



UTILIZAÇÃO DA IMPRESSÃO 3D NA FABRICAÇÃO DE TECIDOS BIODEGRADÁVEIS

3D Printing In the Manufacture of Biodegradable Textiles

Hornburg, Lais Estefani; Mestranda; Univille, laiestefani.designer@gmail.com
Silva, Danilo Corrêa; Doutor; Univille, danilo.correa@univille.br
Sobral, João Eduardo Chagas; Doutor; Univille, sobral41@gmail.com

Resumo: Este artigo relata parte de uma pesquisa em design de moda que tem por objetivo desenvolver estruturas geométricas construídas com material biodegradável para criar tecidos a partir dos processos de impressão tridimensional. Trata-se de uma investigação exploratória, de caráter aplicado, desenvolvida no âmbito de um mestrado profissional em design.

Palavras chave: Estruturas Geométricas; Impressão 3D; Tecidos.

Abstract: This paper relates to part of a research in fashion design that aims to develop geometric structures built with a biodegradable material to create fabrics from three-dimensional printing processes. It is an exploratory and applied research, developed within the scope of a professional master's degree in design.

Keywords: *Geometric Structures; 3D printing; Fabrics.*

Introdução

As novas tecnologias propostas pela indústria 4.0 tem pressionado o sistema fabril por uma agenda de pesquisas e inovações para solucionar problemas, não só da produção dos bens de consumo, mas principalmente, os equacionamentos relacionados à sustentabilidade. Com este objetivo, novos modelos produtivos são projetados e avaliados, principalmente no contexto investigativo das universidades.





Este artigo traz o relato da experiência de investigação relacionada à preocupação com a geração de resíduo na indústria têxtil. O seu atual processo produtivo apresenta grande desperdício, tanto relacionado ao aproveitamento da matéria prima, como à produção em grande escala, muitas vezes desconexa com o consumo e a necessidade. Esses fatores podem estar associados ou derivados do planejamento produtivo, uso de processos ultrapassados, e/ou ainda ao uso da gestão da informação.

As novas tecnologias de informação e de fabricação têm possibilitado o desenvolvimento de pesquisas focadas no exercício do repensar os sistemas fabris. Isso permite alinhá-los às necessidades do usuário, buscando a eficiência da gestão dos processos produtivos em uma matriz sustentável.

Foi neste cenário que esta investigação se propôs a estudar a utilização da impressora tridimensional na criação de tecidos para artefatos da indústria do vestuário, e propor geometrias que possam atender a estas necessidades. A tecnologia de impressão 3D já é utilizada em diversas áreas, tais como medicina, setor automotivo e aeroespacial e tem permitido alinhar, de forma mais racional, o uso da matéria prima com as necessidades do usuário e a produção em série. Estas possibilidades produtivas induziram a seguinte pergunta de pesquisa: é possível imprimir tecidos a partir de uma impressora 3D que possam ser vestíveis?

Nesta fase da pesquisa, o objetivo principal foi realizar um estudo de estruturas geométricas com o uso de material biodegradável que se adaptassem a produção de tecidos, por meio da impressora 3D. Para tanto, foi usada a metodologia criativa de Bruno Munari e o referencial teórico sobre design de moda e a tecnologia de impressão 3D na Indústria do vestuário.

A pesquisa apresentada se caracteriza como exploratória quanto ao tema, de caráter aplicado por objetivar a geração de conhecimento dirigido à



soluções de problemas específicos e bibliográfica quanto ao levantamento de dados.

A Tecnologia de Impressão Tridimensional

No final da década de 1980 ocorreu o desenvolvimento de um novo processo de manufatura aditiva, com a construção de peças por meio de camadas planas. Esse processo tem alto grau de automação, sendo realizado inicialmente por meio de Desenho Assistido por Computador (Computer Aided Design - CAD). As informações geradas em software são enviadas diretamente à máquina. Por esta tecnologia ser usada para a produção rápida de peças, visando a materialização da ideia, sem necessidade de qualidade e resistência, se enquadra como Prototipagem Rápida (RP - Rapid Prototyping) (VOLPATO, 2006).

Há muitos sistemas de prototipagem rápida no mercado. O princípio da manufatura aditiva comumente é realizado por meio de camadas planas, mas podem mudar na forma da adição do material, que podem ser classificados em líquido, sólido ou pó (VOLPATO, 2006).

A tecnologia de impressão 3D utilizada para esse estudo é à base de fusão e deposição por extrusão que, segundo Cunico (2014), é conhecida como Fused Deposition Modelling® (FDM). Seu funcionamento é através de deposição de filamento fundido individual. O tempo de fabricação é longo, possui baixo nível de acabamento e seu processo é barato quando comparado a outras tecnologias utilizadas na indústria. Conforme Cunico (2014) existem 5 etapas do processo de fabricação de objetos na impressão 3D: desenho tridimensional em CAD; geração do modelo em malha, com saída em formato STereoLithography (STL); planejamento da fabricação em camadas planas; impressão do objeto camada-por-camada; e acabamentos finais.

Com a impressão tridimensional, ou prototipagem rápida, é possível criar



produtos diferenciados para a indústria do vestuário, otimizando a matéria prima e reduzindo consideravelmente a geração de resíduos sólidos. No entanto, se o material utilizado no processo causar danos ao meio ambiente, os resultados obtidos podem não ser suficientes. Atualmente, há no mercado diversos materiais biodegradáveis, cabendo ainda verificar a sua viabilidade para utilização com a impressão 3D.

Existem diferentes tipos de materiais para impressão 3D e cada um possui características próprias, como cores, flexibilidade, resistência, entre outros. Os materiais derivados do petróleo normalmente são mais resistentes e flexíveis, porém possuem preço elevado e demoram muito tempo para se decompor e por isso agridem muito mais ao meio ambiente. Uma alternativa é o Ácido Polilático (PLA), um termoplástico derivado do amido de milho, raízes de mandioca e de cana-de-açúcar. Quando disposto em aterros, degrada-se em 24 meses (IMPRESSÃO 3D FÁCIL, 2015).

Independentemente da tecnologia, para criar tecidos com a tecnologia de impressão 3D é preciso estudar e definir formas tridimensionais que se adequem ao corpo humano, sem ferir, incomodar ou limitar a movimentação dos segmentos corporais.

Desenvolvimento de Tecido Para Impressão 3D

Para o desenvolvimento de tecidos, as formas são repetidas em sequência dentro de uma moldura definida, na qual todos os elementos são dispostos em alguma ordem matemática. Posteriormente, este desenho é repetido e organizado com intervalos determinados por linhas que formam uma malha estrutural, podendo ser dispostos como uma sequência horizontal e vertical ou qualquer ângulo determinado, ou ainda seguir uma curva (WONG, 1998).

Munari (1997) considera que a característica principal de uma estrutura gerada pela repetição de formas iguais é modular um espaço, tornando-o uma

4





unidade formal e facilitando a obra do designer, que ao resolver o problema básico do padrão, resolve todo o sistema.

Uma estrutura de formas geométricas já utilizada na impressão em 3D de roupas é a de círculos. O biquíni N12, da Continuum Fashion, é um produto impresso em 3D pronto para usar. Todos os seus fechamentos são feitos diretamente pela impressora, sem precisar de qualquer costura, e o tecido utilizado possui várias formas circulares conectadas por cordas finas (CONTINUUM, 2017). O material utilizado é o Nylon N12, considerado forte e flexível, e o processo de impressão utilizado é o Sinterização Seletiva a Laser (SLS).

Já a marca Danit Paleg disponibiliza desde 2017 uma plataforma de personalização de jaquetas, na qual o cliente pode customizar o produto que desejar e comprar on-line (PALEG, 2017). É possível verificar em suas roupas a elasticidade e o caimento, devido às formas em zigue-zague do tecido impresso em 3D.

Essas estão entre as iniciativas promissoras de desenvolvimentos utilizando essa tecnologia. Percebe-se que o uso da tecnologia em impressão 3D está ganhando território no mercado têxtil, pois sua fabricação é facilitada, customizável, e há baixa produção de resíduos sólidos.

Metodologia de Projeto

Para o desenvolvimento do projeto, optou-se por seguir o proposto por Munari (1998). Nessa metodologia, inicia-se com a especificação, delimitação e análise de um problema, que basicamente consistiu em como utilizar a impressão 3D para fabricar tecidos com boa vestibilidade e baixo impacto ambiental. A segunda etapa consistiu na coleta e análise de dados, através de pesquisa bibliográfica sobre os temas abordados, desde a indústria do vestuário, a tecnologia de impressão 3D e seus materiais.



Posteriormente, tem-se a etapa criativa e de materiais, nas quais foram geradas alternativas por meio de representação manual; a experimentação, na qual foram avaliadas as opções mais adequadas à impressão 3D; o modelo e verificação, na qual houve a definição e impressão de modelos e sua posterior verificação das características das malhas; e por fim, o desenho final e solução, na qual foram realizados os ajustes demandados pela etapa de verificação.

Resultados

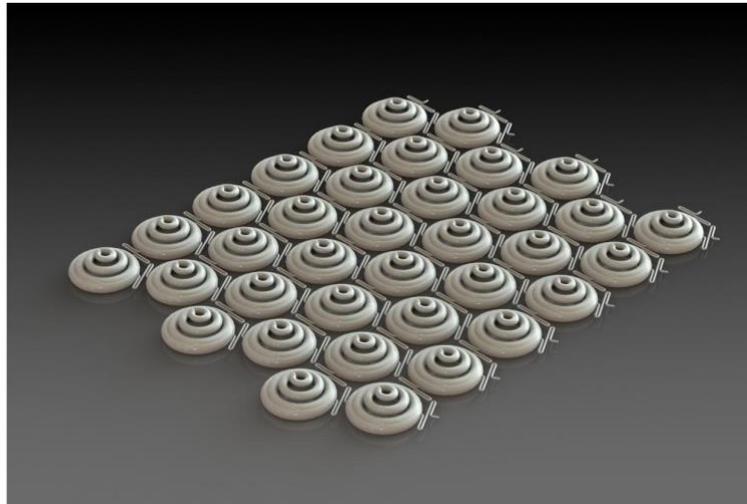
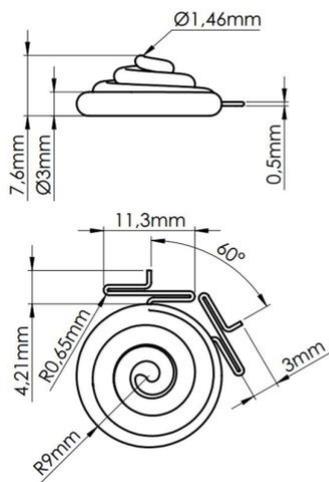
Os resultados dessa pesquisa referem-se ao processo de criação de tecidos impressos em 3D. Seguindo a metodologia descrita, foram gerados esboços de formas geométricas e orgânicas que se encaixassem para atingir maleabilidade e/ou elasticidade.

Em sequência analisou-se os materiais e tecnologias disponíveis, observando as características e limitações, assim iniciou-se a experimentação, que originou amostras e informações para a criação do modelo, estabelecendo-se relações com a coleta de dados e gerando-se alguns esboços para a construção dos modelos parciais, dos quais surgiram dois modelos, submetidos a verificação.

Destes desenhos, foram selecionadas algumas opções para testes com a impressora 3D. Para prototipá-los, modelou-se a peça no software SolidWorks®, com as medidas em escala natural. Isso tornou possível a realização do desenho técnico e a renderização da peça montada em forma de O tecido. Um dos tecidos desenvolvidos foi o denominado Caracol, devido a sua inspiração em caramujos e caracóis, misturados a um elemento de ziguezague, semelhante a uma mola.



Figura 1: Desenho tecido Caracol versão final



Fonte: Hornburg (2017, p.52)

Com o desenho da peça pronta foi possível imprimir o primeiro protótipo com o material biodegradável e analisar as características da peça. Para este tecido atingir a flexibilidade e elasticidade esperadas, necessitou-se de modificações, na figura 2 é possível ver este processo, que aconteceram principalmente associadas ao ligamento entre as formas circulares, pois observou-se que para conseguir resistência e flexibilidade, o ligamento deveria estar preso somente a 4 partes do círculo e seu formato ser em ziguezague.

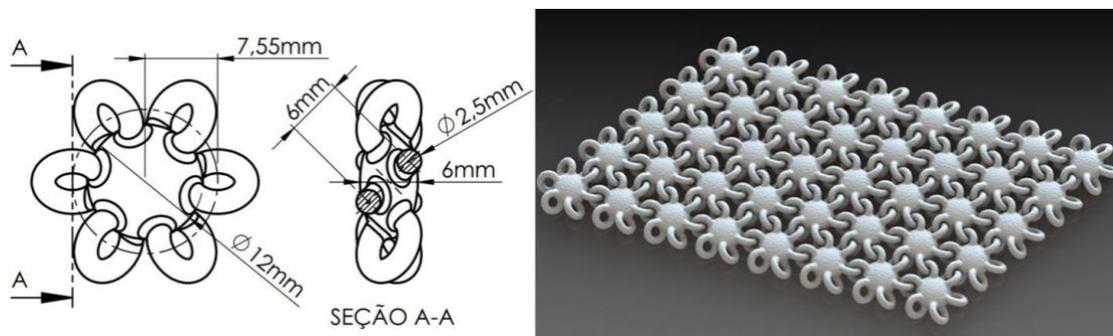
Figura 2: Testes tecido Caracol



Fonte: Hornburg(2017, p.53)

Em sequência apresenta-se o tecido denominado Flor, ele projetado para ser maleável e harmônico em suas formas. As peças que compõem o tecido foram ligadas em cinco ângulos, formando uma estética visual delicada como de uma flor.

Figura 3: Desenho tecido Flor



Fonte: Hornburg (2017, p.54)



Ao imprimir o tecido flor verificou-se que ele não atingiu as características de tato esperadas, ficou áspero, conforme a figura 4, por isso não é confortável ao contato com a pele, sugere-se a utilização de forros de tecido neoprene se for aplicado em roupas.

Figura 4: Testes tecido Flor



Fonte: Hornburg (2017, p.55)

Considerações Finais

No decorrer desta pesquisa, pode-se compreender o universo da impressão 3D, dos desenhos tridimensionais e a composição de formas, buscando a conciliação desses assuntos com o design de moda.

Destaca-se aqui a importância da indústria do vestuário em aderir novos materiais e processos para a fabricação de roupas. A fabricação de tecidos por meio da impressão 3D é uma das possibilidades para minimizar os impactos ambientais, além de reduzir desperdícios e promover a inovação.

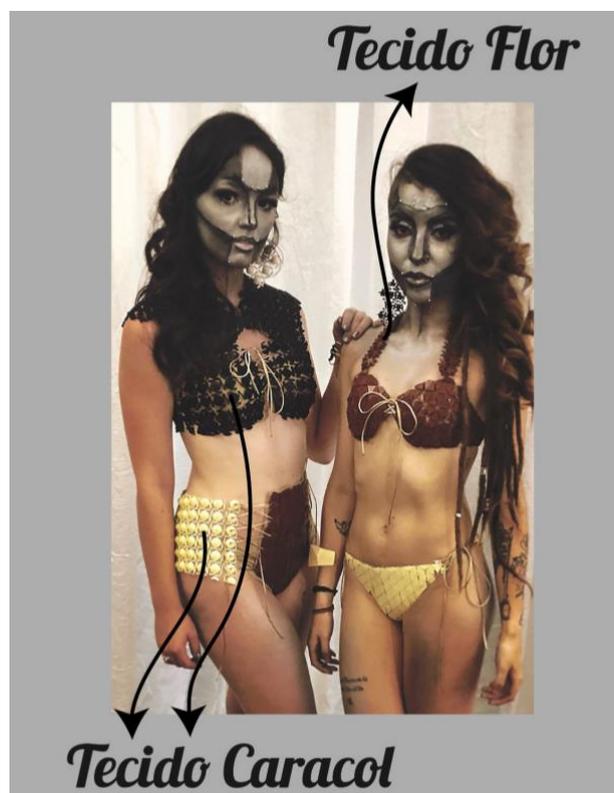
Foi necessário entender o processo de desenho de tecidos com artefatos tridimensionais e a caracterização da impressão 3D e seus materiais para esta finalidade. Isso levou a pesquisar-se por informações básicas, desde geometrias, formas e especificações da impressão tridimensional para a



criação dos padrões de encaixes e para o desenvolvimento e construção dos tecidos.

De maneira geral, o processo de desenvolvimento dos tecidos se mostrou muito proveitoso, permitindo a criação de peças de vestuário funcionais. A Figura 5 exibe a aplicação do tecido Caracol e Flor em looks que apresentam quatro tecidos diferentes de impressão 3D.

Figura 5: Aplicação dos tecidos impressos em 2 looks



Fonte: O Autor

Considera-se que ainda há muitas possibilidades e mercados a serem explorados na manufatura de tecidos com tecnologias de impressão 3D. O tempo de impressão dos dois looks apresentados na imagem, foi de 67,4 horas, utilizando 544 gramas de material PLA. Maiores detalhes do



desenvolvimento e do processo de produção das peças podem ser encontrados no trabalho de Hornburg (2017).

Testes e refinamentos ainda precisam ser efetuados para verificar a viabilidade comercial dos desenvolvimentos. Pesquisas futuras podem ser realizadas para verificar a aplicação de novos termoplásticos nos tecidos, além da criação de novas formas que podem ser extraídas da biomimética, traduzindo elementos naturais que se adaptam para estruturas elásticas e maleáveis para as roupas. Também é possível buscar novas aplicações para as formas desenvolvidas, em outros segmentos, como por exemplo, o mobiliário.

Referências

CONTINUUM. **N12**.

Disponível em: <<http://www.continuumfashion.com/N12.php>>. Acesso em: 12 Nov. 2017.

CUNICO, Marlon Wesley Machado. **Impressoras 3D: O novo meio produtivo**. Curitiba: Concep3D, 2014.

HORNBURG, Lais Estefani. **Tecnologia de Impressão 3D na Indústria do Vestuário: Roupas Adaptáveis a Biótipos Triangulares Femininos**. 2017. 68f. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituição de Ensino SENAI, Jaraguá do Sul, 2017.

IMPRESSÃO 3D FÁCIL. **Conheça os diferentes tipos de materiais para impressão 3d fdm**. Disponível em: <<http://www.impressao3dfacil.com.br/conheca-os-diferentes-tipos-de-materiais-para-impressao-3d-fdm/>>. Acesso em: 20 Set. 2017.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

MUNARI, Bruno. **Design e comunicação visual: Contribuição para uma metodologia didática**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

PALEG, Danit. **Sobre Nós**. Disponível em: <<https://danitpeleg.com/about/>>. Acesso em: 10 Out. 2017.

_____. **Everything here is 3D printed**. Disponível em: <<https://www.instagram.com/danitpeleg3d/>>. Acesso em: 03 Abr. 2018.

11





PORTO, Thomás Monteiro Sobrino. **Estudo dos avanços da tecnologia de impressão 3d e da sua aplicação na construção civil.** Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10019793.pdf>>. Acesso em: 20 Set. 2017.

Pesquisa de inovação: 2014 / IBGE, Coordenação de Indústria. – Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

VOLPATO, Neri. **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações.** - São Paulo: Blücher, 2006.

WONG, Wucius. **Princípios de forma e desenho.** São Paulo: Martins Fontes, 1998.

