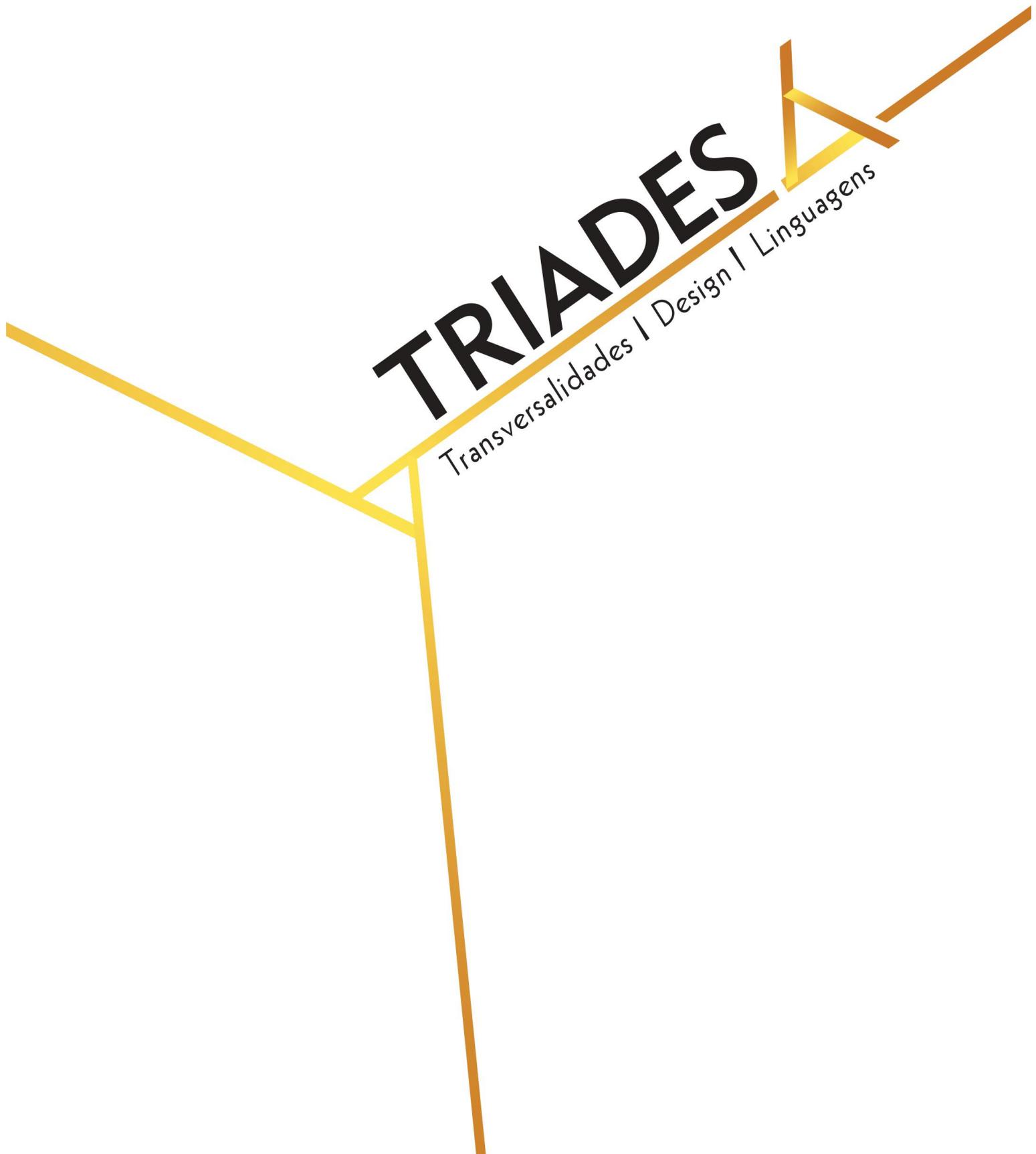


TRIADES

Transversalidades | Design | Linguagens



REMODELANDO O DESIGN DO VESTUÁRIO COM TECNOLOGIAS DIGITAIS DE PRODUÇÃO

Maria Eloisa de Jesus Conceição¹
Jorge Roberto Lopes dos Santos²

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

RESUMO: O artigo apresenta novas perspectivas para o processo de desenvolvimento de objetos do vestuário com a aplicação de tecnologias digitais de produção. Abordar-se-á a aplicação de tecnologias interativas para o projeto de vestuário customizável digitalmente a partir da combinação de sistemas de digitalização e manufatura aditiva. Para tal, a pesquisa descreve o processo de digitalização corporal 3D, ferramenta indispensável para o novo modelo de manufatura, que tem a customização em massa como expressão da criatividade individual; e o potencial da manufatura aditiva, mudando a lógica de desenvolvimento do produto, com a materialização de modelos digitais. O desafio da inovação irá conduzir uma transformação sistêmica global. Uma cultura de maior eficiência dos recursos e de inovação disruptiva. Como tecnologias emergentes podem mudar a forma como a roupa é produzida hoje? Isso pode levar a melhorias no desempenho das peças do vestuário?

PALAVRAS-CHAVE: Design do vestuário; Digitalização 3D; Customização em massa; Manufatura aditiva.

ABSTRACT: The article presents new perspectives for the process of developing objects of clothing with the application of digital technologies in production. We will approach the application of interactive technologies for tailor-made apparel projects, digitally customized from the combination of scanning systems and additive manufacturing. For such, the research describes the process of 3D body scanning, an indispensable tool for the new manufacturing model, which has mass customization as an expression of individual creativity; and the potential of additive manufacturing in materialization of digital models, changing the logic of product development. The challenge of innovation will drive a global systemic transformation. A culture of resource efficiency and disruptive innovation. How can emerging technologies change the way clothes are made today? Can this lead to improvements in the performance of garments?

KEYWORDS: Garment design; Scanner 3D; Mass customization; Additive manufacture.

¹ Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio – mariaeloisa.jcq@gmail.com

² Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio – jorge.lopes@puc-rio.br

Introdução

A tecnologia não está longe de dar ao consumidor, a habilidade para que ele mesmo possa modificar o design do produto, de forma que melhor atenda suas necessidades. Na verdade, a combinação entre tecnologia e vestuário não é um fato novo. No histórico do setor têxtil, pode-se ressaltar os avanços tecnológicos como fator estratégico para gerar mudanças que contribuiriam, para o aprimoramento de técnicas e uso de novos materiais.

No entanto, é possível perceber que essa relação tem ganhado novas proporções, com foco na exploração das potencialidades advindas da aplicação de tecnologias digitais na produção de objetos do vestuário.

“No futuro, a modelagem das roupas não será construída sobre os corpos humanos, mas sim sobre avatares virtuais que representarão cópias perfeitas dos corpos do usuário (...). Todo o projeto de produto e compartilhamento com o mercado deverão ocorrer por meio virtual” (COSTA, 2016, p.28-29).

Os processos de fabricação e os profissionais da cadeia têxtil, vão precisar acompanhar às mudanças contíguas à inovação disruptiva. As etapas que fazem parte da produção industrial de peças de roupa, estão cada vez mais associadas aos meios eletrônicos e digitais, a prototipagem com simulação 2D e 3D já permite criar e editar modelos com representação do caimento do tecido e do uso de aviamentos, para depois desenvolver uma modelagem digital compatível. Para a produção, as medidas utilizadas, logo em breve, serão àquelas adquiridas através de um *body scanner* ou de espelhos inteligentes³.

A tecnologia do *body scanner*, concede a extração de medidas do corpo de forma rápida e precisa, isso pode contribuir para gerar a possibilidade de customizar a peça de roupa ajustando-a para qualquer usuário. Costa (2016), acredita que a transcrição de medidas e o desenho virtual representado por um avatar⁴ podem ser a base para a construção de um padrão individual:

“Como verdade a customização, atualmente, não é viável para o mercado de massa, o conceito de “customização em massa” é nesse momento empregado para dar algum grau de personalização (...). Entretanto, com a adoção da engenharia reversa e da manufatura rápida, não está longe a era da customização com custo efetivo para a massa” (HOPKINSON et al. 2006, p.13).

³ Espelhos inteligentes: espelho de corpo inteiro com sensores que capturam o modelo do corpo em três dimensões, à medida que uma plataforma giratória roda em 360° para coletar todos os dados. **A verdade nua e crua: novo espelho inteligente é capaz de escanear seu corpo em 3D e analisa se você está em forma.** Jornal Metro. Rio de Janeiro. Publicado em 10 de maio de 2016. Seção: Publímetro. Caderno 2, p.12.

⁴ Avatar: é um modelo virtual 3D que simula o corpo humano.

“As grandes escalas de produtos e insumos padronizados vão sendo substituídas pela individualização da produção, enquanto os períodos entre coleções vão encurtando, assim como o tempo entre criação e entrega” (BRUNO, 2017, p.51).

A demanda por aquisição de roupas sob medida, parece ser uma tendência contemporânea inevitável, só que agora, subsidiada por ferramentas digitais de alto potencial. Os usuários precisam de produtos adaptados e com custo acessível, sendo assim, é quase impossível produzir peças sob medida, sem utilizar técnicas de produção em série. De acordo com Hopkinson et al. (2006), com o advento da manufatura aditiva (termo técnico para os processos de impressão 3D), os métodos de produção e os processos envolvidos na customização prévia, não precisarão mudar de componente para componente, as alterações poderiam ser realizadas a partir de uma base única customizável.

Ao lado disso, assim como a revolucionária mudança trazida pela invenção da máquina de costura no século XIX, a tecnologia de manufatura aditiva aplicada na indústria têxtil e do vestuário, prediz mudanças que podem alterar significativamente todo o ciclo que envolve a produção dos objetos de vestir.

Wang & Chen (2014), acreditam que a tecnologia de manufatura aditiva dissipa o quadro original e traz um novo espaço criativo e de possibilidades, tanto no ponto de vista do pensamento do projeto de moda, quanto na prática de produção.

Combinar duas tecnologias emergentes, como a digitalização corporal e a manufatura aditiva no design do vestuário, evidenciam um enorme potencial econômico para o futuro. Ademais, a manufatura aditiva é uma das tecnologias mais importantes do século XXI, visto que o processo, além de altamente flexível, tem um grande potencial de fabricação ecológica, com desperdício praticamente nulo.

Os consumidores estão reavaliando suas prioridades e questionando o que eles acham que tem valor. No mundo da moda, o chamado “Novo Consumismo” se traduziu em demanda por maior transparência, autenticidade dos valores da marca, processos sustentáveis, economia de compartilhamento e experiências de varejo originais. É o momento de pensar em novas alternativas e rever antigos processos.

Frente a tantas mudanças, os designers precisam refletir sobre novas formas de intervir na concepção dos produtos. No lugar de “projetar para”, cogitar “projetar com” o usuário. Reconsiderar a cultura e a prática projetual, revisitando o design como serviço, não apenas como projeto.

Digitalização corporal 3D

A produção de roupas sob medida sofreu diversas mudanças, mas, neste campo, nenhuma tecnologia promete ser tão radical quanto as técnicas de digitalização corporal. Pode-se dizer que esta técnica representa o maior componente de automação na indústria do vestuário. Enquanto a costureira e o alfaiate podiam passar até uma hora medindo clientes, para criar um ajuste perfeito, um scanner pode varrer o corpo em segundos, e rapidamente produzir um modelo virtual genuíno com diversas medidas (Figura 1).

As medidas corporais, abrangem questões referente ao aspecto ergonômico, estando diretamente associadas ao conforto e a qualidade apresentados pelo produto.

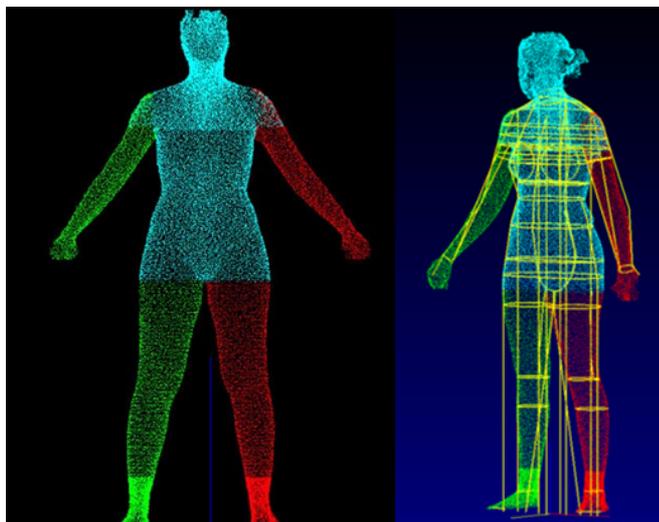


Figura 1 Modelo virtual resultante da digitalização de um corpo humano, com as referências das medidas geradas.
Fonte: <http://www.tc2.com>.

O ajuste da peça ao corpo, tem consequências diretas em relação à satisfação e bem-estar durante o uso da roupa. Existem vários exemplos de inadequação dos produtos, inclusive dos itens de vestir, devido à padronização excessiva. Diversos são os depoimentos, de consumidores que relatam suas dificuldades durante a compra de itens do guarda-roupa, pela falta de correspondência entre o tamanho da peça e a conformidade ao corpo. No documentário “Fora do Figurino”⁵, que entrevistou 150 pessoas, mostra que no Brasil, 85% dos entrevistados do sul e sudeste, afirmam ter problemas com a numeração das roupas, acima

⁵ Fora do Figurino: as medidas do jeitinho brasileiro, documentário de Paulo Pélico, lançado no 35º Festival de Cinema de São Paulo, em 2013. Narra as dificuldades do consumidor de acertar o tamanho do seu manequim e de comprar peças de roupas que se adequem às formas do seu corpo.

da região de Minas Gerais esse percentual passa para 95%. E o brasileiro, com jeitinho, passa a adotar o que seria provisório como definitivo, criando métodos para contornar as dificuldades de ajuste da roupa às formas do seu corpo.

Os recentes avanços no método de obtenção de imagem, ilustrados pelas técnicas de digitalização corporal, tem aberto grandes perspectivas para a implantação desta tecnologia em vários domínios, tais como, na indústria do vestuário e de entretenimento.

Os scanners de corpo determinam medições precisas e podem recomendar o tamanho apropriado das peças do vestuário. “Estudos têm confirmado a existência de uma grande variação de silhuetas femininas, com diferentes categorias de tamanhos” (APEAGYEI, 2010). Embora o scanner de corpo tenha sido pouco explorado na produção de objetos de vestir, ele já tem sido usado em outros campos desde os anos de 1990:

“Os militares foram os primeiros a utilizar o scanner de corpo, para determinar o tamanho dos seus uniformes de maneira rápida e precisa. “Em alguns países, sistemas de escaneamento do corpo inteiro, têm sido instalados em lugares como shoppings, boutiques, além de centros especializados de digitalização” (QUINN, 2012, p. 150).

A extração de medidas e o desenho virtual, são a base para a construção de um padrão individual e do gerenciamento de dados em grande escala. Os arquivos com as dimensões do usuário, poderiam ser usados repetidamente, na compra de itens diversos, sem a necessidade de repetir a coleta de medidas, pois as informações seriam renovadas e revisadas em qualquer tempo. Além disso, os dados obtidos são mais precisos, reproduzíveis e utilizam técnicas não invasivas, diferente dos métodos tradicionais de verificação do corpo.

Através dos digitalizadores corporais, também é possível criar com precisão avatares⁶ realísticos, que podem ser usados, por exemplo, para fazer compras de artigos de vestuário no ambiente virtual. Segundo a e-Bit, empresa brasileira de informação de e-commerce, no primeiro semestre de 2016, o mercado de vendas online de bens de consumo, atingiu um crescimento de 5,2% no período e um faturamento de R\$ 19,6 bilhões. A categoria “Moda e Acessórios”, é a terceira no ranking em volume de pedidos. Oferecer ao usuário a capacidade de visualizar como a roupa ficará como quando usada, de certo, minimizaria a necessidade de troca dos produtos e aumentaria a satisfação do usuário.

O campo da moda virtual está crescendo e promete se tornar, rapidamente, uma importante plataforma no varejo online. O design centrado no usuário, representa uma

⁶ Cf. nota 4, deste artigo.

metodologia importante no desenvolvimento de produtos únicos e as medidas antropométricas, serão fundamentais nesse processo.

De acordo com Silva (2011), a digitalização 3D funciona, em geral, por meio de um sistema de varredura, que mede a localização dos pontos de uma superfície (X, Y e Z). Depois de finalizada a verificação, obtém-se o mapeamento ponto a ponto da superfície do objeto, o qual denomina-se nuvem de pontos⁷. Em seguida, gera-se um modelo de malha tridimensional⁸, resultante do processamento dessa nuvem, que representa a superfície. A imagem resultante, pode ser manipulada a partir de softwares de modelagem tridimensional, capazes de refinar e alterar características do modelo. Os scanners 3D mais populares, geralmente, utilizam a técnica de triangulação, na obtenção de imagens.

O *body scanner* transforma o corpo humano em formas gráficas. Ele fornece dados precisos sobre o corpo, que podem ser transferidos para um processo de ajustamento padrão. O seu uso no design do vestuário, representa, sem dúvida, uma estratégia para alcançar vantagem competitiva na produção desses bens.

Customização em massa no design do vestuário

A customização prévia do produto, por parte do consumidor, tende a ser uma das variáveis mais importantes, dentro das modificações previstas para o formato da indústria 4.0⁹. As “fábricas inteligentes” serão capazes de levar em consideração às preferências de cada usuário, abordando questões estéticas, funcionais, experimentais, conceituais, etc.

A customização em massa é uma estratégia de negócio, que se consolidou na indústria e está sendo adotada por diversas fábricas, devido ao potencial competitivo que oferece. O objetivo deste processo, é atender, em grande escala, às necessidades e os desejos individuais do usuário, que está cada vez mais inclinado, a adquirir produtos e serviços únicos. Pode-se dizer, que significa, basicamente, fabricar produtos customizados, com a mesma economia de custo das linhas de produção.

⁷ Nuvem de pontos: sistema de coordenadas que representa o conjunto de pontos no espaço que recriam a superfície de um objeto digitalmente.

⁸ Malha tridimensional: é o conjunto de vértices, bordas e faces que definem a forma de um modelo 3D.

⁹ Manufatura 4.0: conceituada pelos americanos como “manufatura avançada”, ou “indústria 4.0” pelos alemães, refere-se ao novo modelo de fábrica que remete às inovações que estão revolucionando o sistema produtivo. Dita a quarta revolução industrial, que se instaura à medida que as linhas de produção são invadidas por robôs e sistemas avançadas de automatização.

O termo customização em massa foi cunhado por Stanley Davis, em seu livro *“Future Perfect”*, em 1987. Mas, o termo só foi popularizado em 1993 no livro de Joseph Pine, *“Mass customization”*. Pine (1993), descreveu que através da aplicação de novas tecnologias e novos métodos de gerenciamento, seria possível encontrar alternativas para paradigma da produção, daquele momento, criando variedade e opções de customização, através da flexibilidade e capacidade de resposta rápida. Este seria, o foco de controle para um novo formato de produção.

Para Hopkinson et al. (2006), existem diferentes tipos de customização e, conseqüentemente, diferentes métodos de gerenciamento de dados. Um extremo, é a noção de que produzir o anúncio de um produto cujo projeto, tenha sido desenhado com o usuário em mente, aponta para a satisfação dos requisitos desse indivíduo e de nenhum outro, como por exemplo, uma peça única de joia, que nunca vai ser replicada. E um outro extremo disso, é a modificação de características da forma, de um produto padrão. Por exemplo, mudando um componente que pode ser encomendado em diferentes tamanhos. Em algum lugar desses dois extremos estará o método de modularização onde o produto altamente customizável pode ser gerado, pela seleção de várias faixas disponíveis de opções.

“Na verdade, a customização em massa é uma proposição incrivelmente atraente tanto para consumidores como para produtores. Os consumidores obtêm um produto a um preço razoável e sob medida que reflete sua seleção pessoal de cores, recursos, funções e estilos. Os produtores, por sua vez, conseguem reduzir seus estoques e despesas gerais de fabricação, eliminar o desperdício em suas cadeias de suprimentos e obter mais precisão de informações sobre demanda. Em outras palavras, a customização em massa é uma proposta de ganha-ganha” (CODONI & MARTINELLI, 2006, p.3).

A ideia evolutiva do processo de customização em massa, vai atender não só as necessidades exigidas pelo usuário, mas também, as do fabricante, visto que ocorrerá, uma significativa redução de estoque acumulado e do tempo de produção.

A manufatura das peças de roupa, pode tornar-se inteiramente digital, com o auxílio de sistemas CAD/CAM¹⁰ integrados. Esses sistemas, ajudariam a acelerar e melhorar a colaboração e comunicação durante o processo criativo. Os pacotes de softwares específicos de produção do vestuário, já permitem que o usuário personalize um avatar com medidas próprias e construa amostras virtuais, com a simulação de movimento e caimento das peças.

¹⁰ CAD - *computer aided design* (desenho assistido por computador); CAM - *computer aided manufacture* (manufatura assistida por computador).

Segundo Pine (1993), a inovação tecnológica tem um papel vital no sistema de customização em massa. A aplicação de tecnologias, que sejam capazes de gerenciar e constituir sistemas de automação, tais como, àqueles que possam aumentar a adaptabilidade do produto, através de ciclos curtos de desenvolvimento e ofertar flexibilidade na produção. No quadro 1, pode-se comparar, as principais diferenças entre o processo de produção em massa e o de customização em massa.

A individualização dos produtos, vai também requerer o aumento da entrada dos usuários no processo de design. Hopkinson et al. (2006) relatam, que há muitos exemplos de falhas nos produtos, que poderiam ser evitadas, se a entrada do usuário tivesse sido tratada, num grau mais elevado durante o projeto.

| | Produção em massa | Customização em massa |
|-----------------------------------|--|---|
| Foco | Eficiência através da estabilidade e controle. | Variedade e possibilidade de customização através da flexibilidade e resposta rápida. |
| Objetivo | Desenvolvimento, produção, marketing e entrega de bens e serviços a preços baixos o suficiente para que todo mundo possa ter acesso. | Desenvolvimento, produção, marketing e entrega acessível de bens e serviços com possibilidades de variedade e customização para que quase todos, possam encontrar exatamente o que eles querem. |
| Principais Características | Demanda instável; mercados homogêneos; baixo custo, qualidade consistente; padronização de bens e serviços; produtos com o ciclo de desenvolvimento longo. | Demanda fragmentada; nichos heterogêneos; baixo custo e alta qualidade; bens e serviços customizados; produtos com o ciclo de desenvolvimento curto. |

Quadro1: Principais diferenças entre os processos de produção em massa e customização em massa.
Adaptado pelos autores. Fonte: PINE (1993, p.47)

Estudos prospectivos, já identificam um novo modelo de fabricação, nomeado de *social manufacturing* (manufatura social), o qual, permite que o usuário, participe de todo o processo de concepção do produto que ele vai adquirir. A interface entre o designer e o usuário, seria mediada pelas tecnologias de computação em nuvem¹¹, pelos sistemas de automação e pelos processos de fabricação digital.

“Através da customização está um conceito futurístico da moda. (...) Todos os envolvidos vão experimentar um novo ambiente em que o processo de distribuição será alterado com o consumidor na parte superior da cadeia. Ver-se o início de uma nova era da customização, em que, tecnologias avançadas, aumento da concorrência e usuários mais assertivos, estão a conduzir as empresas para o aspecto de individualização de seus produtos e serviços” (VIGNALI et al, 2004, p.503).

¹¹ Computação em nuvem: o conceito refere-se à utilização da memória e da capacidade de armazenamento e cálculo de computadores e servidores compartilhados e interligados por meio da Internet.

A customização em massa, levanta uma série de questões que são vitais explorar. Obviamente, a grande diversidade de requisitos que podem ser capturados, vai requerer uma série de técnicas e ferramentas diferentes. A manufatura aditiva, prenuncia ser a ponte que ligará a digitalização com a criação tangível; trazendo o mundo virtual, para a realidade.

Manufatura aditiva no design do vestuário

Os modos de criação, colaboração e aprendizagem, associados à ação direta e ao exercício constante de olhar, repensar e se reinventar, num mundo, cada vez mais, tecnologicamente mediado, convergem para desenvolvimento de novos processos. A fabricação digital, traz uma nova perspectiva com relação ao design, processo extremamente flexível, estabelece uma nova relação entre quem cria e quem usa o produto. Permite, que o objeto seja produzido de acordo com o gosto pessoal ou necessidade do usuário; ou, até mesmo, pelo próprio usuário.

A manufatura aditiva, é desenvolvida a partir de um sistema RP – *Rapid Prototyping* (prototipagem rápida), que permite a fabricação rápida de modelos físicos, usando dados tridimensionais. Os sistemas de prototipagem rápida, surgiram no final da década de 80, com a introdução da tecnologia de *stereolithography* (estereolitografia), que é um processo de solidificação de camadas de material sensível à luz.

Por ser um processo de deposição de camadas, permite construir estruturas extremamente abstrusas e com alto grau de complexidade geométrica. A impressão inicia-se pela base do objeto, com a deposição de uma fina camada do material, sobre uma plataforma. Depois que a primeira camada é formada, a impressora aplica outra, e o processo se repete com o acúmulo de sucessivas e milimétricas camadas até que o objeto esteja pronto. O tempo de impressão, varia de acordo com o tamanho e a complexidade do modelo. Tamanha precisão, vem tornando a tecnologia de manufatura aditiva, cada vez mais, presente no desenvolvimento de projetos na área de design.

A manufatura aditiva, também é crucial nas fases iniciais do projeto. Com a impressão 3D, é possível prototipar o produto e, se necessário, alterar o modelo digital de forma muito mais rápida e eficiente. Depois de modificar o modelo, usando um software de modelagem tridimensional, pode-se imprimir uma nova forma em questão de horas, sem a necessidade de confecção de um molde preliminar. É a possibilidade de idealizar e materializar com eficiência, bens que, até recentemente, só podiam sair das fábricas.

Quando uma inovação é realizada, especula-se como isso pode transformar o cotidiano das pessoas. O uso das tecnologias de fabricação digital, representa o estreitamento entre a criação e a produção e também a possibilidade de criar sem intermediários.

“Uma das implicações mais profundas da fabricação digital no design vai ser que, sem o custo da ferramenta para ser amortizado nas peças produzidas, cada componente pode ser diferente, permitindo potencialmente a verdadeira customização em massa de cada e de todos os produtos ” (HOPKINSON et al, 2006, p. 17).

“...Claro que existem restrições associadas ao uso da manufatura digital, mas a diferença está se estreitando rapidamente e talvez possamos um dia estar em uma situação em que possamos fazer qualquer coisa de qualquer coisa ” (HOPKINSON et al, 2006, p. 281).

A primeira peça vestível, produzida a partir do processo de manufatura aditiva, foi o *Black Drape Dress* (Figura 2), em 2000. O modelo foi desenvolvido pelo engenheiro industrial Jiri Evenhuis, em colaboração com o designer industrial holandês Janne Kytanen. Atualmente, o *Black Drape Dress* faz parte do acervo do MoMA (*Museum of Modern Art*). A impressão tridimensional, foi feita através da técnica de sinterização seletiva a laser, SLS (*selective laser sintering*), que usa a luz para fundir camadas de material em forma de pó. Cinco anos depois, o grupo *Freedom of Creation*®, desenvolve o *White Drape Dress*, como desdobramento do *Black Drape Dress*. O vestido possui uma gola mais detalhada e o movimento da parte inferior, remete, ao de um têxtil convencional.



Figura 2 *Black Drape Dress*. Fonte: <http://www.freedomofcreation.co.uk>

Em 2010, no Amsterdam Fashion Week, a designer Iris Van Herpen, apresentou na passarela, sua primeira peça manufacturada aditivamente (Figura 3), parte da coleção *Crystallization*. Herpen, se inspirou em desenhar um modelo, cujo caimento ao redor do corpo, remetesse aos diferentes estados, estruturas e padrões da água.

No ano seguinte, a designer vai além e dos doze looks da coleção *Escapism* apresentados no Paris Fashion Week, quatro foram produzidos por meio de processos de manufatura aditiva (Figura 4). A coleção *Escapism*, surgiu como o resultado da exploração de possibilidades, a partir do uso de diferentes processos de manufatura aditiva. Nas duas coleções a construção foi por meio de sinterização seletiva a laser (SLS).



Figura 3 Peça da coleção *Crystallization* produzida a partir da tecnologia de manufatura aditiva. Fonte: <http://www.irisvanherpen.com/haute-couture>



Figura 4 As quatro peças da coleção *Escapism*. Fonte: <http://www.irisvanherpen.com/haute-couture>



Figura 6 Os cinco looks da coleção *Fashion +3D printing*. Fonte: <http://danitpeleg.com/>



Figura 5 Vestido *InBloom* dos arquitetos, Kae Woei Lim e Elena Lim. Fonte: <http://www.xyzworkshop.com/>

Em 2014, o casal de australianos, Kae Woei Lim e Elena Lim, desenvolveram o vestido *inBloom* (Figura 5) que foi impresso com 191 painéis utilizando filamento flexível de PLA. A técnica utilizada foi a de modelagem de deposição fundida – FDM (*Fused Deposition Modeling*), que é a técnica mais acessível e disponível em versão desktop. Estatisticamente, os 191 painéis levaram 265 horas e 15 minutos de impressão, usando apenas 1 kg de material.

Envolvida por essa atmosfera, no mesmo ano a designer israelense, Danit Peleg, mesmo sem experiência anterior com a tecnologia de manufatura aditiva, desenvolveu uma minicolecção de cinco peças, que foram desenvolvidas em um software de modelagem 3D gratuito, que permite a criação e a edição de modelos tridimensionais. O arquivo final, gerado no formato STL (*Stereolithograph*), é o reconhecido pela maioria dos sistemas manufatura assistida por computador. Todo o processo levou cerca de 2000 horas. Os sapatos também foram produzidos com a mesma tecnologia, já que, Danit Peleg desejava que suas modelos estivessem 100% vestidas com peças produzidas a partir de um processo de manufatura aditiva de baixo custo (Figura 6).

Ainda em 2014, a designer paulista Andreia Chaves, em parceria com o grupo *Freedom of Creation*®, desenvolveu o *Invisible Shoe* (Figura 7), a partir da tecnologia de sinterização seletiva a laser (SLS). A parte interna, é composta por couro artesanal e a estrutura externa,



Figura 7 *Invisible Shoe* da designer Andreia Chaves. Fonte: <http://www.andreiachaves.com>

em poliamida. No seu trabalho, a designer combinou o método tradicional com ferramentas tecnológicas.

No Brasil, os processos de manufatura aditiva, também começam a mostrar sinais de desenvolvimento. Em Minas Gerais, a exposição “Minas +10” (Figura 8) realizada em abril deste ano, apresentou peças produzidas através de impressão 3D. A técnica escolhida foi a FDM, utilizando filamento flexível à base de polímeros. A ideia, foi propor uma reflexão sobre as possibilidades de uso da tecnologia no design do vestuário.

Designers entusiásticos, acreditam que tudo isso é apenas o começo, em breve poderemos imprimir nossas próprias roupas em casa. A automação, a robotização e proximidade física com o usuário é um passo anterior à produção domiciliar.

Imprimir réplicas reais de comida, tecido humano, órgãos, casas, produtos esportivos, próteses, pode parecer algo muito distante da realidade, mas, já são possíveis a partir de diferentes processos de manufatura aditiva, que até pouco tempo, eram restritos às grandes indústrias. A tecnologia de impressão 3D, ainda está em crescente aplicação no design do vestuário, proporcionando resultados diferenciados, em relação aos demais processos que vinham sendo utilizados desde então.



Figura 8 Imagem das peças da coleção verão 2017/2018, produzidas pela marca Plural, que fizeram parte da exposição “Minas +10”.
Fonte: jornalopovo.com.

A produção do vestuário, a partir de processos de manufatura aditiva, tem ainda, um longo caminho a ser explorado, principalmente, no que se refere à evolução dos materiais destinados a este fim. As peças produzidas, ainda apresentam limitações, relacionadas a flexibilidade e maleabilidade, que as tornam inadequadas para o uso trivial. Mas, com certeza, nas próximas décadas, essas roupas já serão artigo comuns, acessível a boa parte dos usuários.

Considerações Finais

As soluções em manufatura aditiva, têm mostrado rápido crescimento, o que nos faz concluir que essa tecnologia, muito em breve, estará em praticamente todos os segmentos do nosso dia a dia. As impressoras 3D estão cada vez mais populares e o Brasil não está de fora desse desenvolvimento. Em São Paulo e Porto Alegre, por exemplo, há grandes centros de tecnologia, envolvidos com fabricação digital.

Em 2016, a Indústria recorreu mais à manufatura aditiva, aumentando o uso desse recurso em 30%. O uso de tecnologias digitais de produção, também encurtam os prazos do projeto, que podem ser mais facilmente administrados, além de permitir que o produto seja testado e alterado rapidamente, inclusive pelo usuário, onde quer que ele esteja.

Acredita-se que a produção de peças de roupa, pode tornar-se essencialmente online e de livre manutenção. Muitas peças serão desenhadas por seus usuários, e a maioria, materializada nas próprias casas, a partir do download de arquivos baixados do site de preferência.

Com o advento da manufatura digital os métodos de produção e os processos envolvidos na individualização dos artefatos tornam-se mais viáveis. O aspecto da customização é o preditivo da contemporaneidade, e como previu Davis (1987), cada vez mais a customização em massa tende a ultrapassar a padronização em massa.

A tecnologia de digitalização corporal e a manufatura aditiva, vão juntas introduzir altas resoluções de deslocamento da forma, entre os mundos físico e digital. Vai ser possível digitalizar, editar e duplicar objetos físicos para criar réplicas exatas ou para melhorar algum aspecto do original. Para os menos habilidosos, já existem sites com modelos, de diversas categorias, para download gratuito. Em breve, isso pode incluir toda a gama de itens do vestuário.

Referências Bibliográficas

APEAGYEI, Phoebe R. *Application of 3D body scanning technology to human measurement for clothing Fit*. this issue, 2010.

BRUNO, Flávio. **A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: a visão de futuro para 2030**. 2.ed. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2017.151p.

CODONI, F. & MARTINELLI, C. *Mass customization*. In: *Seminar in customer relationship Management . Faculty of Economics and Social Sciences. Fribourg*, 2006.

COSTA, Thays Neves. **Automatização do traçado dos moldes básicos femininos por meio de software de modelagem paramétrica**. Porto Alegre. 2016.

DAVIS, Stan. *Future Perfect*. New York: Addison-Wesley, 1987, 243p.

HOPKINSON, Neil; HAGUE, Richard; DICKENS, Phill. *Rapid Manufacturing: an industrial Revolution for the digital age*. John Wiley & Sons, Ltd. England. 2006, 285p.

LIPSON, Hod; KURMAN, Melba. *Fabricated the new world of 3D printing: the promise and peril of machine that can make (almost) anything*. 1ed. Indiana. John Wiley & Sons, Inc. 2013, 320p.

PINE, Joseph. *Mass Customisation: The New Frontier in Business Competition*. Boston. Harvard Business School Press. 1993, 537p.

SILVA, F. **Usinagem de Espumas de Poliuretano e Digitalização Tridimensional para Fabricação de Assentos Personalizados para Pessoas com Deficiência**. UFRGS, Porto Alegre, p. 192, 2011. (Tese de Doutorado em Engenharia de Minas, Metalurgia e de Materiais – PPGE3M da Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

QUINN, Bradley. *Fashion Future*. 1ed. London. Merrell Publishers Limited. 2012, 239p.

WANG, Bin Zi; CHEN, Yin. *"The Effect of 3D Printing Technology on the Future Fashion Design and Manufacturing"*, *Applied Mechanics and Materials*, Vols. 496-500, pp. 2687-2691, 2014.