



Desenvolvimento e Impressão 3D de Estruturas Têxteis e Malhas de Urdume

Development and 3D Printing of Textile Structures and Warp Knitting

Tatiane Yuki Sato*, Liliana de Luca Xavier Augusto[†],
Fabia Regina Gomes Ribeiro[‡], Leandro da Silva Pereira[§], Karla Mara Ruhle Lingerfet[¶],
Daniel Perdigão Lobato[‡]

RESUMO

A impressão 3D vem se destacando em várias áreas e para as mais diversas aplicações, incluindo o ramo têxtil e do vestuário. Essa tecnologia vem sendo utilizada para a criação de acessórios que são agregados a peças vestíveis, até mesmo a coleções inteiras de roupas. Além disso, a impressão 3D pode ser uma grande aliada na compreensão de estruturas básicas de malharia, que possuem entrelaçamentos complexos, difíceis de serem representados em imagens bidimensionais. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e impressão 3D dos modelos abertos Tricot, Tuch, Satin e Samt de malharia de urdume. Os resultados mostraram que as peças podem ser utilizadas didaticamente para auxiliar na compreensão da ligação das estruturas bases.

Palavras-chave: Malha de Urdume, Impressão 3D, Filamentos.

ABSTRACT

3D printing has gained attention in various fields and has been used for different applications, including the textile and clothing area. This technology has been used for creating garments that can be attached to wearable pieces and for creating a whole fashion collection. Besides, 3D printing can help understand basic knitting structures, which are complexly connected and difficult to represent in two-dimensional pictures. In this context, this study aims to develop and 3D print Tricot, Touch, Satin and Samt models of warp knitting. The results showed that the printed pieces can be used in learning process to understand the connections of these basic structures.

Keywords: Warp Knitting, 3D Printing, Filaments.

1 INTRODUÇÃO

A primeira aplicação comercial da tecnologia de impressão 3D foi apresentada em 1987 pela empresa 3D systems. Ela utilizava o sistema de estereolitografia (*Stereolithography* [SL]), no qual uma resina fotossensível é solidificada ao ser exposta à luz ultravioleta (TAKAGAKI, 2021). Atualmente, a técnica mais utilizada é a modelagem por fusão e deposição (FDM, do inglês *Fused Deposition Modeling*).

* Engenharia Têxtil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil; tatianesato@alunos.utfpr.edu.br

[†] 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; desenhista.moda@gmail.com

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



Nessa abordagem, um filamento termoplástico é forçado a passar por um bico extrusor, de forma que o material fundido é depositado, se resfriando e solidificando (BUMGARNER, 2014).

A área de vestuário já conseguiu aplicar a tecnologia de forma consistente e regular em parte dos processos de fabricação, como é o caso da estilista Danit Peleg (PELEG, 2021). Em contrapartida, alguns pontos dificultam sua aplicação, como o fato de as impressoras ainda serem lentas e o custo da matéria prima ser elevado, em comparação aos métodos tradicionais de produção (HOPKINSON; DIKENS, 2001). Uma alternativa para construir tecidos utilizando a impressão 3D é imprimir as estruturas têxteis, como apresentado por Beecroft (2016), Melnikova, Ehrmann e Finsterbusch (2014) e Döpke, Grimmelsmann e Ehrmann (2017). Essas estruturas podem ser entrelaçadas após sua impressão ou já impressas de forma a apresentarem um entrelaçamento na forma de tecido. Esse entrelaçamento pode ocorrer no sentido horizontal ou no sentido vertical, caracterizando, respectivamente, as malhas de trama e as malhas de urdume. Os tecidos de malha de urdume consistem em vários fios que os quais são tricotados pelas agulhas no sentido do comprimento do tecido (vertical). A largura da malha é definida pela quantidade de fios e pelo tamanho e direção das laçadas. Dentre suas principais propriedades e características, as malhas de urdume podem apresentar boa elasticidade e excelente estabilidade dimensional.

A ligação Tricot possui o salto de uma agulha, de forma que essa estrutura pode ser aberta ou fechada. Os pontos de entrelaçamento de cada uma dessas estruturas são mostrados na Figura 1, para ambos os tipos de Tricot. De forma geral, tecidos de Tricot são bastante leves; a diferença entre as estruturas aberta e fechada está na estabilidade do material, sendo que os modelos abertos são menos estáveis do que os fechados.

Figura 1a - Pontos de entrelaçamento do tipo Tricot aberto.



Fonte: Almeida (2017).

Figura 1b - Pontos de entrelaçamento do tipo Tricot fechado.



Fonte: Almeida (2017).

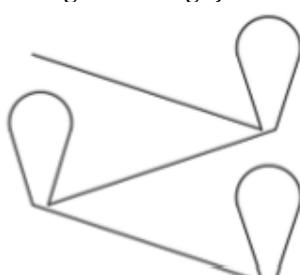
As estruturas Tuch, Satin e Samt são variações do Tricot, sendo que a diferença entre elas está no salto das agulhas. Como mencionado anteriormente, a estrutura de Tricot é formada pelo salto de uma agulha. Já as ligações Tuch, Satin e Samt são formadas por saltos de 2, 3 e 4 agulhas, respectivamente. Essas variações ocorrem tanto nas estruturas abertas quanto nas fechadas. Como o foco deste trabalho está nas estruturas abertas, as Fig. 2, 3 e 4 mostram, respectivamente, as variações Tuch, Satin e Samt abertas.

Figura 2 - Ligação Tuch.



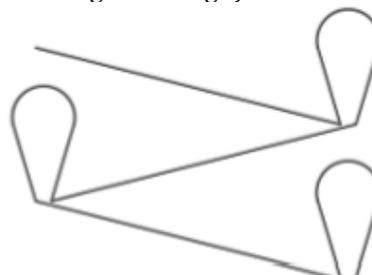
Fonte: Almeida (2017).

Figura 3 - Ligação Satin.



Fonte: Almeida (2017).

Figura 4- Ligação Samt.



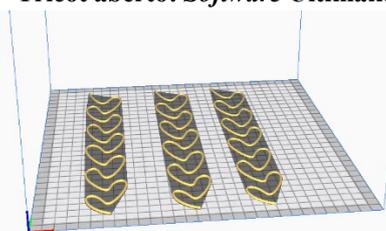
Fonte: Almeida (2017).

Este trabalho tem como objetivo a impressão de estruturas bases (fios) dos modelos Tricot, Tuch, Satin e Samt através da técnica de modelagem por fusão e deposição para posterior entrelaçamento e montagem de estruturas de malhas de urdume. Os modelos impressos podem ser utilizados como materiais didáticos, por exemplo, para representar de forma ampliada e tridimensional como os fios são entrelaçados para formar as malhas.

2 MÉTODOS

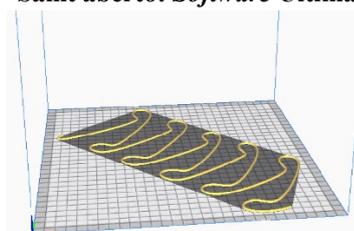
Para a construção dos modelos computacionais, o *software* Autodesk Inventor® foi utilizado. Após a construção dos modelos virtuais, cada modelo foi ajustado e posicionado no *software* Ultimaker Cura® para a realização do fatiamento e impressão das peças, de modo que ocupasse o maior espaço possível. As Fig. 5 e 6 mostram o posicionamento dessas peças, exemplificado pelos modelos Tricot aberto e Samt aberto, respectivamente.

Figura 5 - Tricot aberto: *Software* Ultimaker Cura®.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 6 - Samt aberto: *Software* Ultimaker Cura®.



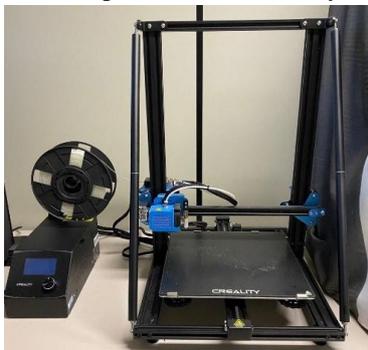
Fonte: Autoria própria (2021).

Para as impressões dos modelos das estruturas bases dos Tricot, Tuch, Satin e Samt, foi utilizada a impressora Creality CR-10, mostrada na Fig. 7. Para a escolha do filamento utilizado nas impressões, foi realizado um teste inicial com o material PLA (ácido polilático) e TPU Flex (poliuretano termoplástico), com o objetivo de auxiliar na escolha de qual dos dois materiais seria o mais indicado para o posterior entrelaçamento das ligações.

As especificações da impressão estão apresentadas na Tab. 1. A estratégia utilizada neste trabalho para construir a estrutura têxtil de uma malha de urdume foi imprimir várias ligações individuais e entrelaçá-las manualmente.



Figura 7 - Impressora 3D Creality CR-10.



Fonte: A autoria própria (2021).

Tabela 1. Especificações de impressão.

Impressora	Creality CR-10
Filamento	TPU Flex
Temperatura bico	230°C
Temperatura mesa	65°C
Espessura da camada	0,2 mm
Velocidade de impressão	35 mm/s
Tipo de preenchimento	Cúbicos
Porcentagem de preenchimento	20%

Fonte: A autoria própria (2021).

3 RESULTADOS

Ambos os filamentos, PLA e TPU Flex, foram preliminarmente testados. Chegou-se à conclusão que, apesar de ser um material com boa processabilidade térmica, o PLA apresenta elevada fragilidade e rigidez, o que pode limitar sua utilização em algumas aplicações (SPENCER, 2001). Por este motivo, optou-se pela utilização do TPU Flex nas impressões das estruturas bases.

No total, foram impressas 19 ligações em filamento TPU Flex, sendo três Tricot, quatro Tuch, seis Satin e seis Samt. Após a impressão individual de cada ligação, fez-se o seu entrelaçamento. As Fig. 8 a 15 mostram uma ligação do modelo individual (à esquerda) e a estrutura completa após o entrelaçamento (à direita), para os modelos Samt, Tricot, Tuch e Satin abertos.

Figura 8 - Ligação modelo Samt aberto.



Fonte: A autoria própria (2021).

Figura 9 - Entrelaçamento Samt aberto.



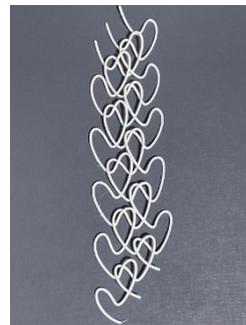
Fonte: A autoria própria (2021).

Figura 10 - Ligação modelo Tricot aberto.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 11 - Entrelaçamento Tricot aberto.



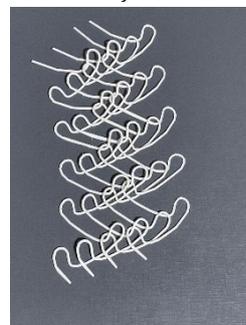
Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 12 - Ligação modelo Tuch aberto.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 13 - Entrelaçamento Tuch aberto.



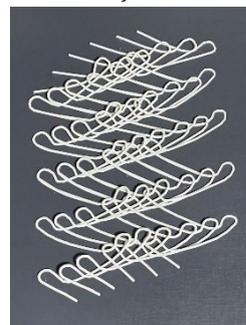
Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 14 - Ligação modelo Satin aberto.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 15 - Entrelaçamento Satin aberto.



Fonte: Autoria própria (2021).

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que, até o presente momento, com os equipamentos e filamentos disponíveis atualmente no mercado, não é possível imprimir, em uma única impressão, uma malha de urdume de modo tradicional. Isso se deve à complexidade da malha e ao fato de ela não ser produzida com um único filamento, como é no caso da impressora. Além disso, vale ressaltar que o filamento impresso é muito mais espesso que o fio utilizado convencionalmente nas fábricas de malharia.



REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. L. S. **Malharia de trama e urdume: uma abordagem da construção de tecidos no software AutoCAD**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Apucarana, Paraná, 2017.
- BEECROFT, M. **3D Printing of Weft Knitted Textile Based Structures by Selective Laser Sintering of Nylon Power**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 137, 2016.
- BUMGARNER, B. **Getting Started with a 3D Printer**. 2014. Disponível em: https://apprize.best/gadget/3d_printing/2.html. Acesso em: 11 de ago. 2021.
- DÖPKE, C.; GRIMMELSMANN, N.; EHRMANN, A. **3D Printing of Knitted Fabrics**. Melliand International, v. 97, 2017.
- HOPKINSON, N.; DIKENS, P. **Rapid prototyping for direct manufacture**. Rapid Prototyping Journal, v. 7, n. 4, p. 197-202, 2001.
- MELNIKOVA, R.; EHRMANN, A.; FINSTERBUSCH, K. **3D Printing of Textile-based Structures by Fused Deposition Modelling (FDM) with Different Polymer Materials**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 62, 2014.
- PELEG, DANIT. **Danit Peleg: Collections**, 2021. Discover the World of 3D Printed Fashion. Disponível em: <https://danitpeleg.com/>. Acesso em 11 ago. 2021.
- SPENCER, D. J. **Knitting Technology: a comprehensive handbook and practical guide**. 3ª edição. Cambridge. Woodhead Publishing Limited. 2001.
- TAKAGAKI, L. K. **Tecnologia de Impressão 3D**. Revista Inovação Tecnológica, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 28 - 40, dez 2012.