter deixado a trama do tecido mais aberta, permitindo uma passagem maior de vapor pelos fios.

A gramatura dos tecidos, Dress de 162 g/m² e Sublime de 220 g/m² demonstraram diferença em sua permeabilidade, sendo o tecido mais leve, o mais permeável. Os tecidos 162D e 220S que foram estampados, mas não aplicados os produtos hidrofóbicos, tiveram um aumento de permeabilidade ao vapor de água provavelmente devido a aplicação da tinta. Essa afirmação precisa de mais estudos para saber os motivos que promoveram esse efeito.

A aplicação dos produtos hidrofóbicos diminuiu a permeabilidade ao vapor de água dos dois tecidos, mas à medida que os tecidos foram passando pelos processos de lavagem doméstica, foi aumentando a permeabilidade e os ângulos de contato da gota não diminuíram a níveis abaixo de índices de hidrofobicidade, cujo ângulo deve ser maior que 90°.

Os valores de permeabilidade ao vapor de água após as 20 lavagens, em relação aos tecidos sem produtos aplicados, apenas estampados, 162D e 220S, ficaram mais próximos ao da média considerada dos tecidos crus. Através dos valores gerados, foi percebido que o produto CO é mais estável do que o produto CL, e o produto CO foi o que obteve a melhor média de ângulo de contato após as 20 lavagens.

Quanto aos resultados das análises dos tecidos na máquina de medição ótica, primeiramente foi verificado o diâmetro do fio e analisado o espaçamento da trama de cada tecido, 162D-cru e 220S-cru, conforme segue na Figura 11. O zoom óptico usado para todas as análises foi de 240x.

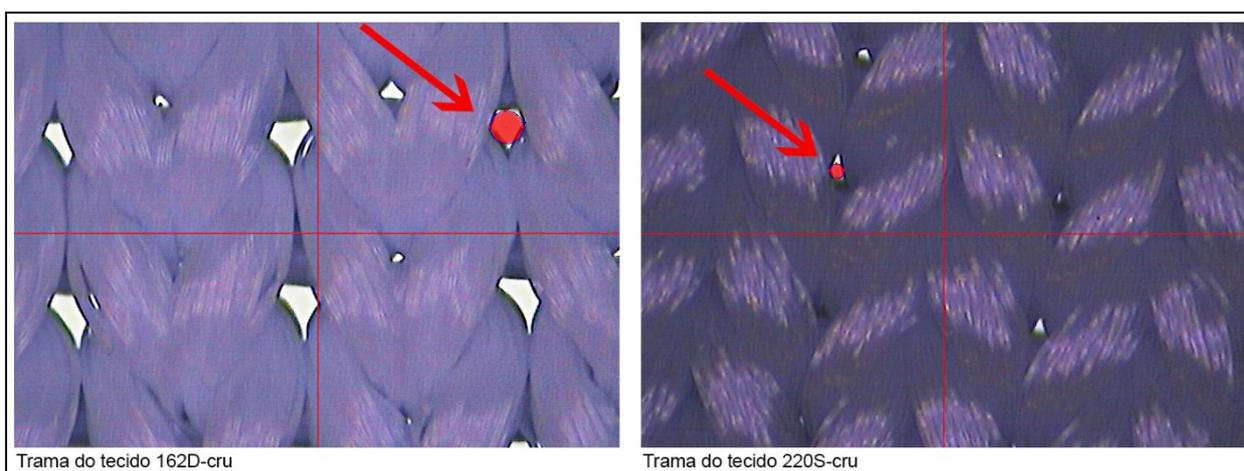


Figura 11: Espaçamento dos tecidos 162D-cru e 220S-cru, respectivamente.

O diâmetro do fio de ambos os tecidos medidos após trançados é de 0,14mm. E a partir desta figura é possível comparar o espaçamento da trama dos tecidos 162D-cru e 220S-cru e assim perceber que o tecido de menor gramatura, o 162D, possui maior espaçamento onde o diâmetro medido, apontado pela flecha, foi de 0,026mm. Já o tecido de maior gramatura, o 220S, possui um diâmetro de 0,06mm, ou seja, 2,3 vezes menor. Sendo assim, os tecidos de mesma estrutura de trama e mesma composição de 90% poliéster 10% elastano, mostram a diferença de gramatura pela trama mais aberta para menor gramatura e outra mais fechada para maior gramatura.

Na Figura 12, segue as imagens do tecido 162D, sendo: a) 162D-SL; b) 162D-CO-SL; c) 162D-CL-SL; d) 162D-20L; e) 162D-CO-20L e f) 162D-CL-20L.

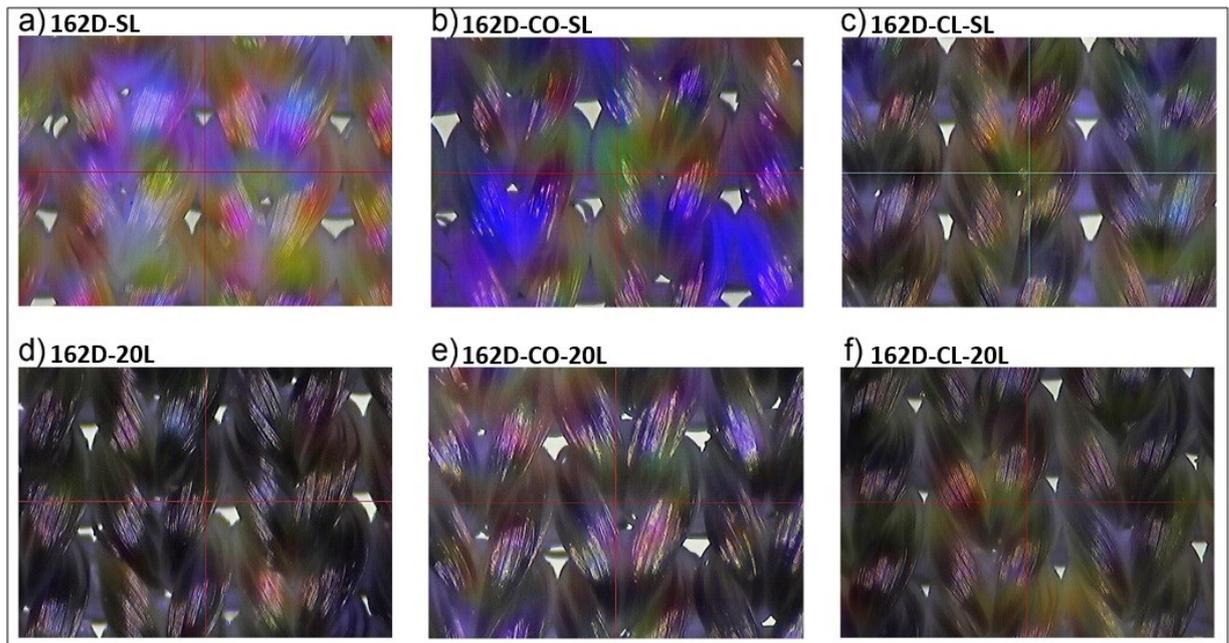


Figura 12: Imagens do tecido 162D.

A análise das imagens do tecido 162D demonstrou uma pequena diminuição no espaçamento do tecido 162D com o produto hidrofóbico CL e com 20 lavagens (Figura 12f). Como foi em apenas uma amostra, é necessário fazer mais testes para se determinar o motivo dessa diminuição.

Na Figura 13, observa-se as imagens do tecido 220S, sendo: g) 220S-SL; h) 220S-CO-SL; i) 220S-CL-SL; j) 220S-20L; k) 220S-CO-20L e l) 220S-CL-20L.

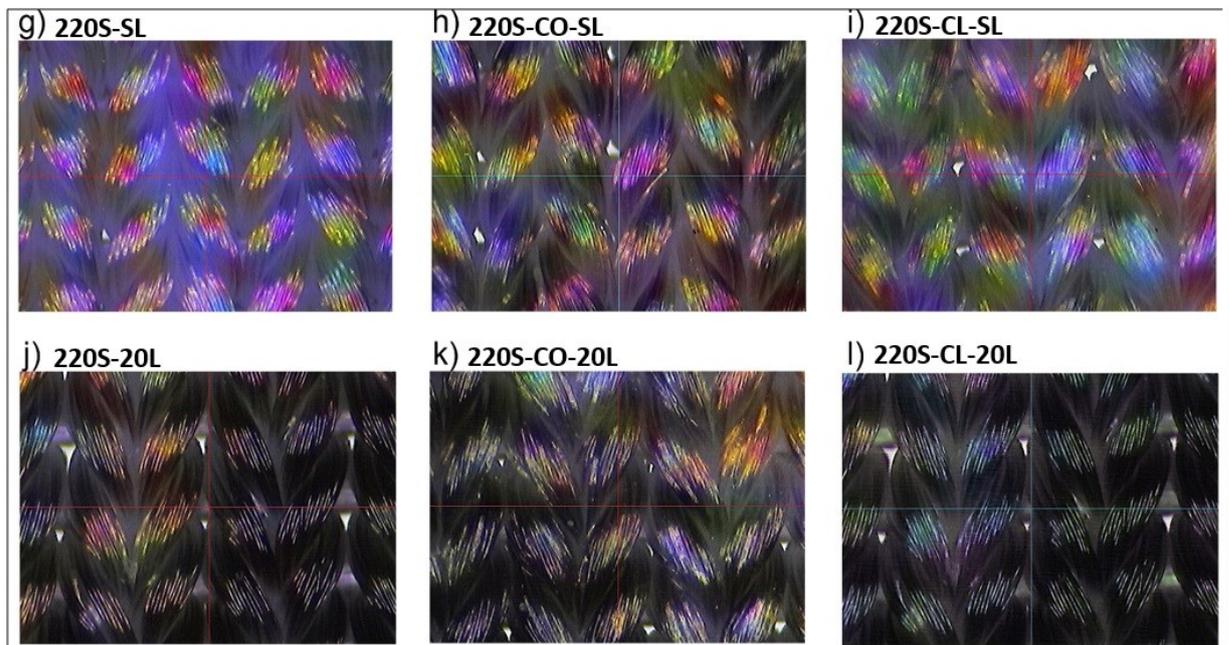


Figura 13: Imagens do tecido 220S.

Nas imagens do tecido 220S, não foi possível visualizar diferenças entre as amostras com e sem produtos e com ou sem lavagens, e isso vai de acordo com os resultados da permeabilidade.

Em ambos os tecidos, 162D e 220S, foi possível visualizar a tinta da estampa, por isso algumas imagens estão com mais tons em preto e outras com tons coloridos. Isto é pela estampa que possui partes mais claras e mais escuras, assim onde é mais claro, as cores magenta, ciano e amarelo aparecem em maior parte,

quando a imagem é da parte da estampa mais escura, a tinta preta se mistura mais nas cores, assim sendo mais visível o tom preto. Os tecidos selecionados para as imagens são os da Figura 14.

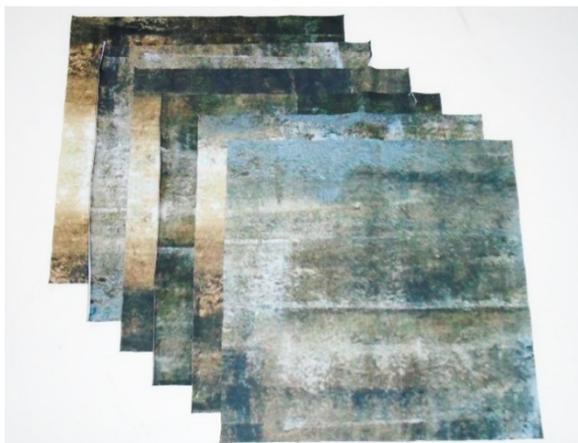


Figura 14: Foto dos tecidos estampados.

Na Figura 14 é possível visualizar a estampa e suas mesclas de cores.

3. CONCLUSÕES

A comparação dos tecidos para avaliação da perda do conforto têxtil mostrou que, embora nas Figuras 7, 8, 9 e 10 apareçam valores variados de permeabilidade, estas estão dentro do valor de referência. Assim, é possível afirmar que a aplicação dos produtos hidrofóbicos e da estampa não influencia no valor de permeabilidade do tecido. Através dos testes de lavagem e ângulo de contato da gota é possível afirmar que os dois produtos hidrofóbicos são eficazes.

Mesmo que o tecido 162D com aplicação do produto CL tenha mostrado maior permeabilidade ao vapor de água, é recomendado utilizar o tecido 162D com o produto CO, pois este ficou com a diferença na permeabilidade maior que a média considerada a partir dos tecidos crus enviados pela empresa têxtil. O produto CO se mostrou com melhor aplicação levando em consideração sua média de medidas de ângulos entre as lavagens e finalizando todas as lavagens com um ângulo de contato da gota em 121° , ou seja, $\theta > 90^\circ$: hidrofóbico.

A pesquisa pode oferecer melhor entendimento da aplicação de produto hidrofóbico com o objetivo de não diminuir o conforto térmico do tecido. Quando o usuário adquirir um vestuário de tecido estampado hidrofóbico, poderá lavar suas peças sem que haja o problema de que a hidrofobicidade seja perdida.

Este estudo poderá ser utilizado para outras pesquisas relacionadas com produtos hidrofóbicos em tecidos estampados ou em outros projetos.

4. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Centro Universitário Ritter dos Reis pelo auxílio à pesquisa por meio da Bolsa Institucional UniRitter, sem a qual não poderia cursar esta Pós-Graduação. E aos Laboratórios LACER e IBTeC por disponibilizarem seus equipamentos para os ensaios deste estudo.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] CARVALHO, M.J.S., *Tramas que o Design tece. Têxteis do Novo Milênio_Têxteis Técnicos e Inteligentes*, Tese de M.Sc., Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2004.
- [2] FERREIRA, L. M. V., *Revestimentos Hidrofóbicos*, Tese de M.Sc., Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013.
- [3] SERENKO, O., NIZAMOVA, Z., KALININ, M., *et al.*, “Effect of the Morphology of Leather Surface on the Hydrophobic-Hydrophilic Properties”, *Advances in Materials Physics and Chemistry*. v. 4, pp. 13-19, Feb. 2014.
- [4] BORISOVA, A.; REIHMANE, S. “Hydrophobic Treatment of Blended Fabric’s Surface”, *Materials science, Medžiagotyra*. v. 19, n. 2, 2013.

- [5] BROEGA, A., SILVA, M. “O conforto total do vestuário: design para os cinco sentidos”, In: *V Encuentro Latinoamericano de Diseño*, Buenos Aires. Buenos Aires, Universidad de Palermo, 2010.
- [6] HAE, W. A., CHUNG, H. P., SEUNG, E. C. “Waterproof and breathable properties of nanoweb applied clothing”, *Textile Research Journal*, v. 81, n. 14, pp. 1438-1447, Jul. 2011.
- [7] GORJANC, D. S., DIMITROVSKI, K., BIZJAK, M. “Thermal and water vapor resistance of the elastic and conventional cotton fabrics”, *Textile Research Journal*, v. 82, n. 14, pp. 1498-1506, Jun. 2012.
- [8] BAJZIK, V., HES, L. “The effect of finishing treatment on thermal insulation and thermal contact properties of wet fabrics”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, v. 22, n. 1, pp. 26-31, Jan. 2012.
- [9] ZHANG, L., HELANDER, M. G., DRURY, C. G. “Identifying Factors of Comfort and Discomfort in Sitting”, *Human Factors*, v. 38, n. 3, pp. 377-389, 1996.
- [10] SILVA, C.B. *Comparativo das propriedades de transporte de umidade, capilaridade, permeabilidade ao vapor e permeabilidade ao ar em tecidos planos de poliéster*, Tese de D.Sc., Faculdade de Engenharia Química da Universidade de Campinas, Campinas, 2013.
- [11] SKOMRA, E., *A Comparative Study of Athletic Apparel Made from Cotton.*, Tese de D.Sc., Eastern Michigan University, Paper 21, 2006.
- [12] NAYAK, R.K., PUNJ, S.K., CHATTERJEE, K.N., *et al.*, “Comfort properties of suiting fabrics”, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, v. 34, pp. 122–128, 2009.
- [13] SARICAM, C.; KALAOGLU, F. “Investigation of the Wicking and Drying Behaviour of Polyester Woven Fabrics”, *Fibres & Textiles*, v. 22, pp. 73-78, 2014.
- [14] TIAN, M., WANG, Z., LI, J. “3D numerical simulation of heat transfer through simplified protective clothing during fire exposure by CFD”, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, v. 93, pp. 314–321, 2015.
- [15] TAKADA, S., SASAKI, A., KIMURA, R. “Fundamental study of ventilation in air layer in clothing considering real shape of the human body based on CFD analysis”, *Building and Environment*, v. 99, pp. 2010-220, 2015.