REVISTA DESIGN & TECNOLOGIA
ISSN: 2178-1974
2021, Vol. 11, No. 22
DOI 10.23972/det2021iss22pp93-102

PGDESIGN
www.pgdesign.ufrgs.br

Design de um não tecido impresso em 3D: uma perspectiva prática acerca do caimento

Natani Apª do Bem[1]; Paula P. Linke[2]; Luciana C. S. H. Rezende[3]

1 *Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas e Sustentabilidade Ambiental da Universidade Cesumar, Maringá, Brasil.*

2 *Doutora nas áreas de Gestão Ambiental em Administração, assim como Design, Tecnologia Têxtil e História da Moda em cursos de Moda - Centro Universitário Metropolitano de Maringá Unifamma, Maringá, Brasil.*

3 *Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas e Sustentabilidade Ambiental da Universidade Cesumar, bolsista produtividade do ICETI - Instituto Cesumar de Ciência Tecnologia e Inovação, Maringá, Brasil.*

RESUMO

A fabricação digital tem sido inserida na concepção de produtos do vestuário tornando-se uma realidade no segmento da moda, em especial na indústria têxtil resultando em desafios que envolvem desde o custo e uso dos materiais, até a adequação do produto acerca dos aspectos funcionais de uma peça. Dentre as alternativas oferecidas pela manufatura aditiva, que influenciam na produção de matérias-primas de forma a minimizar o impacto ambiental e contribuir com o desenvolvimento tecnológico estão os filamentos sustentáveis, que surgem como forma de viabilizar técnicas produtivas mais eficientes, criativas em relação ao design e exclusividade dos produtos. Esse tipo de vestuário apresenta questões acerca das necessidades de consumo, em conformidade aos atributos funcionais do vestuário convencional, como o conforto e a flexibilidade. Buscando integrar a sustentabilidade à indústria têxtil, este trabalho teve por objetivo investigar a drapeabilidade do não tecido impresso em 3D utilizando filamento de ácido polilático, e comparar ao caimento dos tecidos convencionais. Para isso, as amostras do não tecido foram impressas pela técnica da deposição fundida com filamento de ácido polilático, e as amostras dos tecidos convencionais foram obtidas no comércio local. Após o desenvolvimento de um aparelho graduador para medir a drapeabilidade, devido a graduação simplificada dos caimentos dos tecidos, pela análise da profundidade da dobra e altura de caimento, as amostras foram comparadas em relação ao caimento. Os resultados obtidos apontaram que o caimento do tecido convencional pode sofrer influência do seu próprio peso, ao ser pendurados no sentido do viés (45º) formando dobras indefinidas em tecidos de gramatura menor, o oposto ocorre nos tecidos de gramatura maior e em tecidos de malha. Enquanto para o não tecido impresso em camadas mais finas e sem elos que facilitam a articulação os módulos, o caimento assemelha-se aos tecidos planos. Diante disso, percebe-se que o peso e a estrutura do material analisado, sendo ele, tecido ou não tecido, plano ou malha, PLA flexível ou redigido, influencia no caimento. Portanto, a geometria e o filamento são fatores que comprometem a flexibilidade e drapeabilidade do não tecido, em contrapartida minimizam o desperdício e possibilitam a criação de produtos personalizados.

PALAVRAS-CHAVE

Drapeabilidade; Indústria Têxtil; Manufatura Aditiva; Sustentabilidade

Design of a 3D printed non-woven fabric: a practical perspective on fit

ABSTRACT

Digital manufacturing has been inserted in the design of clothing products, becoming a reality in the fashion segment, especially in the textile industry, in challenges that involve everything from the custom and use of materials, to the adequacy of the product regarding the aspects related to one piece. Among the alternatives offered by additive manufacturing, which influence the production of raw materials in order to reduce the environmental impact and contribute to technological development are sustainable filaments, which appear as a way to enable more efficient production techniques, creative in relation to design and exclusivity of products. This type of clothing consumer needs trends in line with the main attributes of conventional clothing such as comfort and flexibility. Seeking to integrate sustainability to the textile industry, this work aimed to investigate the drapeability of non-woven fabrics printed in 3D using polylactic acid filament and compare it to the drape of conventional fabrics. For this, how the fabrics were not maintained by the technique of fused deposition with polylactic acid filament, and how the fabrics were kept in local commerce. After the development of a grading device to measure drapeability, due to the simplified grading of fabric drapes, by analyzing the fold depth and drape height, as they were compared in relation to drape. The results obtained showed that the drape of the conventional fabric can be influenced by its own weight, when hung in the bias direction (45º) forming indefinite folds in lighter weight fabrics, the opposite occurs in heavier weight fabrics and knitted fabrics. While for non-woven fabrics printed in thinner layers and without links that facilitate the articulation of the modules, the drape resembles flat fabrics. Therefore, it is clear that the weight and structure of the analyzed material, whether woven or non-woven, flat or mesh, flexible or redacted PLA, influences the fit. Therefore, the geometry and the filament are factors that compromise the flexibility and drapeability of the non-woven fabric, in turn, they minimize waste and enable the creation of personalized products.

KEYWORDS

Drapeability; Textile industry; Additive Manufacturing; Sustainability

CONTATO: Natani Apª do Bem– *natani_dobem@hotmail.com*

© 2021 – Revista Design & Tecnologia

1. INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva, popularmente conhecida em diferentes setores da indústria pelo termo de impressão 3D, surge como um novo processo de fabricação industrial, que se caracteriza pela fabricação de um produto de forma tridimensional por meio da deposição sucessiva de materiais como, plástico, metal, cerâmica ou mesmo células vivas, camada por camada (VANDERPLOEG; LEE; MAMP, 2017). Para Dilberoglu et al. (2017), a impressão 3D é considerada uma das mais importantes inovações tecnológicas dos últimos anos, por oferecer a oportunidade de criar objetos complexos com a redução de processos, custos e materiais, dentre outros desafios da manufatura tradicional.

A tecnologia da impressão 3D é reconhecida pela sua capacidade produtiva que permite uma empresa trabalhar com uma linha de produção sem itens em estoque, pois, os produtos fabricados por esse processo requerem uma quantidade menor de matéria-prima, e apresentam uma redução significativa na geração de resíduos (KUHN; MINUZZI, 2015). Além de aprimorar a personalização e fabricação dos produtos em massa, diante das perspectivas ambiental, social e econômica, Shun e Zhao (2017) afirmam que por meio de processos tecnológicos é possível transformar a manufatura em um processo sustentável.

Diante disso, a impressão 3D é um meio de contribuir para a redução do impacto ambiental devido a minimização do uso de materiais e desperdício destes durante o processo de fabricação. Além do uso de filamentos e outras matérias-primas como, polímeros termoplásticos, pó, resina, metal e cerâmica (YAP; YEONG, 2014); (LEE; HONG, 2016). Dentro dos termoplásticos estão os polímeros e resinas que podem ser usados em forma líquida, sólida, gasosa ou em pó, além de outros materiais feitos a partir recursos naturais e sintéticos, que incluem o ácido poli lático (PLA) (VANDERPLOEG; LEE; MAMP, 2017).

O filamento de PLA é considerado um bioplástico, construído de base biológica ou biodegradáveis com propriedades similares aos plásticos convencionais, mas que oferecem benefícios adicionais, como a não toxicidade, biodegradabilidade, facilidade de processabilidade, baixo custo, reciclagem orgânica, e rápido processo de decomposição (GUVENDIREN et al., 2016); (BESKO; BILYK; SIEBEN, 2017). Além de ser uma alternativa sustentável, no contexto tecnológico, a impressão 3D no vestuário fornece novas perspectivas em relação ao design e exclusividade dos produtos. Devido a isso, esse tipo especial de vestuário tem levantado questões acerca do atendimento das necessidades de consumo, em conformidade a atributos funcionais do vestuário convencional, tais como, estética, conforto, flexibilidade (VANDERPLOEG; LEE; MAMP, 2017).

Embora a moda impressa em 3D possa ser construída por diferentes tipos de matérias-primas, Gürcüm et al. (2018), afirmam que a qualidade visual de grande parte dos produtos impressos ainda não é satisfatória, devido aos efeitos resultantes da deposição das camadas do material durante o processo de impressão. Dentre os métodos utilizados na impressão 3D, destacam-se aos produtos de moda, segundo Vanderploeg, Lee e Mamp (2017), a sinterização seletiva a laser (Selective Laser Sintering - SLS) e modelagem de deposição fundida (Fused Deposition Modeling - FDM).

A sinterização seletiva a laser (SLS) segundo Silva (2020), tem sido a técnica mais utilizada na produção de superfícies vestíveis, tendo o náilon como a principal matéria-prima na fabricação destes produtos, devido ao formato físico e aparência que ele proporciona aos produtos, tornando-se uma opção viável, diante das criações dos designers, além disso, os experimentos realizados provocam uma reflexão acerca da aplicação do material e do processo em produtos prontos para uso. Segundo Volpato (2017) nesse processo de impressão 3D, são utilizados materiais em pó obtidos a partir de plásticos como o nylon, e também: poliamida, polietileno, polipropileno, policarbonato, entre outros materiais.

A modelagem por deposição fundida (FDM) caracteriza-se por seu processo de fácil uso e boa relação de custo em função do benefício. O processo consiste em uma tecnologia baseada em extrusão, que tem como matéria prima um filamento sólido que é gradualmente aquecido e extrudado por um bico, que expulsa o material camada por camada, sobre uma plataforma (SANTANA et al., 2018). Segundo Mellor, Hao e Zhang (2014), a manufatura aditiva, na técnica FDM, tem sido um dos avanços tecnológicos do setor do vestuário que mais chama atenção, devido à capacidade de redução de custos em algumas etapas da produção, como o design e a mão-de-obra, principalmente para os produtos personalizados.

Além disso, segundo Vanderploeg; Lee; Mamp (2017), a tecnologia da impressão 3D pela técnica de FDM impulsiona o desenvolvimento de uma produção doméstica, com novos materiais incorporados na fabricação de produtos, revolucionando os processos produtivos, com o desenvolvimento de fibras e tecidos feitos a partir da impressão 3D, passando a fazer parte do setor do vestuário. Nesse sentido, o presente estudo tem por objetivo investigar a drapeabilidade de um não tecido impresso em 3D, comparado aos tecidos convencionais da indústria do vestuário. Com o intuito de contribuir para o processo de desenvolvimento de produtos do vestuário durante o processo criativo de uma coleção de moda.

2. IMPRESSÃO 3D NA MODA

Nos últimos anos a impressão 3D tem sido destaque no mercado da tecnologia e inovação, e em especial tem chamado atenção nos desfiles de moda e em outros produtos do vestuário, como joias, calçados e acessórios.

O uso dessa tecnologia possibilitou o desenvolvimento de objetos que eram impossíveis de fabricar em processos convencionais, tornando-se útil para as áreas criativas devido à alta qualidade e eficiência do produto (YAP; YEONG, 2014).

Nesse sentido, Vanderploeg; Lee; Mamp (2017), afirmam que a criação de produtos vestíveis com a tecnologia de impressão 3D surge como uma alternativa para melhoria do design dos produtos, oferecendo exclusividade aos consumidores, por meio de avanços que tornem possível a produção de materiais respiráveis e flexíveis, semelhantes aos tecidos convencionais.

Nos últimos anos, segundo Shun e Zhao (2017), a indústria da moda tem promovido a inovação por meio de formas que integrem novos métodos de fabricação, gerando muita discussão acerca do uso da tendência tecnológica da impressão 3D. Mesmo havendo uma série de estudos relacionados à impressão 3D na indústria da moda, grande parte tem sido voltada aos métodos de produção das peças, poucos oferecem adaptação desse tipo de vestuário ao corpo humano.

Os tecidos impressos em 3D foram desenvolvidos inicialmente nos anos 2000 por Jiri Evenhuis e por Janne Kyttanen no ano de 2003. Diferente dos tecidos convencionais em forma de folha, o material foi produzido em módulos individuais que unidos, formam um conjunto móvel de micro ou meso formas, produzidas em um mesmo processo de fabricação, em diferentes padrões, como apresentado por Lussenburg (2014) (Figura 1).

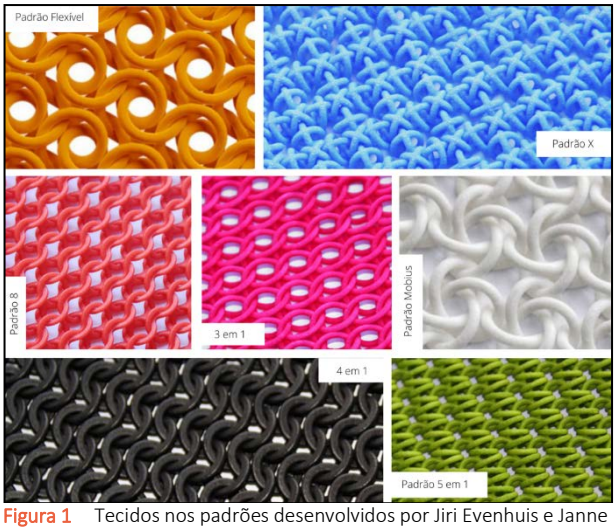


Figura 1 Tecidos nos padrões desenvolvidos por Jiri Evenhuis e Janne Kyttanen. Fonte: https://au.3dsystems.com/blog/foc/foc-textiles-to-permanent-collection-at-moma (Adaptado).

Ao observar a (Figura 1), tem-se diferentes padrões geométricos, o que possibilita diferentes tipos de malhas têxteis, caimento, elasticidade, sensação ao toque, dentre outras características. Essa variedade de padronagens mostra as possibilidades que a tecnologia 3D pode agregar ao mundo da moda (SILVA, 2020).

Além dos tecidos desenvolvidos, segundo Vanderploeg; Lee Mamp (2017), existem outras marcas e designers que utilizam a impressão 3D em seus produtos com diferentes tipos de filamentos e técnicas de impressão (Quadro 1).

Diante das informações apresentadas no Quadro 1, pode ser visualizado que os produtos impressos em 3D relacionados a fabricação de produtos do vestuário, como: vestidos, tops, roupas íntimas e até figurino têm sido utilizados para testes de viabilidade da nova tecnologia. Embora sejam reconhecidos no mundo da moda, ainda são protótipos não comercializados em larga escala, em sua maioria (KUHN; MINUZZI, 2015; TAPIA, 2016). Embora haja a possibilidade de aplicar a impressão 3D no vestuário, observa-se que ainda são necessárias muitas pesquisas que visem tornar o processo eficiente.

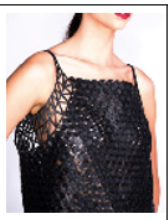
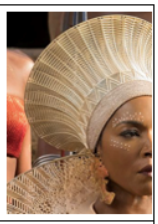
Shun e Zhao (2017), afirmam que a confecção de roupas com a tecnologia de impressão 3D tem gerado uma grande discussão acerca da cadeia de suprimentos. Alguns estilistas da alta costura utilizam essa tecnologia para fazer uso experimental de novos materiais e técnicas, por meio de formas conceituais nas passarelas, acreditando no potencial para tornar-se um meio viável a ser utilizado em peças do vestuário.

Um exemplo notável inclui a designer holandesa, Iris Van Harpen, considerada uma das pioneiras a adotar a impressão 3D em vestuário, que trabalha com peças conceituais em seus desfiles e produtos fabricados sob medida, segundo Yap e Yeong (2014) (Figura 2).



Figura 2 Peças de alta costura desenvolvida por Iris Van Harpen. Fonte:<https://www.irisvanherpen.com/behind-the-scenes/crystallization>(Adaptado).

Quadro 1 Peças do vestuário impressas em 3D.

Design							
Produto	*Black Drape Dress* por Jiri Evenhuis e o desginer Janne Kyttanen	N12 por *Continuum Fashion*	*In Bloom Dress* por XYZ Workshop	*Nervous System's*	Coleção *Crystallization* por Iris Van Herpen, 2010 no Amsterdam Fashion Week	Danit Peleg *Danit's 3D printed graduate collection*	Julia Koerner
Método	Estrutura semelhante a malha, com anéis de bloqueio	Placas circulares, conectadas por cordas finas	Baseado em um padrão de costura, construído por partes	Composto por 1.320 peças articuladas, impresso como peça única	Colab com Neri Oxman e Materialize para criar peças geométricas complexas	Desenvolvido com arquivos disponíveis em plataforma on-line, impressos em casa	Peças sem costura que podem ser montadas
Material	Nylon	Nylon	PLA	Nylon	TPU 92A-1	TPU - FilaFlex	PA-12 (Poliamida)
Processo	SLS	SLS	FDM	SLS	SLS	FDM	3D PolyJet

Fonte: Adaptado Kuhn; Minuzzi (2015); Tapia (2016).

Ao observar a Figura 2 tem-se que as peças apresentadas nas passarelas são conceituais, mas representam avanços no processo de experimentação da tecnologia de impressão 3D, já que as mesmas, apesar de suas limitações, cumprem a função de invólucro do corpo, buscando-se um processo de aprimoramento da tecnologia de impressão 3D, levando a novas formas de se produzir peças de vestuário.

Neste contexto, a característica da flexibilidade é importante para garantir o conforto do usuário, portanto, há que se desenvolver processos de impressão que considerem essa variável, e sejam capazes de produzir peças com características mais próximas àquelas feitas de tecido (PERRY, 2018).

Neste sentido, torna-se necessário investigar os materiais e designs das peças de vestuário impressas em 3D, distintas conforme o uso, segundo estudos propostos por Lussenburg (2014) (Quadro 2).

Quadro 2 Classificação de produtos impressos em 3D na moda.

Categorias	Utilização
Componentes decorativos	Conectados a tecido / vestuário, sem função técnica
Componentes funcionais	Conectados a tecido / vestuário e tem uma função técnica. Exemplos disso são zíperes e outros tipos de fechamento.
Acessórios	Objetos totalmente impressos que podem ser usados, mas não roupas, como joias ou bolsas.
Material têxtil	Peça impressa em 3D que se comporta como um tecido e pode ser usada como tal. Isso difere das peças parciais, pois ainda precisa ser alterado para uma forma diferente.
Roupa parcial	Quase uma peça de roupa completa, embora ainda precise de algumas alterações. Um exemplo disso é o padrão de impressão de peças que precisam ser montadas após a impressão.
Roupa completa	Peça pronta para vestir completamente impresso.

Fonte: Adaptado de Lussenburg (2014).

Como observado no Quadro 2, a tecnologia 3D apresenta muitas possibilidades de aplicação na área têxtil, inclusive na produção de uma peça completa. Isso significa que existem avanços constantes na forma de se utilizar essa tecnologia, que posteriormente pode modificar completamente os processos de produção de tecidos e peças de roupa.

Uma das vantagens da impressão 3D é a personalização dos produtos em relação a sua forma, o que faz com que cada vez mais seja explorada pela indústria têxtil para o desenvolvimento de coleções de moda (SHUN; ZHAO, 2017). Mas, além disso, segundo Martens e Ehrmann (2017), existem alguns aspectos a serem melhorados, pois a maioria dos materiais disponíveis para impressão não apresentam flexibilidade e resistência a tração suficientes para proporcionar conforto ao usuário e o movimento ao corpo.

Isso exige mais pesquisas e o desenvolvimento de materiais que possam tornar a impressão 3D uma realidade nos produtos do vestuário, considerando os aspectos estéticos, ergonômicos, ambientais e sociais. Nesse sentido, observa-se que a indústria da moda se vê em um estágio inicial frente à fabricação de produtos impressos em 3D em larga escala para uso comercial (YAP; YEONG, 2014); (KUHN; MINUZZI, 2015).

2.1 Caimento e drapeabilidade do tecido

O caimento, segundo Fischer (2010) é o comportamento natural de um tecido que sempre tende a cair em direção ao chão, mas pode variar conforme suas características de peso, gramatura, elasticidade e composição. Essas características, segundo Aldrich (2013), afetam o caimento e influenciam na forma dos produtos, aliando o potencial do tecido que é revelado por meio da estética do material têxtil em relação aos aspectos visuais, as características táteis e a estrutura, que contribuirão para um bom caimento.

Durante o desenvolvimento de um produto do vestuário, o comportamento do cair, dado fornecido pela drapeabilidade, é considerado uma das qualidades de um tecido utilizado no vestuário. Uma boa drapeabilidade é determinante para a estética do produto, e para moldar-se às formas do corpo, possibilitando uma melhor aparência ao usuário (SOUZA; ROBERTO; ANTUNES, 2016).

Segundo Dominoni e Tempesti (2012), em um cenário onde os produtos devem apresentar algo além do conforto sensorial, o caimento torna-se objeto de pesquisa devido à influência que reflete em termos de estrutura e funcionalidade do produto. Portanto, cabe ao designer, estar atento a essas propriedades e vinculá-las ao design do produto, criando uma percepção no usuário.

A qualidade do drapeado do tecido, segundo Souza, Roberto e Antunes (2016), pode variar conforme o seu uso final e pela estrutura do tecido. Por exemplo, os tecidos de malha são flexíveis e as roupas confeccionadas com eles tendem a seguir o formato do corpo. Já os tecidos planos, tendem a ser utilizados em roupas em que o tecido fica longe do corpo, proporcionando um caimento mais reto que disfarça os contornos do corpo.

A drapeabilidade geralmente é avaliada de modo informal e visual, durante e após a finalização de um produto. No entanto, segundo Brehm (2014), ela pode ser medida de forma técnica, por meio do aparelho graduador, pelo método para graduação de tecidos, adaptação do método de coeficiente de cortina proposto por Aldrich (2013).

O método desenvolvido por Brehm (2014), com base na avaliação do coeficiente de cortina, tem como objetivo classificar rapidamente, de forma simples, um material têxtil em relação a seu caimento, para orientar o designer na decisão de qual material utilizar no desenvolvimento de novos produtos.

O aparelho graduador estabelece uma escala de cinco níveis que avaliam as características dos tecidos, sendo o nível 1 a indicação de materiais mais leves e mais finos, com alta capacidade de distorção, drapeabilidade e com alta elasticidade. À medida que o nível vai aumentando, até chegar ao nível 5, os materiais vão se tornando mais pesados, mais grossos e com baixa capacidade de distorção, elasticidade e drapeabilidade (SOUZA; ROBERTO; ANTUNES, 2016).

Ao tratar de drapeabilidade nos produtos impressos em 3D, segundo Gürcüm et al. (2018), devem ser analisadas as matérias primas e posteriormente o produto impresso. Como alguns materiais utilizados não apresentam conforto e flexibilidade necessária para um produto do vestuário, para produzir roupas vestíveis para uso diário são necessárias melhorias no design/geometria dos têxteis impressos e nos materiais utilizados.

Os materiais vestíveis impressos em 3D utilizados na confecção de roupas, são impressos a partir de filamentos, materiais poliméricos e compósitos poliméricos leves e relativamente flexíveis, para permitir o movimento do produto. Para que isso seja possível, utiliza-se tecnologia e design virtual em 3D para uma personalização rápida e de acordo com o biótipo do usuário (YAP; YEONG, 2014).

3. METODOLOGIA

Na realização desta pesquisa foram utilizadas amostras de tecidos planos e malha, denominadas de tecidos convencionais, e de não tecidos. As amostras do não tecido foram impressas em impressora 3D pela técnica por deposição fundida utilizando filamento de ácido polilático (PLA), e as amostras dos tecidos convencionais foram adquiridas no

comércio local. Em seguida deu-se sequência na pesquisa por meio do desenvolvimento de um aparelho graduador, conforme proposto por Brehm (2014).

Com o auxílio desse aparelho graduador os ensaios de drapeabilidade das amostras foram realizados. As amostras do não tecido e dos tecidos convencionais foram então comparadas em relação ao caimento por meio dos resultados obtidos. O procedimento metodológico é explanado na Figura 3.

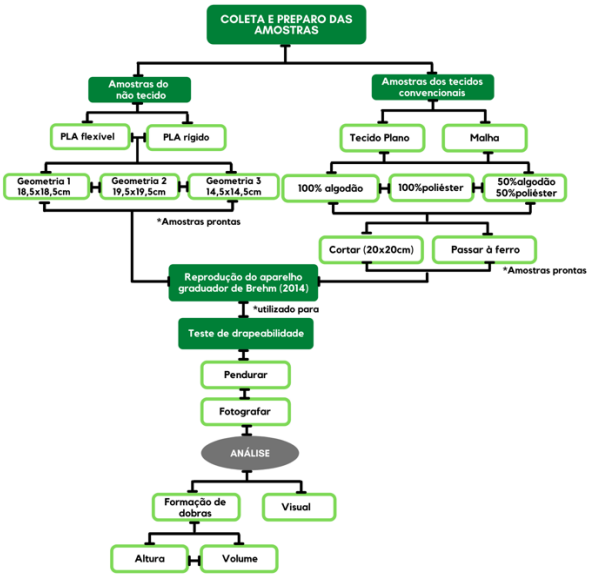


Figura 3 Metodologia desenvolvida para a realização desta pesquisa

3.1 Coleta e preparo das amostras

As amostras de tecidos convencionais foram obtidas no comércio local em três diferentes composições, sendo, 100% algodão, 100% poliéster e 50% algodão 50% poliéster, para cada composição foi adquirido 50cm do tecido, nas estruturas plano e malha respectivamente. Foram trabalhadas com apenas uma amostra de cada estrutura (plano e malha) nas composições apresentadas, conforme exposto no Quadro 3.

Quadro 3 Classificação das amostras de tecido convencional utilizadas no teste de drapeabilidade.

Amostras de tecido convencional			
Estrutura	**Composição**	**Tamanho**	**Descrição**
Plano	100% algodão	20x20cm	Tricoline
	100% poliéster		Oxfordine
	50% algodão 50% poliéster		Tricoline mista ou textolem
Malha	100% algodão		Malha confort
	100% poliéster		Helanca
	50% algodão 50% poliéster		Moletom peluciado

Cada amostra de tecido nas composições citada, foi aberta separadamente em uma mesa, cortada no fio reto, em quadrados de 20x20cm, com o auxílio de uma tesoura. Em seguida foram passadas à ferro respeitando a temperatura de cada fibra, e armazenadas uma sobre a outra em uma superfície plana até a realização do teste.

Além dos tecidos convencionais, foram utilizadas amostras de não tecido impresso em 3D, que em três estruturas diferentes que apresentam uma estrutura semelhante à de um tecido convencional, nominadas de geometrias, apresentadas no Quadro 4.

As geometrias impressas estão hospedadas em duas plataformas digitais de projetos em 3D, a Thingiverse e My Minifactory, em extensão de arquivo *stl. A impressão do grupo de amostras foi realizada em uma impressora Createbot Mini (FDM), a 210ºC, por estimadas 35 horas de impressão, utilizando 500g de dois filamentos PLA distintos (rígido e flexível) com 1,75mm de espessura.

Quadro 4 Classificação das amostras do não tecido utilizadas no teste de drapeabilidade.

Amostras de não tecido impresso em 3D			
Estrutura	**Composição**	**Tamanho**	**Descrição**
Não tecido	PLA flexível	18,5x18,5cm	Triangular
		19,5x19,5cm	Quadrada
		14,5x14,5cm	Floral
	PLA rígido	18,5x18,5cm	Triangular
		19,5x19,5cm	Quadrada
		14,5x14,5cm	Floral

Após preparar as amostras de tecido convencional e de não tecido, foi realizada a divisão delas em quatro grupos, considerando as características das estruturas dos tecidos (rigidez e flexibilidade) plano, malha, PLA flexível e PLA rígido.

3.2 Ensaio de drapeabilidade, aparelho graduador

Para a realização do ensaio de drapeabilidade foi necessária a confecção de um aparelho graduador, para medir o grau de caimento dos tecidos. Com ele foi possível verificar a graduação das dobras verticais do tecido, a largura, enquadramento e configuração do volume de caimento.

O aparelho graduador foi desenvolvido com base nos princípios de Aldrich (2013), reproduzido conforme o produto intelectual desenvolvido por Brehm (2014). Este aparelho é composto de dois ângulos de 45º e 20cm de lado que gradua a largura das dobras do tecido, uma aba de 8cm e uma faixa móvel onde é fixada uma caneta laser que gradua a altura das dobras.

No aparelho graduador, cada espaço de 0,5 cm foi identificado por uma letra (de A à Q), sob a linha de projeção do laser na aba graduadora, correspondendo a cada grau em uma extensão de 0,5 a 8 cm (Figura 4 (A)).

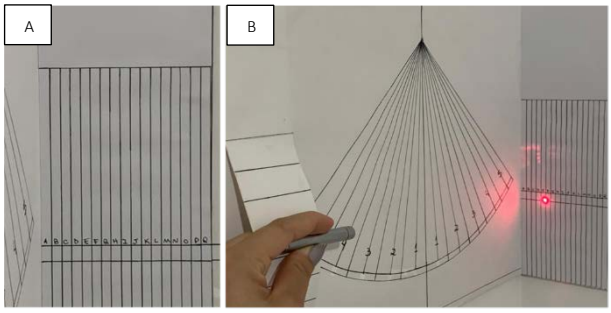


Figura 4 Graduação da altura das dobras do tecido – (A) Configuração da aba graduadora, (B) Projeção do laser na linha da aba graduadora.

Já os valores correspondentes a cada grau inteiro no ângulo de 45º, foram definidos em centímetros, em uma medida de 8cm cada grau, na extensão de 0 a 40cm dos dois ângulos de 45º que compõem o graduador, conforme ilustrado na Figura 4 (B).

3.3 Teste de drapeabilidade

A metodologia utilizada no teste consiste em pendurar a amostra no ponto central da junção dos dois ângulos de 45º,

presa no vértice desses ângulos por uma das pontas com o auxílio de um alfinete, para assim registrar o índice de caída do material (PALMIERI; RODRIGUES; SOUZA, 2017).

O índice de caída é medido por meio das dobras formadas no tecido, onde a leitura em grau de largura é realizada pela ocupação dos espaços entre um número e outro (contidos dentro do ângulo de 45º) que podem formar um grau de até 40cm. Já a leitura do volume e altura de caimento é registrada pela projeção do laser na faixa da aba graduadora (BREHM, 2014).

4. RESULTADOS

Durante o processo de impressão das amostras do não tecido, conforme apresentado na metodologia, foi utilizado o filamento de PLA nas formas rígida e flexível, a fim de buscar a maleabilidade por meio da matéria prima. Porém, na amostra impressa em PLA flexível houve uma dificuldade técnica, devido ao material não aderir às camadas durante o processo de impressão (camada por camada), comprometendo a articulação dos módulos, e consequentemente o caimento do não tecido (BESKO; BILYK; SIEBEN, 2017).

Embora tenha apresentado essa dificuldade no PLA em sua versão flexível, observou-se um bom resultado estético da superfície impressa em PLA rígido, pois nesse material atingiu-se a flexibilidade nas articulações que conectam um módulo ao outro. Possibilitando a realização do teste de drapeabilidade, e atingindo um caimento esperado em algumas geometrias, comparado aos tecidos convencionais.

A reprodução do instrumento graduador pelo invento de Brehm (2014) foi escolhida devido a graduação simplificada do caimento de tecidos por meio da profundidade da dobra, e da altura do caimento (aferido na aba graduadora). Além disso, outro fator está relacionado ao custo de fabricação, fácil utilização e montagem.

No método proposto por Brehm (2011), as medidas indicam que os tecidos A e B (Grupo 1) apresentam um caimento mais fluido e propenso a formação de dobras. Contudo, o tecido C apresentou um caimento mais armado e sem definição de dobras, como pode ser observado na Figura 5.

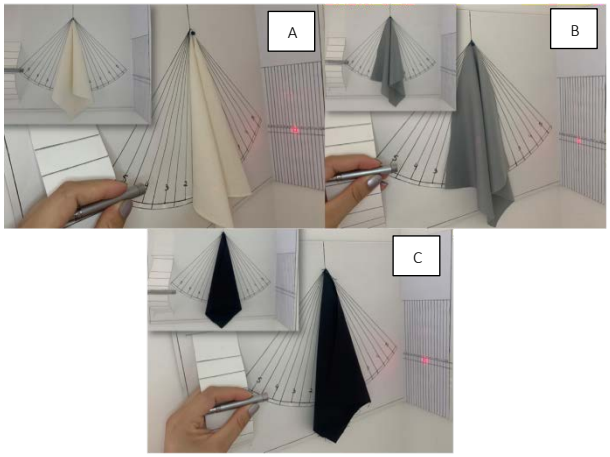


Figura 5 Graduação do caimento grupo 1 (malha e tecido plano) – (A) Malha confort (100% algodão), (B) Helanca (100% poliéster), (C) Oxfordine (100% poliéster).

No entanto, ao analisar os tecidos do grupo 2, os resultados obtidos na aba graduadora apresentaram um comportamento diferente aos do grupo 1, em que oscilaram em uma escala gradual, na medida de altura do caimento, enquanto um dos tecidos apresentou diferença no grau de largura do caimento, como pode ser observado na Figura 6.

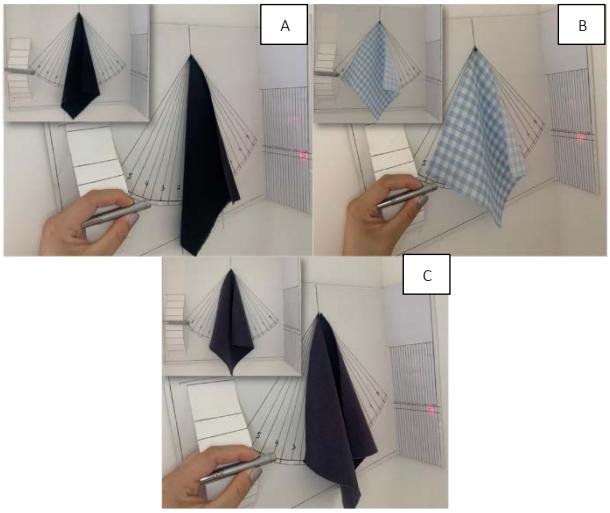


Figura 6 Graduação do caimento grupo 2 (tecido plano e malha) – (A) Tricoline (100% algodão); (B) Tricoline mista (50%algodão 50% poliéster); (C) Moletom peluciado (50%algodão 50% poliéster).

As medidas apresentadas na Figura 6, indicam que os tecidos A e B apresentam um caimento mais armado sem definição de dobra, e o tecido C com caimento mais compacto com pouca formação de dobra. Isso demonstra que os tecidos apresentam um registro de altura em grau de dobras fundas, devido ao valor em centímetros resultante da aba graduadora.

Além disso, os caimentos apresentados nas Figuras 5 e 6, possuem essas configurações devido ao aspecto físico do tecido, que quando pendurados no sentido do viés (45º) e sob ação do próprio peso, tendem a formar dobras indefinidas e abertas em tecidos mais leves e planos, enquanto nas malhas com gramatura mais pesadas são propensas a formação de dobras de forma fechada (BREHM, 2011); (ALDRICH, 2013).

Nesse sentido, Palmieri; Rodrigues; Souza (2017), afirmam que tecidos com gramatura mais pesada e cortado no fio reto, apresentam menor amplitude em seu caimento, tornando-se possível a reprodução com mais fidelidade do formato original da modelagem.

Ao realizar a análise de drapeabilidade dos não tecidos impressos em 3D (grupos 3 e 4), nota-se uma característica própria para cada geometria e filamento utilizados no teste, sendo eles flexíveis ou rígidos.

Os não tecidos impressos em PLA flexível (A) e PLA rígido (B e C), demonstraram um grau de caimento satisfatório quando comparado aos tecidos convencionais dos grupos 1 e 2, como apresentado na Figura 7.

O grau obtido nas amostras de não tecido B e C apresentou um caimento propenso a formação de dobras, já o não tecido A possui um caimento estático e sem dobras. Isso pode ser justificado devido a geometria e o filamento utilizado na impressão das amostras B e C que contribuem para a articulação dos módulos, proporcionando assim a mobilidade das amostras.

Considerando o peso, a geometria e o material de composição dos não tecidos, observa-se que essas características contribuem para o caimento mais aberto, em relação ao grau de largura, quando comparado aos tecidos apresentados nos Grupos 1 e 2 (SOUZA, ROBERTO, ANTUNES, 2016).

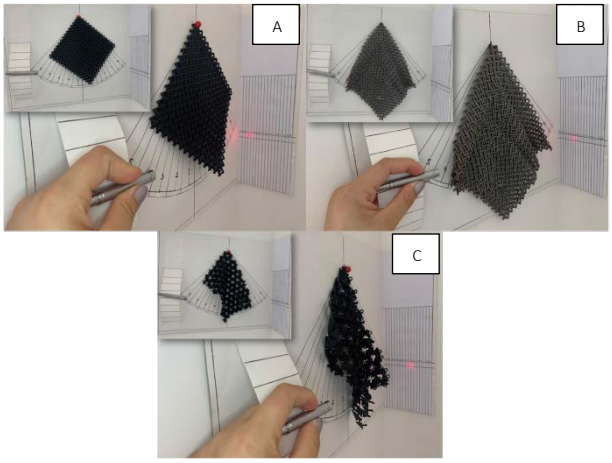


Figura 7 Graduação do caimento grupo 3 (não tecido impresso em 3D) – (A) Geometria 2 – PLA Flexível; (B) Geometria 2 – PLA rígido; (C) Geometria 1 – PLA rígido.

Contudo, ao analisar os não tecidos impressos em 3D do grupo 4, o resultado obtido é diferente aos do grupo 3, também impressos em 3D, como pode ser observado na Figura 8.

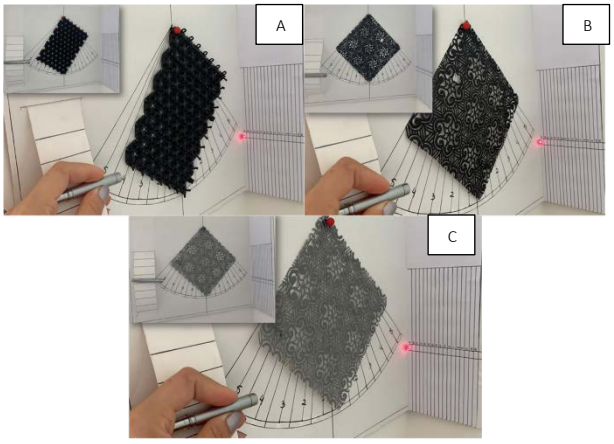


Figura 8 Graduação do caimento grupo 4 (não tecido impresso em 3D) – (A) Geometria 1 – PLA flexível; (B) Geometria 3 – PLA flexível; (C) Geometria 3 – PLA rígido.

Esse resultado demonstra que os não tecidos impressos em camadas mais finas e sem elos tendem a apresentar um caimento semelhante aos tecidos planos, apresentados nos grupos 1 e 2.

Segundo Brehm (2011) e Aldrich (2013), esses valores demonstram que os tecidos A, B e C apresentam um caimento aberto e armado, sem a formação de dobras.

Importante salientar que os não tecidos do grupo 4, em sua totalidade, apresentaram o mesmo grau na medida de altura do caimento, não chegando ao grau "A". Além disso, cabe ressaltar que não houve diferença no caimento entre o polímero ser flexível ou rígido, de modo a justificar que o fator que define a flexibilidade e caimento do não tecido é a geometria.

Diante disso, os caimentos apresentados nas Figuras 7 e 8, demonstram que quanto maior o peso, mais estruturado é o caimento do não tecido, e quanto menor o peso, o cair tende a ficar estático e sem a formação de dobras (BREHM, 2011); (ALDRICH, 2013).

Os valores correspondentes ao grau de caimento na altura e na largura, são definidos em centímetros, apresentados na Quadro 5.

Na leitura das graduações apresentadas na Tabela 4, verifica-se que as características do caimento dos tecidos ocasionados pelo tipo de construção: malha, plano e as geometrias.

Quadro 5 Valores em centímetros das graduações de largura e altura obtidos no teste.

Grupo	Amostra (tecido)	Grau de largura (cm)	Grau de altura (cm)
1	(A) Malha confort (100% algodão)	2 ¾ = 20 e 22	I= 4,5
	(B) Helanca (100% poliéster)	2 ½ = 18 e 20	
	(C) Oxfordine (100% poliéster)	2 ¾ = 20 e 22	
2	A) Tricoline (100% algodão)	2 ½ = 18 e 20	M = 6
	(B) Tricoline mista (50% algodão 50% poliéster)	4 = 30 e 32	O = 7
	(C) Moletom peluciado (50%algodão 50%poliéster)	2 ½ = 18 e 20	P = 7,5
3	(A) Geometria 2 - PLA flexível	5 = 38 e 40	D = 2
	(B) Geometria 2 - PLA rígido	4 ½ = 34 e 36	G = 3,5
	(C) Geometria 1 - PLA rígido	4 = 30 e 32	J = 5
4	(A) Geometria 1 - PLA flexível	5 = 38 e 40	A = 0,5
	(B) Geometria 3 - PLA flexível		
	(C) Geometria 3 - PLA rígido	4 ¾" = 36 e 38	

A partir dos resultados obtidos observa-se que a gramatura do tecido, assim como o registro fotográfico, influencia no índice de caída e de drapeabilidade, resultando em percepções visuais diferentes, em relação ao caimento. Pode-se então afirmar que quanto maior o peso mais estruturado é o tecido, e quanto menor, a sensação de leveza fica em evidência (PALMIERI; RODRIGUES; SOUZA, 2017).

O mesmo ocorre para a drapeabilidade, pois o peso está relacionado a queda do material, em que, tecidos pesados apresentam um caimento menor, e tecidos mais leves, apresentam maiores índices de caimento (SOUZA, ROBERTO, ANTUNES, 2016).

Já para os não tecidos impressos em 3D, segundo Silva (2020), o tamanho dos módulos que compõem a geometria e a articulação presente neles, é o que possibilita o caimento e maleabilidade, mesmo tendo sido impressos em filamento PLA na versão flexível, é um material que não possui elasticidade e maleabilidade desejada para um produto do vestuário.

O Quadro 6 apresenta os valores correspondentes ao grau de caimento na altura e na largura, dos tecidos planos analisados por Brehm (2011).

Quadro 6 Valores em centímetros das graduações de largura e altura. Fonte: Adaptado de Brehm (2011).

Tecido	Grau de largura (cm)	Grau de altura (cm)
Cetim	"1 ¼" = 8 e 10	"L" = 5,5
Musselina	"1 ¼" = 8 e 10 cm	"O" = 7
Organza	"4 ¼" = 32 e 34	"A" = entre zero e 0,5
Tafetá	"2" = 14 e 16	"Q" = 8cm
Zibeline	"5"	A" = entre zero e 0,5

Diante dos resultados obtidos por Brehm (2011), apresentados na Tabela 5, observa-se que os tecidos utilizados no estudo apresentaram resultados semelhantes. Em relação ao grau de altura, as geometrias 1 e 3 impressas em PLA flexível e rígido, apresentaram grau (A), o mesmo grau de caimento dos tecidos de organza e zibeline.

Já a geometria 2 impressa em PLA flexível, apresentou grau de largura (5), que corresponde ao grau do tecido de zibeline. E por fim, a tricoline mista (50%algodão e 50%poliéster) apresentou o mesmo grau de altura que a musselina, grau (O).

Por fim, no estudo de Souza (2013), foram analisados tecidos 100% algodão e 100% poliéster que apresentassem alguma intervenção em sua superfície, a fim de analisar o comportamento do cair. Porém, os dados obtidos foram baseados na norma AFNOR- G 07-109, que determina os procedimentos para a medição do cair, em que os tecidos são cortados círculos com 25 cm de diâmetro e submetidos ao comportamento do cair. A autora ainda afirma que foi possível observar que a composição do tecido não é um fator determinante para os resultados, mas sim o sentido do corte.

Segundo Souza (2013), as amostras cortadas no viés (ângulo de 45º) apresentam maior proximidade ao corpo vestido, ou seja, tem menor drapeabilidade, e o oposto acontece para os tecidos cortados no sentido do fio reto, apresentando maior drapeabilidade.

Diante disso, pode-se afirmar que a composição e até mesmo a sua gramatura, são fatores que podem influenciar diretamente no seu caimento, segundo Brehm (2011), em contrapartida, sugere-se estudos futuros com os mesmos materiais em corte no viés para atestar os estudos de Souza (2013). Podendo assemelhar tecidos de fibras diferentes por apresentarem o mesmo caimento.

5. DISCUSSÃO

Ao observar o caimento das amostras e os diferentes materiais (fibras têxteis) que as compõem, é possível afirmar que o material base que compõe o tecido influencia diretamente sobre o caimento. Portanto, assim como na tecelagem convencional, na impressão 3D o material deve ser cuidadosamente selecionado para que se obtenha o resultado desejado em relação ao comportamento do tecido. Deve ser lembrado ainda que a gramatura do material também tem um papel fundamental, pois quanto maior a gramatura, mais estruturado será o tecido, mesmo na impressão 3D.

Outro ponto que deve ser ressaltado, é que na Figura 1 foram apresentadas diferentes formas de imprimir o não tecido, ou seja, padronagens com geometrias variadas que também vão influenciar o comportamento do não tecido, seja na flexibilidade ou na proteção do corpo. Sendo assim, ao utilizar formas geométricas que apresentam maior flexibilidade por meio de elos articuláveis, torna-se possível a obtenção da flexibilidade, porém impacta a função do produto de cobrir o corpo, fazendo com que os espaços entre as geometrias deixem a pele a mostra.

Além disso, cabe ressaltar, como dito no referencial teórico, que existem algumas limitações quanto ao tipo de material e geometria que pode ser utilizado na impressão 3D de têxteis. Essas limitações englobam desde à acessibilidade aos materiais disponíveis para impressão, e até mesmo ao resultado que estes proporcionam. Diante disso, deve-se levar em conta que o desenvolvimento de novas pesquisas referentes a materiais e processos são fundamentais para tornar esta tecnologia apta a impressão de tecidos ou peças prontas, com aspectos mais confortáveis ao toque e com melhor caimento.

No entanto, acredita-se que a utilização da impressão 3D no desenvolvimento de produtos do vestuário pode contribuir, principalmente pela facilidade de execução da proposta criativa do designer. Além de auxiliar na redução dos resíduos gerados no processo de fabricação do produto, devido ao uso de novos materiais e implementação de tecnologias durante a produção.

Neste sentido, os esforços de novos trabalhos devem ser voltados para a descoberta de novos materiais que possam ser utilizados na impressão de produtos do vestuário, visando o desenvolvimento de projetos que se sejam usáveis e assemelhem-se aos tecidos convencionais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisadas as características dos não tecidos impressos em 3D e o seu uso na moda, percebe-se a escassez de estudos voltados à sua aplicabilidade aos produtos comerciais. Relacionado a isso, o caimento e drapeabilidade dos não tecidos é um fator relevante para a aplicação da matéria-prima no setor de confecção, pois reduzem o desperdício e possibilitam a criação de produtos personalizados.

A partir dos resultados obtidos é possível observar que o caimento dos tecidos convencionais pode sofrer influência da gramatura. Assim sendo, quanto maior for a gramatura mais estruturado será o tecido, e o quanto menor, a sensação de leveza será evidenciada. Com isso, observa-se que a queda e o movimento da drapeabilidade apresenta melhor resultado em tecidos mais leves. Já para os não tecidos, a geometria é o fator de principal influência na sua drapeabilidade, devido aos módulos que a compõem, que são responsáveis pela articulação presente nos não tecidos.

Além disso, os estudos acerca do caimento, contribuem para o uso de recursos e tecnologia disponíveis, como a impressão 3D para o desenvolvimento de produtos do vestuário. Estes, que passam a variar de forma significativa sendo representados em seus diversos estilos e composições.

Embora tenha-se utilizado o PLA na versão flexível, buscando a maleabilidade do não tecido, houve uma dificuldade durante o processo de impressão, devido à aderência no processo de deposição camada por camada, comprometendo a sua superfície e desempenho em relação ao caimento, estando relacionado ao tamanho e articulação das geometrias utilizadas. Além disso, outro fator que influencia no uso do PLA é o custo, considerado baixo quando comparado com os demais tipos de filamentos presentes no mercado, sendo a compra de fácil acesso.

Em se tratando do uso da impressão 3D na moda, observa-se avanços e seu uso voltado à produção de peças para desfiles. O processo de pesquisa e experimentação da impressão 3D voltada ao setor têxtil, trouxe resultados plausíveis e ao mesmo tempo questionamentos sobre drapeabilidade e acabamento, por exemplo. Deste modo, recomenda-se em estudos futuros o uso de outros filamentos ou até mesmo o desenvolvimento de um filamento que atenda às necessidades da indústria têxtil relatadas neste trabalho. Com o intuito de colaborar para a obtenção de parâmetros que influenciam diretamente a drapeabilidade do não tecido, o estudo pode contribuir para o desenvolvimento de futuras coleções de moda e confecção de produtos do vestuário impressos com essa tecnologia e com o PLA, pois tanto o material quanto a técnica utilizada são acessíveis em relação ao custo e obtenção da matéria-prima.

REFERÊNCIAS

1. ALDRICH, Winifred. Fabric, form and flat pattern cutting. Wiley-Blackwell, 2013. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=zdlSMWXOuNcC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em 16 nov. 2020.

2. BESKO, Marcos a; BILYK, Claudio b; SIEBEN, Priscila Gritten. Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D. Gestão Tecnologia e Inovação v.01, p. 9-18, 2017. ISSN 2595-3370. Disponível em: http://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n3/Artigo2-n3-Bilyk.pdf. Acesso em 23 nov. 2019.

3. BREHM, Leda Maria. Aparelho graduador de caimento de tecidos e método para graduação de tecidos. Titular: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. BR 10 2012 023194-8 A2. Depósito: 14 set. 2012. Concessão: 02 dez. 2014. Int. Cl. D06H 3/10, G01N 33/56. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/115881/000966169.pdf?sequence=1. Acesso em 18 out. 2020.

4. BREHM, Leda Maria Stumpf. Contribuição para classificação e descrição do caimento dos tecidos de seda 100% empregados em vestuário. 2011. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/109766/000816173.pdf?sequence= 1 & isAllowed=y. Acesso em 14 marc. 2021.

5. DE MAN, Johannes Cornelis; STRANDHAGEN, Jan Ola. An Industry 4.0 research agenda for sustainable business models. Procedia Cirp, v. 63, p. 721-726, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.315. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827117305036. Acesso em 05 out. 2020.

6. DILBEROGLU, Ugur M.; GHAREHPAGAH, Bahar; YAMAN, Ulas Yaman; DOLEN, Melik. The role of additive manufacturing in the era of Industry 4.0. Procedia Manufacturing, v.11, p.545-554, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.148. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917303529#aep-article-footnote-id3. Acesso em 05 out. 2020.

7. DOMINONI, Annalisa; TEMPESTI, Aldo. Forma e materia. Design e innovazione per il tessile italiano. Maggioli Editore, 2012. ISBN: 8838761345. Disponível em: https://re.public.polimi.it/handle/11311/659840#.YA9vE-lKjpA. Acesso em 01 set. 2020.

8. FISCHER, Anette. Fundamentos do Design de Moda: construção do vestuário. Porto Alegre: Bookman, 2010.

9. GUVENDIREN, Murat; MOLDE, Joseph; SOARES, Rosane M.D.; KOHN, Joachim.

10. Designing biomaterials for 3D printing. ACS biomaterials science & engineering, v. 2, n. 10, p. 1679-1693, 2016. DOI: https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.6b00121.Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsbiomaterials.6b00121. Acesso em 20 dez. 2020.

11. GÜRCÜM, Banu Hatice; BÖRKLÜ, Hüseyin Riza; SEZER, Kürşad; EREN, Oğulcan. Implementing 3D Printed Structures as the Newest Textile Form. Jornal of Fashion Technol Textile Eng S4: 019. of, v. 7, p. 2, 2018. DOI: 10.4172/2329-9568.S4-019. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/1680/02b0e7373003a247065fce2c294a0bde6383.pdf. Acesso em 18 nov. 2020.

12. KUHN, Renato; MINUZZI, R. F. B. The 3D printing's panorama in fashion design. Moda Documenta: Museu, Memoria e Design, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2015. Disponível em: http://www.modadocumenta.com.br/anais/anais/5-Moda-Documenta-2015/02-Sessao-Tematica-Design-Moda-e-Cultura-Digital/Renato-Kuhn_Moda-Documenta2015_THE-3D-PRINTING_S-PANORAMA-IN-FASHION-DESIGN_BILINGUE.pdf. Acesso em 05 set. 2020.

13. LEE, Cheol Ho; HONG, Sung Yeap. A Characteristic Analysis on 3D printing materials for Textiles. Korean Association of Science and Art Convergence, v. 24, p. 343-350, 2016. DOI: 10.17548/ksaf.2016.06.24.343. Disponível em: http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06702202#. Acesso em 05 set. 2020.

14. LUSSENBURG, Kirsten; VAN DER VELDEN, N.; DOUBROVSKI, E.; GERAEDTS, J.; KARANA, E. Designing with 3D printed textiles: A case study of material driven design. iCAT 2014: Proceedings of the 5th International Conference on Additive Technologies, Vienna, Austria, pp. 16-17. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jo_Geraedts/publication/267639085_Graduation_Report_Kirsten_Lussenburg_2014/links/5456b6000cf2bccc490f2c20.pdf. Acesso em 30 out. 2020.

15. MARTENS, Yasmin; EHRMANN, Andrea. Composites of 3D-printed polymers and textile fabrics. In: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING. 2017. p. 012292. Disponível em: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/225/1/012292/pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.

16. MELLOR, Stephen; HAO, Liang; ZHANG, David. Additive manufacturing: A framework for implementation. International Journal of Production Economics, v. 149, p. 194-201, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.07.008Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527313003204. Acesso em 01 set. 2020.

17. PERRY, Anna. 3D-printed apparel and 3D-printer: exploring advantages, concerns, and purchases. International Journal of Fashion Design, Technology and Education, v. 11, n. 1, p. 95-103, 2018. DOI: https://doi.org/10.1080/17543266.2017.1306118. Disponível em:

18. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17543266.2017.1306118?casa_token=PbeRu_wMqJYAAAAA%3AnaEciXs8d3iTmExKg3HPDOz9Y4ljRZgVvNP5dUrBBa0eotJ3dvAkElJjoxCXaUbrNmab_CpH3qR-. Acesso em 20 nov. 2020.

19. PALMIERI, Isadora Matioli; RODRIGUES, Aline Letícia Vieira; SOUZA, Patrícia de Mello. O caimento como fator determinante na seleção de materiais. In: 13º COLÓQUIO DE MODA E 4º CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DE DESIGN E MODA. Bauru. Anais eletrônicos ... Bauru: UNESP, 2017. Disponível em: http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202017/PO/po_6/po_6_O_CAIMENTO_COMO_FATOR.pdf. Acesso em 22 dez. 2020.

20. SANTANA, Leonardo; ALVES, Jorge Lino; NETTO, Aurélio da Costa Sabino; MERLINI, Claudia. A comparative study between PETG and PLA for 3D Printing through thermal, chemical and mechanical characterization. Matéria (Rio de Janeiro), v. 23, n. 4, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620180004.0601. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762018000400457&script=sci_arttext. Acesso em: 15 set. 2020.

21. SILVA, Dailene Nogueira da. A Tridimensionalidade da superfície vestível e a impressão 3D: processos, estratégias e experimentações. 2020. Orientadora: Marizilda dos Santos Menezes. 2020. 173f. Tese (Doutorado em design) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, em cotutela com

Faculdade de Arquitetura da Univesidade de Lisboa (FA.Ulisboa), 2020. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/192806/silva_dn_dr_bauru.pdf?sequence=4&isAllowed=y. Acesso em: 15 set. 2020.

22. SOUZA, Patrícia de Mello; ROBERTO, Carolina Mendes Pereira; ANTUNES, Daniele Caroline. Estudo sobre o caimento de produtos confeccionados com modelagem idêntica e materiais diferentes. Blucher Design Proceedings, v. 2, n. 9, p. 5528-5529, 2016. Disponível em: http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/estudo-sobre-o-caimento-de-produtos-confeccionados-com-modelagem-idntica-e-materiais-diferentes- 24721. Acesso em: 22 dez. 2020.

23. SOUZA, Patrícia M.; MENEZES, Marizilda dos Santos. A construção de estruturas têxteis vestíveis. CIMODE 2014 2° Congresso internazionale di Moda e Design 2° International Fashion and Design Congress. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Souza-16/publication/281445429_A_construcao_de_estruturas_texteis_vestiveis/links/55e7b4ff08aeb6516262e7b1/A-construcao-de-estruturas-texteis-vestiveis.pdf. Acesso em 14 marc. 2021.

24. SHUN, Lushan; ZHAO, Li. Envisioning the era of 3D printing: a conceptual model for the fashion industry. Fashion and Textiles, v. 4, n. 1, p. 25, 2017. DOI: https://doi.org/10.1186/s40691-017-0110-4. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s40691-017-0110-4. Acesso em 05 out. 2020.

25. TAPIA, Clara. Análisis comparativo de prendas y estructuras textiles realizadas por impresión 3D [Comparative analysis of the structures of 3D printed clothes and textiles] p. 331-336. In: XX CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL [BLUCHER DESIGN PROCEEDINGS], v.3 n.1. São Paulo: Blucher, 2016. ISSN 2318-6968. Disponível em: http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2016_510.pdf. Acesso em 17 out. 2020.

26. VANDERPLOEG, Alyson; LEE, Seung-Eun; MAMP, Michael. The application of 3D printing technology in the fashion industry. International Journal of Fashion Design, Technology and Education, v. 10, n. 2, p. 170-179, 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/17543266.2016.1223355. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17543266.2016.1223355. Acesso em 30 set. 2020.

27. VOLPATO, Neri (Org.). Manufatura Aditiva: Tecnologias e Aplicações da Impressão 3D. São Paulo: Blucher, 2017. 400 p.

28. YAP, Y. L.; YEONG, W. Y. Additive manufacture of fashion and jewellery products: a mini review: This paper provides an insight into the future of 3D printing industries for fashion and jewellery products. Virtual and Physical Prototyping, v. 9, n. 3, p. 195-201, 2014. DOI:10.1080/17452759.2014.938993. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17452759.2014.938993?casa_token=N4CXYCt2lNQAAAAA%3AAG_VIkV5_AmigkssRAHz27tbqToM67T_vPJkL5GeWK9cpxUL-bF9gErqKbimpW_Y37yJKorQEGEJ >. Acesso em 30 set. 2020.