



Desenvolvimento e Impressão 3D de Estruturas Aplicadas a Vestuário e Acessórios de Moda

Development and 3D Printing of Structures Applied to Clothing and Fashion Accessories

Victoria de Barros M. Machado Rosisca*, Liliana de Luca Xavier Augusto[†],
Fabia Regina Gomes Ribeiro[‡], Leandro da Silva Pereira[§], Daniel Perdigão Lobato[¶],

RESUMO

A impressão 3D vem sendo amplamente utilizada em diversas áreas do conhecimento. Uma aplicação que vem se destacando é na criação de têxteis e artigos de moda. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo reproduzir, através do desenho e impressão 3D, três dos principais tipos de estruturas de “tecidos” de diferentes tipos de construção e a criação de um protótipo de *wearable* inteligente, sendo este uma sola de tênis com contador de passos. Busca-se testar e analisar suas características estruturais, materiais necessários e disponíveis, como configurações de desenho e impressão, filamentos e suas adequações em relação ao corpo vestido, assim como vestibilidade, conforto e caimento, a fim de analisar meios viáveis para a impressão 3D de vestuários e acessórios de moda.

Palavras-chave: impressão 3D, *wearables* inteligentes, tecidos, moda.

ABSTRACT

3D printing technique is being largely used in different areas. One application that has gained attention is the creation of fashion and textile articles. In this context, this paper aims to reproduce, through a 3D design and printing, three of the main types of "fabric" structures of different types of construction and the creation of a smart wearable prototype, a tennis sole with a step counter. We are seeking to test and analyze their structural characteristics, necessary and available materials, such as design and printing configurations, filaments, and their adaptations in relation to the dressed body, as well as wearability, comfort and fit, in order to analyze viable means for 3D printing of fashion garments and accessories.

Keywords: 3D printing, smart wearables, fabrics, fashion.

1 INTRODUÇÃO

A impressão 3D para vestuário foi apresentada ao público pela primeira vez pelos designers industriais Janne Kyttanen e Jiri Evenhuis no ano de 2000 com o Black Drape Dress, o primeiro vestido impresso 3D totalmente funcional do mundo feito por uma espécie de malha composta por pequenas argolas entrelaçadas; esta peça chegou a ser adquirida pelo MOMA (Museu de Arte Moderna de Nova Iorque), sendo a primeira obra impressa 3D a ser adquirida por um museu a fazer parte de seu acervo permanente.

* Engenharia Têxtil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil; victoria.rosisca@gmail.com

[†] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana; lilianad@utfpr.edu.br

[‡] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana; fabiaribeiro@utfpr.edu.br

[§] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana; leandropereira@utfpr.edu.br

[¶] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana; daniellobato@alunos.utfpr.edu.br



Desde então, diversos criadores estudaram formas de aperfeiçoamento para a criação de um tecido por meio de impressão *FDM* (*Fused Deposition Modeling*), que é a modelagem por fusão e deposição, que cria objetos por meio da impressão de camadas sobrepostas utilizando um material termoplástico.

Danit Peleg criou uma coleção inteira de roupas por meio de impressão 3D, como mostra a Fig. 1. Após concluir os desenhos, Danit fez testes com diferentes filamentos para escolher um material que mais se aproxima de um tecido comum, e montou em sua casa uma “linha de produção” com impressoras. Cerca de 2000 horas foram necessárias para concluir todas as peças impressas em filamento flexível, se tornando hoje um dos principais nomes da moda de impressão 3D.

Figura 1 - Primeira coleção de Danit Peleg.



Fonte: Pelleg (2021).

A facilidade percebida para fabricar o próprio produto de forma não-usinada causa um encurtamento da cadeia de desenvolvimento de produto e uma quebra do paradigma *B2C* (*business-to-consumer*), que é o comércio feito diretamente da empresa para o consumidor final. O desenvolvedor do produto, passa a ser agora o responsável por todo o processo de sua produção, do seu primeiro rascunho ao produto final.

Um estudo realizado pelo Grupo Consumoteca com brasileiros de diferentes gêneros, regiões, classes sociais e idades, concluiu que houve uma queda de 78% do consumo de artigos de moda e vestuário durante a pandemia do coronavírus, o consumidor que antes costumava adquirir uma peça para alguma ocasião social deixou de consumi-la, gerando uma descontextualização do mercado de moda, que ocasionou no surgimento da macrotendência “Moda em Rede”, que aponta transformações na cadeia da moda afetando o comportamento de consumo dos jovens influenciados pelas redes sociais.

No início do século XX, uma tendência de moda durava em média de 20 a 30 anos, o ciclo dessas tendências passava por cinco estágios, sua introdução, o aumento da procura, a culminação, queda e por fim sua obsolescência. As redes sociais e o aumento da quantidade de *digital influencers*, fizeram com que os dois primeiros estágios se fundissem, diminuindo o tempo médio de uma tendência, que hoje em dia pode durar até dois meses, perpetuando o consumo do *fast fashion* e das roupas de baixa qualidade, como contrapartida a esse comportamento, houve o surgimento das peças digitais, que nada mais são que desenhos computadorizados de roupas e acessórios, os quais o consumidor pode “vestir” as peças que funcionam por meio de realidade aumentada, que funcionam basicamente como os filtro de modificação facial do *Instagram*, através da câmera se seu smartphone. A grife italiana de luxo Gucci criou um modelo de tênis para ser utilizado em ambiente virtual, como Snapchat e alguns jogos online, à venda por 17,99 dólares, como mostra Fig. 2.

Figura 2 - Tênis Gucci Virtual 25.



Fonte: Tecmundo (2021).



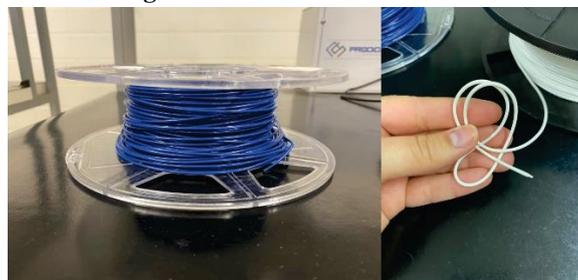
Atualmente, a facilidade do acesso a softwares de desenho tridimensional, com apostilas gratuitas de como utilizá-los, tutoriais, videoaulas completas no Youtube e arquivos *open-source*, trouxe uma grande aproximação dessa ferramenta de criação 3D à comunidade *maker*. Os *makers* são os “fazedores”, que se baseiam na aprendizagem autônoma com colaboração, criatividade e transmissão de informações. Além disso, o fácil acesso a softwares de desenho computacional trouxe também um maior alcance aos entusiastas da tecnologia de criação ao trabalho dos designers profissionais. O objetivo deste estudo é criar três diferentes tipos de estruturas de “tecidos” através de um software de desenho 3D e um protótipo de *wearable* inteligente, e imprimi-los com o objetivo de testar e analisar suas características, bem como vestibilidade, conforto e funcionalidades.

2 MÉTODOS

Para a execução desse trabalho, os desenhos e modelagens 3D das peças criadas foram executadas no software de CAD Autodesk Inventor®, em seguida, os modelos criados foram enviados a outro programa para a realização da etapa de fatiamento, que converte o modelo 3D em instruções para que a impressora realize a impressão da peça. Nesta etapa são definidas, por exemplo, a temperatura do bico extrusor e da mesa, a velocidade de extrusão, o tipo de preenchimento e a posição dos suportes (quando necessário). Estas informações dependem, entre outros fatores, da resolução desejada para a peça e do filamento escolhido para a impressão. As instruções são armazenadas em um arquivo específico para ser, então, lido pela impressora escolhida para a confecção da peça, para esta etapa, foi utilizado o software Cura Ultimaker, que é *open-source* e gratuito.

No processo de impressão das peças, foram utilizados dois tipos de filamento para a alimentação das impressoras, o PLA e o TPU Flex. O PLA (ácido polilático) é o material mais utilizado para a impressão 3D, por ser biodegradável, rígido quando seco e apresentar um baixo índice de empenamento e excelente adesão à mesa de impressão, estas características possibilitam a criação de peças com maior definição, principalmente quando há pequenos detalhes. O TPU Flex (poliuretano flexível) é um material termoplástico que possui excelente acabamento superficial e confere a característica de flexibilidade às peças. A Fig. 3 mostra os filamentos, PLA (azul) e TPU Flex (branco).

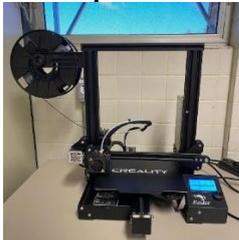
Figura 3 - PLA e TPU Flex.



Fonte: Autoria própria (2021).

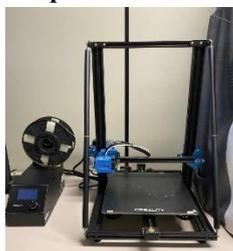
As impressões foram realizadas nas impressoras Ender 2, CR-10 Creality e GTMax3D Core A1V2, mostradas nas Fig. 4, 5 e 6, respectivamente.

Figura 4. Impressora Ender 2.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 5. Impressora Creality CR-10.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 6. Impressora GTMax3D Core A1v2.



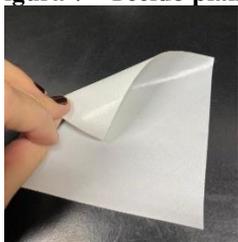
Fonte: Autoria própria (2021).

3 RESULTADOS

Para o desenvolvimento das amostras de tecidos, foram escolhidos três principais tipos de construção: tela (tecido plano), malha e renda. O primeiro modelo foi impresso tomando como base o tipo de construção têxtil tela, com aspecto final semelhante a um tecido plano, onde os fios são entrelaçados por meio de trama e urdume (entrelaçando os fios horizontais com os verticais). Como no sistema de impressão 3D não é possível que os filamentos se entrelacem, o material foi sobreposto, imprimindo primeiramente uma camada com o preenchimento do tipo linha no sentido horizontal, e outra camada na vertical, obtendo uma amostra de “tecido plano” de 10 x 10 cm, impressa com o filamento flexível TPU Flex.

O “tecido plano” impresso obteve um bom acabamento, com espessura inferior a 1 mm e, devido ao filamento, apresentou boa flexibilidade, permitindo que ele seja resistente aos processos de corte e costura, como um tecido comum. Esta flexibilidade fica evidente na Fig. 7. Entretanto, o tecido impresso apresenta toque emborrachado e certa resistência ao caimento, não sendo ergonômico, o que pode causar certo desconforto para quem veste uma roupa confeccionada com este, no entanto, o tecido pode ser utilizado para a confecção de aviamentos e aplicações que possam ser costuradas sobre as roupas.

Figura 7 - Tecido plano



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 8 - Renda



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 9 - Malha



Fonte: Autoria própria (2021).

Para a amostra da renda, foram realizados três testes de impressões com o filamento flexível, e com diferentes espessuras de camadas a fim de encontrar o melhor resultado, no qual houvesse uma uniformidade das espessuras das camadas da peça final. No primeiro teste, pôde-se perceber falhas na peça impressa, pois houve um entupimento do bico extrusor da impressora, havendo a necessidade de uma nova impressão. Desta vez, configurou-se o arquivo para que a peça fosse impressa com preenchimento do tipo linha, e porcentagem de preenchimento máxima, no entanto, esta estratégia não resultou em um bom acabamento da peça, gerando diversos fiapos entre os espaços que deveriam ser vazados, além de pouca aderência entre as camadas depositadas, fazendo com que se separassem umas das outras facilmente. Um terceiro e último teste foi



realizado para a impressão da renda, desta vez, programou-se o arquivo com o preenchimento do tipo cúbico, obtendo o melhor resultado entre as três tentativas. O resultado final é mostrado na Fig. 8.

De modo geral, as três amostras de renda apresentaram fragilidade, devido aos pequenos detalhes do desenho. Isso pode impedir que, quando costuradas, apresentem um bom acabamento. Porém esse tipo de estrutura ainda pode ser usado como aplicação, sobreposto a uma peça confeccionada em tecido por exemplo.

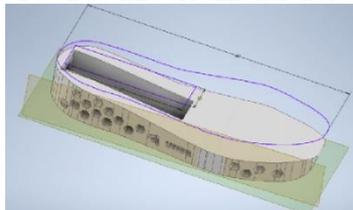
Para o desenvolvimento do terceiro tecido, foi criado um modelo semelhante ao tipo de construção de uma malha convencional, que se dá pelo entrelaçamento de fios por meio de laçadas. Para representar esse efeito e criar uma malha por meio de impressão 3D, foram desenhados quadrados interligados como elos, que permitem movimento sem que esses se soltem, e por fim impresso no filamento PLA (rígido).

A malha impressa obteve um excelente resultado a níveis de acabamento, como mostrado na Fig. 9, porém esse tipo de estrutura também apresenta limitações para o uso em roupas, assim como os testes anteriores com outros tipos de estruturas de tecidos. Para obter o efeito e maleabilidade esperados, os elos da malha precisam ter determinados espaçamento para que se movimentem, em uma peça de roupa, isso causaria um excesso de transparência, e a rigidez da peça incomodaria o usuário se em contato direto ao corpo. Entretanto, esse tipo de estrutura pode ser amplamente utilizado em acessórios de moda, onde a maleabilidade é requerida, sem a necessidade do conforto, como em bolsas, por exemplo, onde o contato com o corpo é indireto.

Embora a impressão 3D voltada à moda ainda necessite evoluir em aspectos de matéria prima para a criação de roupas, ela se atém com bons resultados à criação de objetos vestíveis, como bijuterias, bolsas, calçados, *wearables* inteligentes e protótipos. Isso porque estes objetos são, normalmente, feitos de diferentes materiais, não necessariamente tecidos a partir de fibras têxteis, e não estão atrelados indispensavelmente ao corpo. Assim, este projeto envolve, também, a criação de um *wearable* inteligente, ou seja, um acessório de moda vestível e tecnológico. A peça escolhida para desenvolvimento foi uma sola de tênis atrelada a um contador de passos inteligente, que informa ao usuário o número de passos caminhados por meio de notificações em seu *smartphone*, via *Bluetooth*.

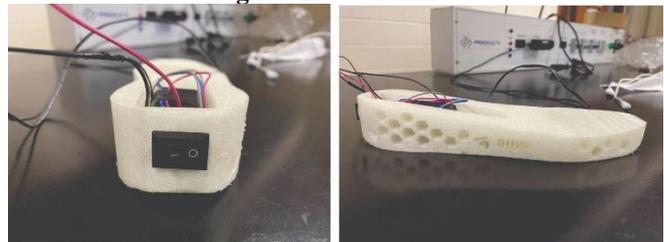
Para representar a sola do tênis foram impressos diversos protótipos, até obter-se o modelo final. O modelo final foi ajustado com as devidas dimensões para um pé de tamanho 37, com formato anatômico de uma pisada, como mostrado na Fig. 10. A peça foi impressa em filamento flexível na cor cristal, como mostra a Fig. 11. Como resultado, obteve-se um aspecto superficial polido, com boa flexibilidade, compatível com uma sola de borracha convencional e mostrou-se resistente o bastante para suportar um adulto de peso igual a 70 kg sobre ela, sem deformar-se.

Figura 10 - Desenho tridimensional da sola.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 11 - Sola final.



Fonte: Autoria própria (2021).

Com a sola pronta, foi instalado o interruptor que ativa o contador na parte traseira do calcanhar e o circuito no compartimento da sola. Com os movimentos das passadas, o sensor de inclinação é ativado, contabilizando os passos e enviando essa informação por meio de notificações para o *smartphone* via tecnologia *bluetooth*.



4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, sobre a criação dos tecidos impressos em 3D para o uso em roupas, ainda há uma restrição dos materiais quanto ao vestir as peças. Isso se dá, principalmente, pelo emborrachado dos filamentos, portanto a impressão 3D ainda é mais apropriada a criação de objetos não necessariamente atrelados a um corpo, como no caso dos *wearables* inteligentes, que são componentes eletrônicos para comunicação de curta distância que, anexados ao vestuário ou diretamente sob o corpo, permitem realizar uma série de leituras de forma automática e discreta (FERRÃO, 2019), assim como aos protótipos desenvolvidos nesse trabalho, que apesar de serem vestíveis, não precisam conferir o conforto e caimento tão específicos de uma peça de roupa. A impressão 3D é uma ótima aliada nesse caso, pois possibilita que o desenvolvimento de um produto ou diversos protótipos e *mockups* seja feito de forma rápida e a um menor custo, como as solas desenvolvidas, sem a necessidade de formas e processos de usinagem.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo financiamento da bolsa de Iniciação Tecnológica.

REFERÊNCIAS

FERRÃO, Reginaldo. **Wearables: Dispositivos Inteligentes para Saúde e Bem-estar**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Virtual do Estado de São Paulo - Franca, São Paulo, 2019.

Gucci lança tendência curiosa com tênis virtual de US\$12. **Tecmundo**. 27 de Abril de 2021. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/produto/216264-gucci-lanca-tendencia-curiosa-tenis-virtual-us-12.htm>. Acesso em 03 set. 2021.

PELEG, Danit. **Liberty Leading The People**. Disponível em: <https://danitpeleg.com/liberty-leading-the-people-2/>. Acesso em: 6 abr. 2021.