

USO DA DIGITALIZAÇÃO 3D E DA PARAMETRIZAÇÃO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS PARA PRODUÇÃO DE MOLDES PERSONALIZADOS PARA O VESTUÁRIO

3D SCANNING AND PARAMETERIZATION OF ANTHROPOMETRIC MEASURES IN CUSTOM MOLDS PRODUCTION FOR CLOTHING

Thays Neves Costa¹
Clariana Fischer Brendler²
Fábio Gonçalves Teixeira³
Régio Pierre da Silva⁴
Tânia Luisa Koltermann da Silva⁵

Resumo

O objetivo deste artigo é avaliar a viabilidade da parametrização dos moldes básicos personalizados, eliminando a necessidade de confecção de um molde para cada usuário. Este método utiliza a digitalização tridimensional para a obtenção das medidas antropométricas e da silhueta do corpo do usuário e parametriza estas medidas, fazendo com que a produção de um único molde básico seja necessário para atender usuários com diferentes características antropométricas. Foram utilizados um scanner 3D de baixo custo, o *Kinect* da *Microsoft*, para obtenção do modelo 3D do corpo do usuário e o algoritmo de modelagem *Grasshopper* para parametrização do molde. Assim, um participante da pesquisa foi digitalizado e, a partir de seu modelo 3D, foram obtidas as medidas antropométricas para parametrização do molde. A partir deste, o modelo final foi confeccionado e experimentado pelo participante para fins de validação. Os resultados obtidos foram satisfatórios na medida em que demonstram grande precisão de medidas antropométricas no modelo produzido. Sendo assim, o estudo abordado traz importante contribuição para as áreas de desenvolvimento de produtos para o vestuário na medida em que proporcionam agilidade no processo de produção de moldes básicos e produtos com alta precisão de medidas e, consequentemente, aumentam o grau de conforto para o usuário.

Palavras-chave: antropometria; digitalização 3D; molde; parametrização; Grasshopper; vestuário.

¹ Mestranda, PgDesign - UFRGS, thaysncosta@hotmail.com

² Professora Doutoranda, Departamento de Design e Expressão Gráfica - PgDesign - UFRGS, clariana.brendler@ufrgs.br

³ Professor Doutor, Departamento de Design e Expressão Gráfica - UFRGS, fabiogt@ufrgs.br

⁴ Professor Doutor, Departamento de Design e Expressão Gráfica - UFRGS, regio@ufrgs.br

⁵ Professora Doutora, Departamento de Design e Expressão Gráfica - UFRGS, tania.koltermann@ufrgs.br

Abstract

The purpose of this article is to evaluate the feasibility of parameterization of custom basic molds, eliminating the need for making a mold for each user. This method uses the three-dimensional scanning to obtain the anthropometric measurements, and the user's body silhouette and parameterize these measures, causing the production of a single basic mold is necessary to meet users with different anthropometric characteristics. A low-cost 3D scanner was used, Microsoft Kinect, to obtain the 3D model of the user's body and the Grasshopper modeling algorithm for setting the mold. Thus, a research participant was scanned and, from your 3D model, anthropometric measurements were obtained for setting the mold. The final model was built and experienced by the participant for validation purposes. The results were satisfactory in showing high precision in anthropometric model produced. Thus, the study addressed brings important contribution to the development of products for clothing in areas as they provide flexibility in the basic mold production process and product measurements with high accuracy and hence increase the degree of comfort for the user.

Keywords: anthropometry; 3D scanning; mold; parameterization; Grasshopper; clothing

1. Introdução

A partir da Revolução industrial, a maneira de mensurar o desenvolvimento humano era o domínio da tecnologia e, por consequência, a agilidade na produção de mercadorias gerando maiores lucros (CALDAS, 2004). Para atingir seus ambiciosos objetivos financeiros, muitas empresas optavam pelo desenvolvimento de produtos de baixa qualidade. Na área têxtil e de vestuário, chamamos essa tendência de *fast fashion*, caracterizada pela agilidade de produção a preços muito baixos e novidades constantes (HOFFMANN, 2011).

Contudo, na contra mão desse sistema de produção surge o *slow fashion*, que vem do termo *slow design* criado pelo autor Fuad-Luke (2010). O *slow design* prima pelo processo lento e reflexivo com foco no desenvolvimento dos resultados do projeto. Este processo enfatiza a importância de democratizar o processo de design para alcançar um amplo leque de interessados. Quando aplicado à área da moda, se torna *slow fashion*. Neste sistema, não há lançamentos constantes, as peças são perenes e as modelagens cuidadosamente ajustadas. O design é geralmente atemporal que persiste por mais de uma estação, produtos mais duráveis e de melhor qualidade (PEREIRA E NOGUEIRA, 2013).

Pereira e Nogueira (2013) comentam que todas as características pertencentes ao *slow fashion* são praticadas no processo de construção do vestuário personalizado, encomendada à uma costureira. Porém, o profissional em questão está cada vez mais raro de se encontrar no mercado de moda, tornando o processo muito caro e demorado.

Geralmente, a técnica de construção do vestuário utilizada pelas costureiras e pelos pequenos ateliês é a modelagem planejada. Porém, esta técnica quando se trata de peças personalizadas se torna um tanto quanto demorada, pois o profissional primeiro precisa obter as medidas do cliente e depois construir todas os moldes básicos necessários para a interpretação do modelo final. O problema é que este processo se torna demorado na medida em que para cada usuário é necessário o desenho de um novo molde básico.

Uso da Digitalização 3D e da Parametrização de Medidas Antropométricas para Produção de Moldes Personalizados para o Vestuário

Os desenhos dos moldes básicos são elaborados conforme as medidas antropométricas. Estas são necessárias para o desenvolvimento de produtos para o vestuário, tornando-os mais adequados às características do usuário final. Sejam produtos de vestuário para alta escala industrial ou produtos personalizados.

Existem duas maneiras de obtenção das medidas antropométricas: por métodos de medições manuais, ou métodos de medições através de digitalizadores tridimensionais. Até o início dos anos 2000, as medidas antropométricas se limitavam à medição manual utilizando instrumentos tradicionais como balança de precisão, paquímetro e fitas métricas. Porém, os métodos e procedimentos de obtenção de medidas do corpo humano por métodos manuais são considerados procedimentos demorados e envolvem o contato físico com os indivíduos a serem mensurados (LU e WANG, 2008; SIMMONS, 2001; TOMKINSON e SHAW, 2013).

Com o avanço da tecnologia, pesquisas vêm sendo realizadas para a obtenção de dados antropométricos por meio de digitalizadores 3D para que seja possível a obtenção dos dados antropométricos sem o contato físico com o indivíduo a ser mensurado e a obtenção da silhueta do corpo em uma malha tridimensional.

Assim, estão sendo realizados levantamentos antropométricos por diferentes sistemas de digitalização 3D em diversos centros de pesquisa e tecnologia no mundo. Conforme a identificação da necessidade de obtenção de medidas mais rápidas, precisas e confiáveis e de se obter o modelo 3D com o volume e a silhueta do corpo do usuário. O que facilita e auxilia o processo de confecção de produtos dos moldes básicos para o vestuário.

Outra questão importante é a relação do conforto do produto de vestuário com a precisão das medidas antropométricas. Principalmente, quando se trata de produtos que requerem a personalização de medidas. Segundo Martins (2006), para que ocorra esta interação produto de vestuário e o uso deste de forma plena, é necessário que o vestuário atenda requisitos como o conforto, no qual permite uma correta postura e movimentação das articulações do corpo.

Nos produtos de moda, antes de perceber as qualidades técnicas e ergonômicas, o consumidor percebe as qualidades estéticas, que estão relacionadas à criatividade e tendência de moda. Em muitos casos, as roupas são lançadas com alternativas estéticas para atrair os consumidores. Porém, estas características quando não adequadas sob a ótica das qualidades técnicas e ergonômicas não exercem sua função corretamente. Sendo assim, se entende que a qualidade estética não pode sacrificar o desempenho técnico e ergonômico do produto no qual está atrelado às medidas antropométricas corretas (GONÇALVES e LOPES, 2007; SILVEIRA, 2008).

Portanto, o objetivo deste artigo é avaliar a viabilidade da parametrização dos moldes básicos personalizados utilizando a digitalização tridimensional para a obtenção das medidas antropométricas do usuário. Assim, auxiliar o processo de desenhos de moldes básicos e tornar o produto final mais adequado às características físicas do usuário tornando-o mais confortável.

O designer precisa tomar consciência da importância das medidas antropométricas, desta forma ele poderá estabelecer uma relação ergonômica entre a antropometria e o projeto de vestuário. Assim, as medidas quando bem aplicadas no processo de desenvolvimento do produto minimizam o risco de problemas referentes aos fatores relacionados ao conforto, tamanho e usabilidade do produto (SABRÁ, 2009).

2. Antropometria Aplicada ao Vestuário

As medidas antropométricas têm contribuído para a melhoria da qualidade dos produtos de consumo, adaptando-os melhor às necessidades e características do consumidor. Deve ser avaliado para o projeto de um produto, seu público alvo, e considerar a grande variação corporal entre etnias, sexo, idade, fatores socioeconômicos, bem como suas particularidades e necessidades em função das limitações e capacidades humanas (SIMMONS, 2001).

Também, definir se o produto será utilizado por um único usuário, necessitando de personificação nos dados antropométricos ou se o produto será utilizado por um grupo maior de pessoas (CLARKSON, 2008). Para isso, é necessário identificar quais dados antropométricos serão considerados para cada projeto. Em produtos para o vestuário não é diferente. Para os produtos personalizados, o mais adequado é realizar o levantamento dos dados antropométricos diretamente no usuário final do produto.

Para o desenho da modelagem de qualquer peça do vestuário, primeiramente, devemos conhecer a tabela de medidas antropométricas. Esta pode ser em escala industrial ou personalizada. Em qualquer forma de produção, a modelagem do vestuário é uma metodologia de trabalho que exige precisão matemática, e esta pode ser fornecida por uma tabela de medidas do corpo humano. Ela serve como base ao desenvolvimento de uma modelagem e, normalmente, é composta por nomenclaturas de tamanhos (ex.: P, M, G ou 38, 40, 42). Essas medidas precisam estar de acordo com o público alvo da empresa e com o biótipo físico do consumidor (SABRÁ, 2009).

O Brasil conta com a NBR 13377 lançada em 1995, e seu objetivo é referenciar as medidas mínimas do vestuário. Esta norma não só apresenta padrões de referências antropométricas femininas, mas masculinas e infantis também (PIRES, 2008). Porém, a NBR 13377 entrou em um processo de revisão no ano de 2006. Esta revisão tem como base as diretrizes de medidas da NBR 15127 (ISO 7250), mas até o momento os resultados desta revisão ainda não foram divulgados.

A tabela de medidas é essencial para a criação dos moldes básicos do vestuário, eles representam o corpo humano por meio de diagramas bidimensionais. A precisão das medidas, que se caracterizam pelo estudo das medidas do corpo humano, cálculo matemático apurado durante o traçado das bases, uso das proporções calculadas entre as partes do corpo e posicionamento das linhas de equilíbrio, podem fazer toda a diferença no caimento da roupa e torná-la confortável e harmoniosa (NÓBREGA, 2014).

As tabelas são referências para a construção de todas as bases. No caso de se querer executar uma peça para uma pessoa cujas medidas não se encaixam nas tabelas, é possível substituí-las pelas medidas personalizadas (DUARTE e SAGGESE, 2010).

Duarte e Saggese (2010) fazem uma adaptação dos pontos de medidas e comentam que o fator mais importante para o desenvolvimento de uma modelagem é a exatidão delas, pois dão a perfeição ao molde e economizam tempo. As autoras citam dois tipos de medidas: as fundamentais e as complementares, conforme o Quadro 01.

Quadro 01: Medidas as fundamentais e complementares

Fundamentais	Medidas exatas tiradas rente ao corpo, necessárias para o desenvolvimento das bases.
Busto	Contorne o corpo na altura do busto na sua parte de maior circunferência
Cintura	Amarre uma fita estreita na cintura e passe a fita métrica sobre ela
Altura ou posição do busto	Posicione a fita métrica no ponto de encontro do ombro com o pescoço. Tire a medida deste ponto até o mamilo
Quadril	Quadril: contorne o corpo na altura dos glúteos, na sua parte de maior circunferência.
Separação do busto	Meça a distância entre os mamilos
Ombro	Posicione a fita no ponto de encontro do ombro com o pescoço e meça até o final do ombro
Cava a cava das costas	Meça a distancia da cava esquerda até a cava direita das costas
Centro das costas	Posicione a fita no ponto de encontro do ombro com o pescoço e meça até o final do ombro
Altura das costas	Posicione a fita métrica no ponto de encontro entre o ombro e o pescoço e meça até a fita amarrada na cintura
Transversal das costas	Meça do final do ombro até o centro das costas na altura da fita amarrada na cintura
Cava a cava na frente	Meça a distancia da cava esquerda até a cava direita da frente.
Centro da frente	Posicione a fita métrica na base do pescoço na frente. Tire a medida deste ponto até a fita amarrada na cintura
Altura da frente	Posicione a fita métrica no ponto de encontro entre o ombro e o pescoço e meça até a fita amarrada na cintura
Transversal da frente	Meça do final do ombro até o centro da frente da altura da fita amarrada na cintura
Comprimento da manga	Posicione a mão logo abaixo do umbigo, sobre o ventre. Meça do final do ombro até o osso mais saliente do punho
Altura do gancho	Sentado(a) em uma cadeira ou banco com o assento plano e firme, meça da fita amarrada na cintura até o assento
Complementares	São definidas como folgas, comprimentos, medida de golas e punhos e demais medidas necessárias para a execução do modelo

Fonte: Adaptado de Duarte e Saggese (2010)

Para uma melhor exatidão na obtenção das medidas antropométricas, o ideal é através da mensuração sobre um modelo 3D do corpo humano, no qual há a possibilidade de verificar volumes e a silhueta do usuário final.

2.1. Digitalização Tridimensional para Obtenção de Modelos 3D

A digitalização tridimensional é uma tecnologia que obtém dados de objetos físicos para gerar modelos tridimensionais digitais, com auxílio de *softwares*, que permitem a obtenção de curvas, texturas e detalhes de superfícies com grande precisão. As informações obtidas, a partir de estudos de modelos tridimensionais gerados pela digitalização do corpo humano, podem ser utilizadas, por exemplo, em projetos de produtos e produtos personalizados (JONES e RIOUXB, 1997; WANG *et al.* 2009).

Uso da Digitalização 3D e da Parametrização de Medidas Antropométricas para Produção de Moldes Personalizados para o Vestuário

Para medir um grande número de variáveis no corpo humano, o método mais desejável é o indireto (digitalização tridimensional). Antes da virada do século 21, especialistas já faziam uso de medições sem o contato direto para determinar a forma da superfície da Terra e, este sistema, por triangulação, se tornaria a base para os métodos modernos de digitalização 3D (SIMMONS, 2001).

Em 1964, um manequim masculino em grande escala foi projetado com medidas antropométricas. Também, em 1964, Viectorisz utilizou uma fonte de luz e um conjunto de fotodetectores para medir a silhueta de uma pessoa. Em 1979, Ito usou um conjunto de luzes e vários fotodetectores, os quais foram rodados em torno do corpo a ser mensurado. Um sistema semelhante foi desenvolvido por Takada e Escki, em 1981, mas com uma configuração diferente de luzes e fotodetectores. Todos estes sistemas só eram capazes de medir um lado do corpo de cada vez (SIMMONS, 2001).

Os sistemas que utilizam *lasers* também foram sendo desenvolvidos durante este mesmo período, final de 1970 e início de 1980. Em 1985, Addleman e Addleman (1985) desenvolveram um sistema de digitalização a *laser* comercializado como o *scanner Cyberware*. Outros sistemas de digitalização também vêm sendo desenvolvidos nos últimos 15 anos (SIMMONS, 2001).

Segundo Wang *et al.* (2007) um dos primeiros *scanners* 3D a serem utilizados para medir o corpo humano foi o LASS “*The Loughborough Anthropometric Shadow Scanner*” patenteado em 1987 (HARRIS e READ, 1989 *apud* WANG *et al.*, 2007). Mais tarde, conforme o mesmo autor, o Instituto de Pesquisa e Engenharia Humana para a Qualidade de Vida (HQL) no Japão, conduziu uma grande pesquisa antropométrica utilizando métodos tradicionais e métodos por digitalizadores 3D para todo o corpo humano.

Nos EUA, Holanda e Itália, entre 1998 e 2002, foi realizado um projeto multinacional, chamado CAESAR (*American and European Surface Anthropometry Resource Civilian*) que estudou métodos para levantamento de medidas antropométricas. O corpo humano foi digitalizado em corpo inteiro para coleta de dados antropométricos e, assim, foi construído um banco de dados de modelos humanos em 3D (DAANEN e VAN DE WATER, 1998 *apud* WANG *et al.*, 2007). Entre 2003 e 2004, países como China, Coréia, Taiwan, Reino Unido, EUA e França participaram da “Campanha Nacional de Mensuração”, em que um crescente número de países começou a utilizar *scanners* 3D a *laser* para realização de pesquisas nacionais (WANG *et al.*, 2007).

Pesquisas realizadas na Universidade de Cornell nos EUA tem produzido estudos na área do vestuário e digitalizadores 3D para obtenção das medidas antropométricas. A produção de roupas personalizadas hoje é uma prática rara, devido ao alto custo e ao tempo para medir manualmente e criar os moldes básicos, para então construir o modelo. Desta forma, se tornou mais econômico comprar as roupas produzidas em massa, as *ready-to-wear* (prontas para vestir) (CUSTOM CLOTHING...,2015).

A partir do século XXI, uma nova era para o mercado de moda vem tomando espaço, a customização e a personalização em massa. No mundo todo, as empresas estão experimentando novas estratégias econômicas para individualizar as roupas para cada cliente. Oferecendo, assim, uma variedade de modelos e opções de ajuste (CUSTOM CLOTHING...,2015).

A loja *Brooks Brothers* nos EUA faz uso de novas tecnologias em sua estratégia,

Uso da Digitalização 3D e da Parametrização de Medidas Antropométricas para Produção de Moldes Personalizados para o Vestuário

incluindo o uso da digitalização 3D. Usando um scanner 3D as medidas do cliente são verificadas e combinadas com a escolha do estilo e tecidos permitindo a personalização completa do vestuário. A empresa faz uso de um software de modelagem próprio e personalizado para a criação de moldes básicos nas medidas dos clientes. Esses dados são armazenados para uma próxima experiência de compra (CUSTOM CLOTHING...,2015).

Conforme os resultados de pesquisas realizadas na Universidade de Cornell, a principal e mais rápida estratégia de personalização do vestuário conta com o apoio do scanner 3D e o uso integrado de programas de modelagem no computador (CAD), permitindo que os processos informatizados auxiliem na produção mais rápida e precisa de peças personalizadas. As medidas obtidas pelo processo manual, podem ser imprecisas e o uso integrado de softwares específicos aumentam a precisão e a identificação dos pontos medidos mais relevantes ao processo de modelagem. A tecnologia CAD é fundamental para a criação automatizada de padrões de vestuário personalizado. Novos softwares estão sendo desenvolvidos com o objetivo de transformar a imagem digitalizada 3D em moldes em 2D (CUSTOM CLOTHING...,2015).

Segundo Tong *et al.* (2012), as tecnologias de digitalização 3D mais utilizadas para *scannear* o corpo humano, são: a digitalização a *laser* (*laser scanning*), digitalização por luz branca (*white light scanning*) e a fotogrametria (*photogrammetry*). Silva (2011) relata que o processo por digitalização a *laser* pode ser mais preciso para obtenção de dados antropométricos que os processos por luz branca e fotogrametria, porém tendem a ter um custo muito elevado devido aos componentes óticos e equipamentos que compõem o processo. Ainda, outra desvantagem deste sistema é o tempo que demanda para digitalizar todo o corpo humano, principalmente, devido aos movimentos do indivíduo durante a digitalização.

Assim como a digitalização 3D a *laser*, a digitalização por luz branca também é baseada no princípio da triangulação, em que as luzes são projetadas em formas de listras e captadas por um sensor que às codificam em imagens 3D (D'APUZZO, 2009). Do mesmo modo que o método a *laser*, este sistema também é sensível ao movimento do corpo humano. Ainda, o equipamento e sistema de digitalização por luz branca também requer um alto investimento financeiro.

A fotogrametria é uma técnica que determina as propriedades geométricas dos objetos ou corpos humanos a partir de imagens fotográficas 2D. A digitalização por fotogrametria captura diversas fotografias de vários ângulos do objeto. A estimativa das coordenadas 3D são determinadas por algoritmos específicos que determinam a correspondência entre os pontos nas diferentes imagens (SILVA, 2011).

Uma técnica mais sofisticada, chamada estereo-fotogrametria (*stereophotogrammetry*), envolve estimar as coordenadas tridimensionais de pontos sobre um objeto. Estas são determinadas através de medições efetuadas em duas ou mais imagens fotográficas tomadas a partir de posições diferentes. Pontos comuns são identificados em cada imagem. Uma linha de visão (ou raios) pode ser construída a partir da localização da câmera para o ponto no objeto. São as interseções destes raios (triangulação) que determinam a localização tridimensional do ponto (CELANI e CANCHERINI, 2009).

Segundo Barros (2004 *apud* lida, 2005, p.112) desenvolvimentos recentes em

Uso da Digitalização 3D e da Parametrização de Medidas Antropométricas para Produção de Moldes Personalizados para o Vestuário

fotogrametria digital permitem associar as imagens digitais ou digitalizadas aos métodos computacionais. Um exemplo desses *softwares* é a *Digita*, que permite fazer o registro de pontos antropométricos a partir de fotografias digitais, gerando uma planilha com todas as medições executadas. Várias câmeras são colocadas na cena para fotografar o indivíduo e os pontos correspondentes são determinados pelo sistema de Triangulação.

Para este método, é fundamental a demarcação dos *landmarks* também chamados de *targets* no corpo em que será fotografado, para que algoritmos específicos possam determinar a correspondência entre os pontos nas diferentes imagens e, assim, estimar as coordenadas tridimensionais (SILVA, 2011, p.46). Apesar das imagens adquiridas por fotogrametria serem rápidas, o processo torna-se caro e demorado devido à sincronização das imagens e do elevado número de câmeras necessárias para este sistema (D'APUZZO, 2009).

Segundo Tong *et al.* (2012), há uma opção de scanner 3D de baixo custo em relação aos scanners 3D convencionais de digitalização tridimensional no mercado. O Kinect foi desenvolvido originalmente para atuar com o videogame *Xbox 360*°. Segundo Dutta (2011), o Kinect contém um sensor de movimento e foi desenvolvido para permitir que os usuários interajam com o *game* sem a necessidade de um controle tradicional ou *joystick*, pois o sensor reconhece gestos do usuário e comandos de voz. O acionador para o reconhecimento de gestos é um conjunto composto por um emissor e um leitor de infravermelhos.

O sistema utiliza a câmera de infravermelhos (*IR Depth Sensor*) para detectar uma malha de *laser* projetada sobre os objetos pelo emissor de *laser*. O Kinect também possui uma câmera de vídeo a cores (*Color Sensor*), que fornece os dados de cor para o mapa de profundidade (DUTTA *et al.*, 2012).

Segundo alguns autores como: Tong *et al.* (2012); Aitpayev e Gaber (2012); H. Gonzalez-Jorge *et al.* (2013), o kinect vem sendo utilizado em animações 3D, auxílio em aplicações de projetos em realidade virtual para espaços físicos e em computação gráfica, em que requerem realismo nos modelos 3D de corpos humanos. Conforme Aitpayev e Gaber (2012), na indústria dos jogos, por exemplo, através do uso do kinect tornou-se possível os usuários criarem um avatar 3D com sua própria imagem. Os dados de profundidade podem ser medidos para calcular a distância da câmera ao objeto e podem ser manipulados para uma série de aplicações na indústria de jogos.

Vários estudos com o dispositivo kinect vêm sendo realizados principalmente por ser um dispositivo de baixo custo, portátil e fácil de ser manuseado. Brendler (2013) desenvolveu um método em que é possível obter medidas antropométricas através da digitalização tridimensional utilizando o kinect como scanner 3D. Com isso, o kinect é uma solução para obtenção de modelos 3D que possibilitem o levantamento de medidas antropométricas em corpos humanos em um sistema de baixo custo.

2.2. Métodos para Confeccionar Moldes para o Vestuário

Os moldes para o vestuário podem ser desenvolvidos por diferentes métodos: modelagem plana ou tradicional (modelagem plana desenhada no papel), modelagem tridimensional (*moulage* ou *draping* que é a técnica de manipular o tecido sobre o manequim) e a modelagem informatizada (programas de computador específicos para o desenvolvimento de modelagem).

Uso da Digitalização 3D e da Parametrização de Medidas Antropométricas para Produção de Moldes Personalizados para o Vestuário

O processo de modelagem plana é, normalmente, realizado através do desenho manual dos diagramas com o auxílio de régua específicas para a modelagem e, também, pode ser desenvolvida através dos sistemas de modelagem assistido por computador (CAD) e manufatura assistida por computador (CAM). (SABRÁ, 2009).

Para realizar os procedimentos técnicos da modelagem tradicional do vestuário, é preciso partir da representação do corpo por meio de um plano. Isso se dá pelo posicionamento das linhas verticais e horizontais em ângulos, que se relacionam com o plano de equilíbrio do corpo, simetria, alturas, comprimentos e relações de proporções entre partes (NÓBREGA, 2014). Sabrá (2009) conta que a modelagem plana considera as alturas, larguras e profundidades obedecendo aos princípios da geometria espacial.

O desenvolvimento deste método de modelagem funciona da seguinte maneira: análise da tabela de medidas de acordo com o público da empresa; traçado do diagrama base de corpo (o molde básico facilita e agiliza o trabalho do modelista, pois sempre partirá de bases aprovadas para modelar novas peças); interpretação e elaboração dos modelos criados pelo designer; preparação da modelagem para a realização do corte das peças piloto; análise e aprovação das peças piloto; correção dos moldes; elaboração da modelagem final com as devidas sinalizações para a produção em série; gradação dos moldes: redução e ampliação dos moldes aprovados conforme a tabela de medidas padrão (NÓBREGA, 2014).

Sabrá (2009) defende o uso da modelagem computadorizada, pois segundo o autor esta prima pela precisão e facilita a combinação de diferentes partes. O trabalho do modelista vê-se acelerado, pois os moldes já aprovados podem sofrer pequenos ajustes para construir novos modelos. Os programas de modelagem são baseados em vetores, que registram e manipulam os dados na forma de coordenadas matemáticas. Os moldes são lidos como vetores, controlando sua forma por meio de coordenadas cartesianas X,Y e Z que podem obedecer às medidas e grandezas variadas, utilizadas por diferentes países, como centímetros, milímetros, polegadas ou polegadas fracionárias, dentre outras (SABRÁ, 2009).

3. Métodos e Processos

A pesquisa foi dividida em três etapas principais. A primeira etapa consiste no processo de digitalização 3D e obtenção das medidas antropométricas. A segunda etapa consiste no processo de interpretação de modelagem e parametrização das medidas antropométricas aplicadas ao molde básico e, a terceira etapa, consiste na confecção do modelo e experimentação pelo usuário para validação do método.

3.1. Processo de Digitalização 3D e Obtenção das Medidas Antropométricas

Esta etapa contempla o desenvolvimento e a descrição do processo de digitalização tridimensional utilizando o dispositivo Kinect e uso do software *3Ds Max* desenvolvido pela Autodesk.

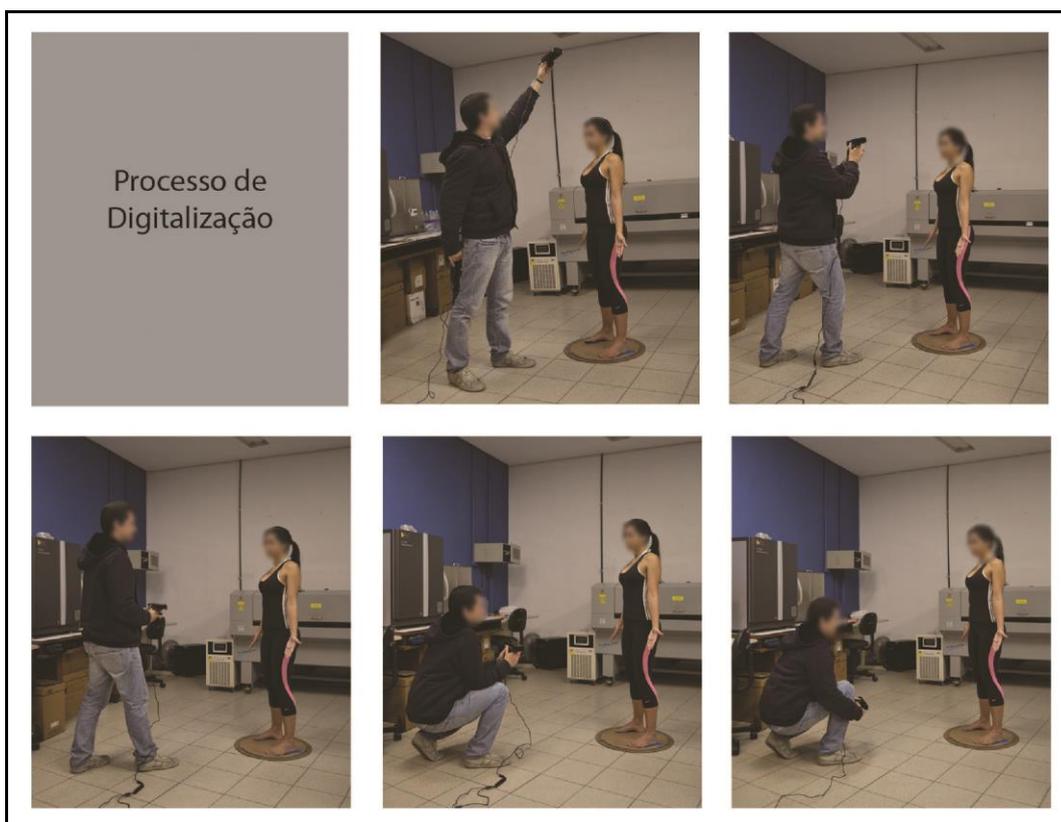
Através do Kinect, as informações das imagens digitalizadas são coletadas e convertidas em uma malha tridimensional. É possível editar, processar e alinhar essas malhas tridimensionais e, assim, gerar um modelo 3D. O modelo gerado pode ser exportado em formato 3d3, obj, ply, asc, stl e fbx. Assim, os modelos tridimensionais obtidos podem ser trabalhados em outros *softwares* de modelagem tridimensional

Uso da Digitalização 3D e da Parametrização de Medidas Antropométricas para Produção de Moldes Personalizados para o Vestuário

como o Geomagic®, 3Ds Max e Rhinoceros.

Para o processo da digitalização 3D, é necessário que o usuário fique em uma posição imóvel no momento da varredura da imagem. Este se posiciona sobre uma plataforma enquanto o operador do scanner Kinect vai realizando movimentos ao redor do usuário completando 360°. Este processo tem uma duração de aproximadamente 60 segundos. O processo de digitalização segue ilustrado na Figura 01.

Figura 1: Processo de digitalização 3D



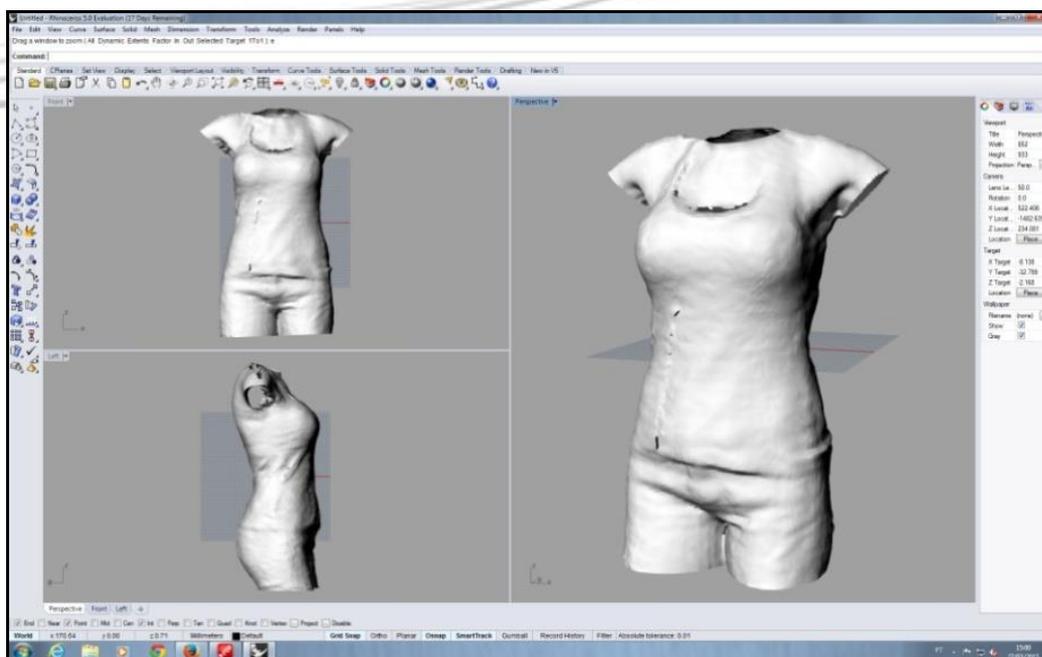
Fonte: Elaborado pelos autores

Após a digitalização 3D, é gerado um modelo 3D virtual no qual é possível observar a silhueta do usuário e obter as medidas antropométricas necessárias para o desenvolvimento do molde de base para o vestuário. O modelo 3D segue apresentado na Figura 02.

Para a obtenção das medidas antropométricas, o modelo 3D obtido foi exportado para o software de modelagem 3Ds Max. O método utilizado foi o proposto por Brendler (2013). O processo segue apresentado na Figura 03.

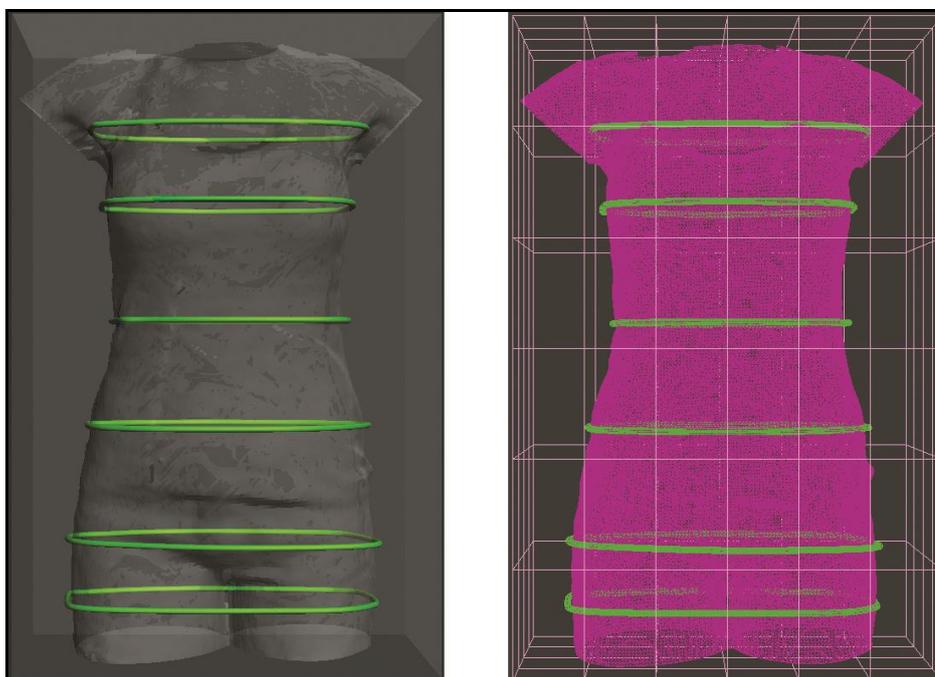
Figura 2: Modelo 3D do Corpo do Usuário

Uso da Digitalização 3D e da Parametrização de Medidas Antropométricas para Produção de Moldes Personalizados para o Vestuário



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 3: Obtenção das Medidas Antropométricas



Fonte: Elaborado pelos autores

As medidas necessárias para o desenvolvimento da construção do molde base do vestuário foram selecionadas e mensuradas no modelo 3D virtual do corpo do usuário. As medidas seguem apresentadas na Tabela 01.

Tabela 01: Medidas Antropométricas

Medidas utilizadas para a construção da base do vestido	cm
Transversal da frente	47
Altura da frente	44
Centro da frente	37
Altura ou oposição do busto	24
Lateral	22,5
Cava a cava da frente	30
Circunferência do busto	86
Circunferência da cintura	64
Circunferência do quadril	94
Transversal das costas	41
Centro das costas	37
Distância entre os ombros	38
Cava a cava costas	33

Fonte: Elaborado pelos autores

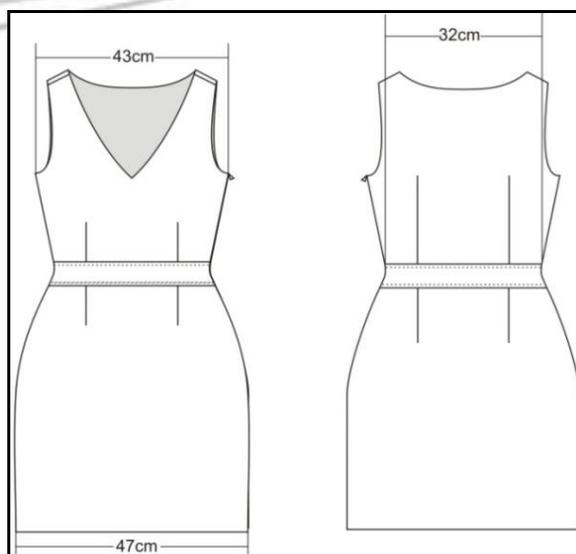
3.2. Processo de Desenho e Confeção do Molde Básico Parametrizado

Na segunda etapa da pesquisa, os moldes básicos são desenhados conforme a geometrização do corpo humano. Após, o modelo final é definido e viabilizado para a construção das peças. Portanto, as medidas antropométricas são aplicadas ainda no molde básico. Como visto anteriormente, o produto personalizado vem ganhando espaço e adeptos no mercado consumidor. A personalização e parametrização das medidas antropométricas do usuário é o ponto que estimulou esta pesquisa. Primeiramente, é importante destacar que será utilizada a modelagem plana, baseada na metodologia de Duarte e Saggese (2010), amplamente utilizada como bibliografia básica nos cursos superiores de moda, justificando, portanto, a escolha dos autores.

Além das etapas de modelagem citadas por Nóbrega (2014), neste ensaio foram realizados os seguintes passos: Análise da tabela de medidas, neste caso personalizadas, conforme a metodologia de Duarte e Saggese (2010); Traçado do diagrama da base do corpo e modelagem das bases da saia e blusa conforme metodologia e tabela de medidas; Vinculação dos moldes em um só arquivo para a construção de uma base de vestido; Processo de parametrização do molde e personalização da base do vestido de acordo com as medidas; Interpretação do modelo proposto no processo de modelagem; Impressão do molde e corte do tecido; Processo de costura do protótipo do modelo proposto. O modelo escolhido (Figura 04) foi um vestido justo sem mangas.

A justificativa da escolha deste modelo dá-se devido à facilidade de perceber o uso da modelagem básica personalizada. Como a proposta era elaborar um vestido que atendesse às medidas do corpo do usuário (principalmente as medidas de larguras e circunferências) escolheu-se trabalhar com um tecido que possua uma pequena porcentagem de elastano. Assim, o molde do vestido pode ser realizado com as medidas exatas extraídas através do processo de digitalização 3D, ou seja, sem que fossem necessárias folgas para o conforto. O tecido escolhido foi o tafetá com elastano, que é composto pelos seguintes materiais: 97% de poliéster e 03% de elastano.

Figura 4: Desenho Técnico do Modelo do Vestido em Escala.

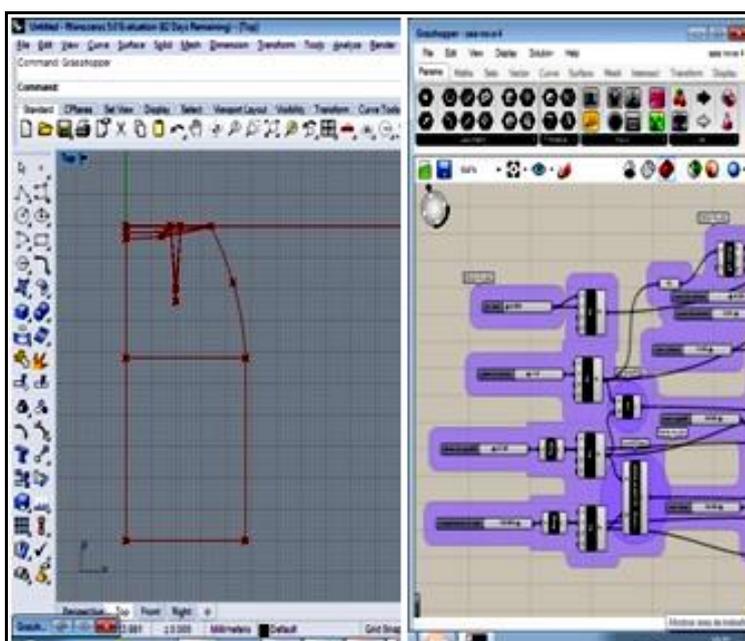


Fonte: Elaborado pelos autores

3.2.1. Processo de Realização dos Moldes Básicos e Parametrização das Medidas

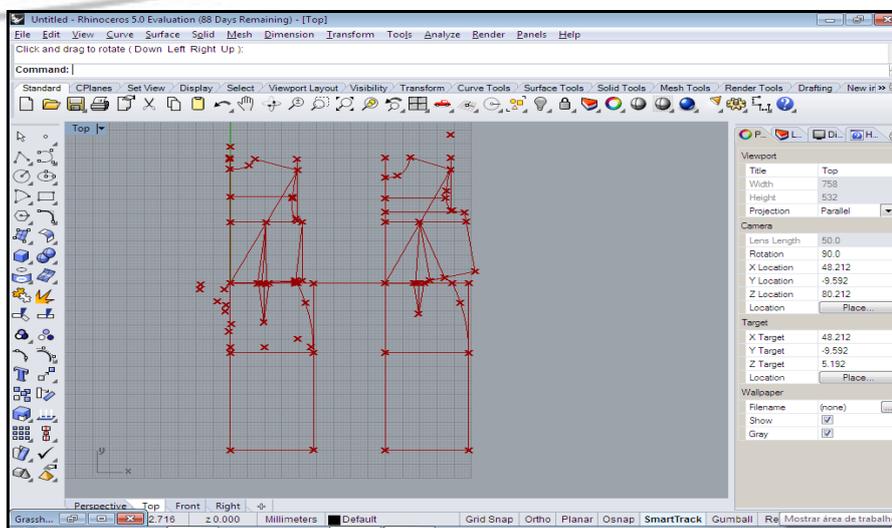
O *Grasshopper*, diferentemente dos demais programas de modelagem do vestuário, não atua com o desenho vetorial. Apesar de também trabalhar nos eixos X,Y e Z, suas ferramentas são basicamente componentes matemáticos, associados e com suas devidas ligações, se transformam em linhas que podem ser visualizadas no software *Rhinoceros*, conforme é possível perceber na Figura 05.

Figura 5: Interface do *Rhinoceros* (Esquerda) com a Visualização do Molde Básico da Saia e Interface do Algoritmo *Grasshopper* (Direita) com Parte da Modelagem da Saia.



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 6: Visualização do Molde Básico da Blusa e do Molde Básico da Saia, Frente e Costas Sobrepostos.



Fonte: Elaborado pelos autores

No processo de modelagem de um vestido, as bases de blusa e saia devem estar uma sobre a outra, assim é possível fazer a modelagem do modelo inteiro interpretando corretamente suas proporções. Desta forma, os moldes básicos foram dispostos no mesmo arquivo. Porém, fez-se necessário utilizar a ferramenta *move* em toda a modelagem dos moldes, para que não ficassem sobrepostos, levando em consideração que são modelados a partir do plano cartesiano. A disposição desta etapa do processo pode ser verificada na Figura 06.

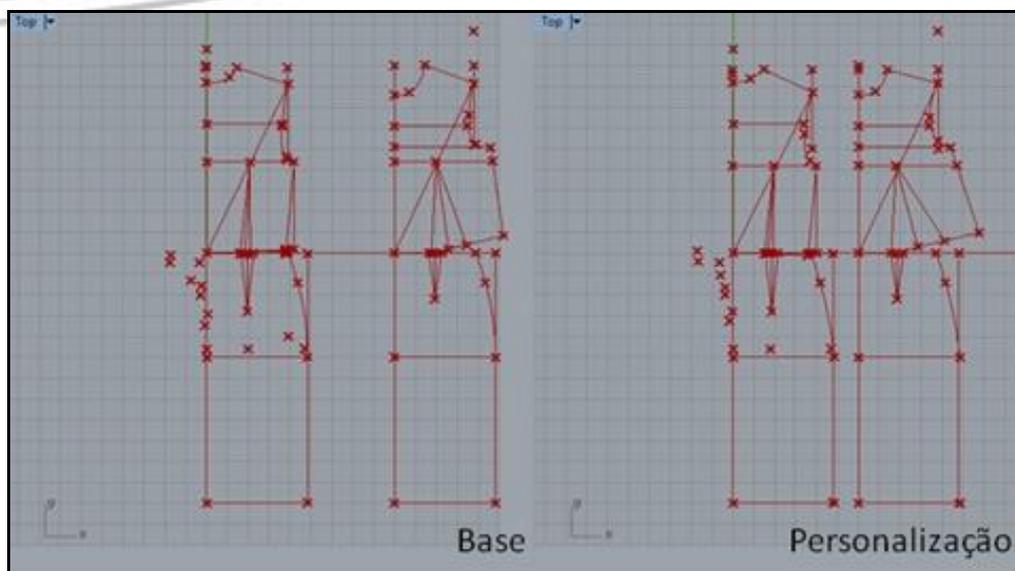
3.2.2. Processo de Personalização da Modelagem

Os moldes básicos foram adaptados para as medidas do usuário. As medidas utilizadas na modelagem e disponibilizadas na tabela de medidas do livro se referem ao tamanho 40, é importante salientar que geralmente as modelagens são desenvolvidas nesta numeração por se tratar de um tamanho intermediário (36,38,40,42,44...). Como medidas principais de circunferência do tamanho 40 têm-se: circunferência do busto (88cm), circunferência da cintura (68cm) e circunferência do quadril (96cm).

É possível verificar algumas diferenças conforme a Figura 07, principalmente na cintura da base da blusa, uma vez que a medida da circunferência da cintura do usuário mensurado (Tabela 01) é menor que a da tabela de medidas, a abertura da pence reflete esta alteração.

As medidas foram personalizadas nos *sliders* (componente que permite alteração dos parâmetros numéricos), que foram nomeados conforme cada medida e etapa do processo de modelagem. Este processo segue exemplificado na figura 08. Neste exemplo consta a modelagem da saia (parte inferior do vestido).

Figura 7: Visualização da Modelagem dos Vestidos Conforme Tabela de Medidas (Esquerda) e Molde Básico Conforme Medidas Personalizadas (Direita).

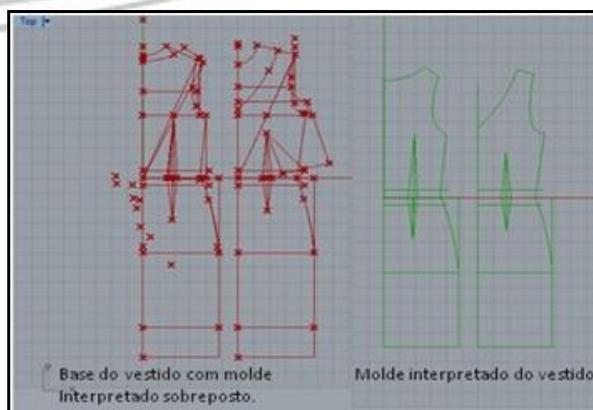


Fonte: Elaborado pelos autores

Para finalizar o processo de modelagem e interpretação do modelo proposto sobre o molde básico, a modelagem interpretada foi traçada, respeitando as medidas do usuário. Os moldes realizados no *Grasshopper* devem ser transformados em desenhos no programa *Rhinoceros*, que até o momento, só atuava como um visualizador. Para este processo ser realizado, todas as linhas e curvas que contornam o desenho devem ser selecionadas e depois transformadas através da ferramenta *Bake*. Assim, o molde passa a ser objeto no *Rhinoceros* e através do software é possível “plottar”, imprimir ou exportar em outro formato.

No processo de modelagem de um vestido, as bases de blusa e saia devem estar uma sobre a outra, assim é possível fazer a modelagem do modelo inteiro interpretando corretamente suas proporções. Desta forma, os moldes básicos foram dispostos no mesmo arquivo. Porém, fez-se necessário utilizar a ferramenta *move* em toda a modelagem dos moldes, para que não ficassem sobrepostos, levando em consideração que são modelados a partir do plano cartesiano. A disposição desta etapa do processo pode ser verificada na Figura 08.

Figura 8: Desenvolvimento da interpretação da modelagem do vestido.



Fonte: Elaborado pelos autores

3.3. Construção do Protótipo e Experimentação pelo Usuário

Para a impressão desta experiência, escolheu-se imprimi-lo por partes, em uma impressora convencional. É importante salientar que o molde impresso se refere ao modelo sem estar separado em partes e sem as margens de costura. Após impresso, o molde básico foi recortado e utilizado como guia no risco da modelagem no tecido. A etapa seguinte foi a costura (Figura 09) e, por fim, a prova do usuário (Figura 10).

Figura 9: Processo de Prototipagem do Modelo.



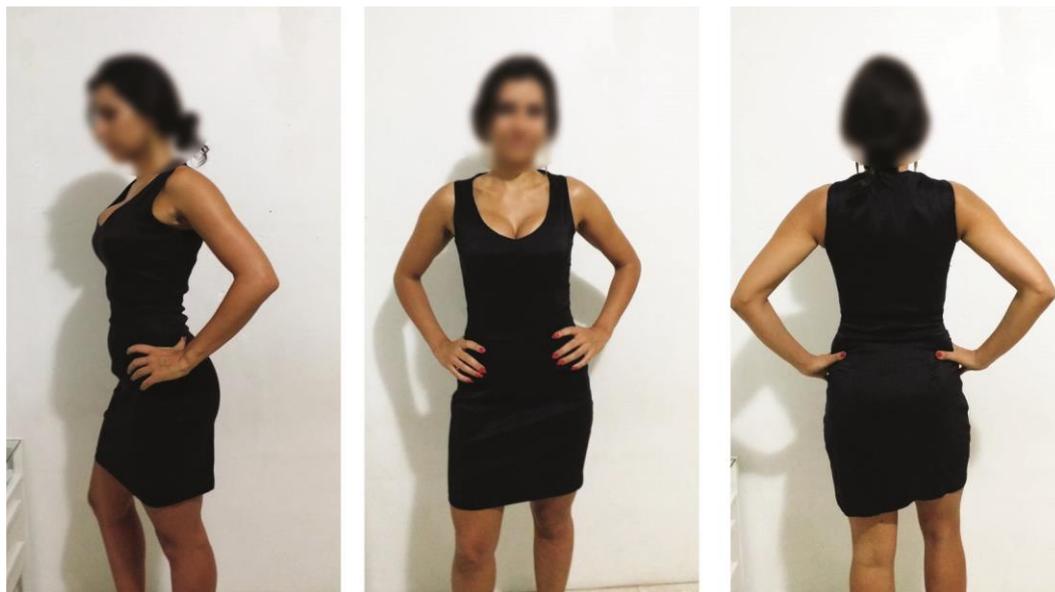
Fonte: Elaborado pelos autores

Antes da finalização da costura do modelo, foi realizada um prova para pequenos ajustes. Visto que a modelagem realizada se trata de uma modelagem em

Uso da Digitalização 3D e da Parametrização de Medidas Antropométricas para Produção de Moldes Personalizados para o Vestuário

dois planos, e que o corpo humano possui três dimensões, algumas curvas precisam ser adaptadas ao corpo em 3D. Após a finalização do modelo do vestido, este foi experimentado e aprovado pelo usuário. A imagem com a experimentação segue na Figura 10.

Figura 10: Experimentação pelo Usuário.



Fonte: Elaborado pelos autores

4. Discussão dos Resultados

O movimento *slow fashion* vem ganhando seguidores em todo o mundo e, uma de suas principais características, é a produção de peças com medidas personalizadas. Para a construção de uma roupa sob medida não somente o modelo é único como também todo o processo de modelagem também se torna único, uma vez que para a interpretação do desenho escolhido pelo cliente todos os moldes básicos devem estar de acordo com as suas medidas.

O processo de obtenção das medidas através dos métodos convencionais, como é o caso da fita métrica, por exemplo, é o mais utilizado pelos ateliês de costura, porém nem sempre esta técnica é tão precisa. Autores como Lu e Wang (2008); Simmons (2001); Tomkinson e Shaw (2013) afirmam que a medição manual é demorada e não há muita precisão, na medida em que o volumes e a silhueta do corpo são impossíveis de serem mensurados. Neste trabalho, o processo de digitalização 3D demorou aproximadamente 60 segundos, tempo muito inferior comparado as medições manuais, que em média é de aproximadamente 8 minutos. Também, a obtenção do modelo 3D do corpo do usuário foi fundamental para observação de detalhes da anatomia para auxiliar no corte e processo do desenho do modelo final.

O processo de parametrização das medidas antropométricas facilita muito o processo de produção de moldes básicos, na medida em que não é necessário redesenhar os moldes básicos para um novo usuário e possibilita a personalização dos moldes.

Uso da Digitalização 3D e da Parametrização de Medidas Antropométricas para Produção de Moldes Personalizados para o Vestuário

A personalização do vestuário não é praticada somente por pequenos ateliês, mas vem ganhando espaço no mercado de moda, onde grandes lojas já fazem o uso de novas tecnologias para atender o conceito que chamam de customização em massa. *Scanners* de corpo, os chamados *body scanners* são sistemas que requerem um custo muito elevado, fazendo com que o valor do equipamento seja repassado para o consumidor final. Não só os digitalizadores 3D possuem custos elevados, mas também os chamados CADs específicos para a modelagem do vestuário, que variam de R\$ 7.000,00 à R\$ 30.000,00.

Como alternativa de personalização do vestuário, visando uma maior aceleração do processo e agregando o conceito de baixo custo, esta pesquisa utilizou equipamentos alternativos como o Kinect (aproximadamente R\$ 400,00) e o Grasshopper, que é um *plugin* gratuito do Rhinoceros, programa de modelagem que atua no desenvolvimento em 2D e em 3D (porém não específico para a área do vestuário). Este software possui licença gratuita para usuários da Mac e valores bem reduzidos (aproximadamente R\$ 650,00) para licenças de estudo.

Como resultado se obteve um vestido exatamente nas medidas de corpo do usuário assegurando o conforto, tamanho e usabilidade do produto. O processo de construção da modelagem do vestido careceu de muitas etapas. Algumas delas (na construção do molde básico) necessitam ser revisadas e melhor adaptadas para uma maior facilidade de manipulação dos parâmetros, como, por exemplo, a construção da linha transversal da base da blusa. Visto que outras metodologias de modelagem não fazem uso desta etapa e talvez esta alteração (ou adaptação) da metodologia de Duarte e Saggese (2010) possa melhorar o processo de modelagem do vestuário, otimizando a parametrização dos moldes básicos.

5. Considerações Finais

A parametrização dos moldes básicos personalizados traz importante contribuição para a área do design de moda e vestuário, na medida em que pode auxiliar no processo de produção de moldes básicos personalizados, eliminando a necessidade de confecção de um molde para cada usuário. O que facilita muito o processo tornando-o mais eficiente.

A digitalização tridimensional por meio de um scanner de baixo custo viabiliza a obtenção de dados antropométricos e da silhueta do corpo do usuário. É importante ressaltar que a digitalização 3D é um método indireto, em que não há o contato físico com o usuário e para obtenção do modelo 3D foi necessário um tempo de aproximadamente 60 segundos. Muito inferior que o processo de medição manual, que em média é de aproximadamente 8 minutos.

Há poucos estudos no mundo em que relacionam os produtos de vestuário personalizados com a possibilidade de personalização em massa através da parametrização das medidas antropométricas sob o molde básico. Também, a inserção da digitalização 3D de baixo custo para a obtenção destes parâmetros antropométricos aplicados em produtos de vestuário.

Referências

Uso da Digitalização 3D e da Parametrização de Medidas Antropométricas para Produção de Moldes Personalizados para o Vestuário

AITPAYEV, Kairat; GABER, Jaafar. Creation of 3D Human Avatar using Kinect. **Asian Transactions on Fundamentals of Electronics, Communication & Multimedia**, v. 1, n. 5, p.12-24, 2012.

BRENDLER, Clariana. **Método para Levantamento de Parâmetros Antropométricos utilizando um Digitalizador 3D de baixo custo**. 2013. 148p. (Dissertação de mestrado) - UFRGS, Porto Alegre, 2013.

CALDAS, Dario. **Observatório de sinais: teoria e prática de pesquisa de tendências**. Rio de Janeiro: SENAC, 2004. 221p.

CLARKSON, John. Human capability and product design. In: SCHIFFERSTEIN, H.; HEKKERT, P. (Org.). **Product Experience**. Oxford: Elsevier, 2008. cap.6 , p.165-198.

CELANI, Gabriela; CANCHERINI, Laura. Digitalização tridimensional de objetos: um estudo de caso. In: 13 CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL. **Anais...** São Paulo, 2009, p.86-100.

DUARTE, Sonia; SAGGESE, Sylvia. **Modelagem industrial brasileira**. Rio de Janeiro: Vozes, 2010. 234 p.

DUTTA, T. Evaluation of the Kinect sensor for 3-D kinematic measurement in the workplace. **Applied ergonomics**, v. 43, n. 4, p. 645-649, 2012.

D'APUZZO, N. Recent Advances in 3D Full Body scanning with applications to fashion and apparel. In: 9 OPTICAL 3-D MEASUREMENT TECHNIQUES. **Anais...** Austria, 2009. Disponível em: <http://www.hometrica.ch/publ/2009_optical3d.pdf>, Acesso em: 06 jun. 2012.

FLETCHER, Kate; GROSE, Lynda. **Moda & sustentabilidade: design para mudança**. São Paulo: Senac São Paulo, 2011. 77p.

FUAD-LUKE, Alastair. **EcoDesign: The Sourcebook**. São Francisco, CA: Chronicle Books, 2010.

GONZALEZ, J. H; RIVEIRO, B.; FERNANDEZ, V.; SÁNCHEZ, M.; ARIAS, P. Metrological evaluation of Microsoft Kinect and Asus Xtion sensors. **Measurement**, v. 46, p. 1800–1806, 2013.

GONÇALVES, Eliana; LOPES, Luciana Dornbusch. **Ergonomia no vestuário: conceito de conforto como valor agregado ao produto de moda**. In: 2 ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE DESENHO. **Anais...** Palermo, 2007.

GRAVE, Maria de Fátima. **A modelagem sob a ótica da ergonomia**. São Paulo: Zennex, 2004.

HOFFMANN, Maria Gorete. **Fast fashion: risco ou oportunidade**. Relatório de inteligência. Sistema de Inteligência Setorial, 2011. Disponível em: http://api.ning.com/files/mc9Mhd-81sMVkwMjKfXKfWlss*tv4Vtpoc2BpRy8hclXGoJZ7jhJW*tJiKAmkmapWLbY2cXbYw4DTBzu07BdxYctjsWvIsSC/FastFashionRiscoouoportunidadereatorio_692.pdf. Acesso em 13 mar. 2013.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 614p.

JONES, P.; RIOUX, M. Three-dimensional surface anthropometry: applications to the human body. **Optics and Lasers in Engineering**, v. 28, n. 2, p. 89-117, 1997.

LU, J.; WANG, M. J. Automated anthropometric data collection using 3D whole body

scanners. **Expert Systems with Applications**, v. 35, n. 1-2, p. 407–414, 2008.

MARTINS, Suzana Barreto. Equação da ergonomia no design de vestuário: espaço do corpo, modelagem e matérias. In **Anais: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA**, 14. Anais... Curitiba: ABERGO, 2006.

NÓBREGA, Laura Carolina Oliveira. **Modelagem 2D para Vestuário**. São Paulo: Érica, 2014.

NORTON, K; OLDS, T. **Antropométrica**: um livro sobre medidas corporais para o esporte e cursos da área da saúde. Porto Alegre: Artmed, 2005. 398p.

NORTON, J.; DONALDSON, N.; DEKKER, L. 3D whole body scanning to determine mass properties of legs. **Journal of biomechanics**, v. 35, n. 1, p. 81-86, 2002.

PEREIRA, Dilara Rubia; NOGUEIRA, Márcia Ferreira. **Moda sob medida uma perspectiva do slow fashion**. Faculdade de Tecnologia SENAI.9º Colóquio de Moda- Fortaleza (CE). 2013. Disponível em: http://www.coloquiomoda.com.br/anais/anais/9-Coloquio-de-Moda_2013/COMUNICACAO-ORAL/EIXO-1-DESIGN_COMUNICACAO-ORAL/Moda-sob-medida-uma-perspectiva-do-slow-fashion.pdf. Acesso em : 15 jan. 2015.

PIRES, Dorotéia Baduy (Org.). **Design de moda**: olhares diversos. Barueri: Estação das Letras e Cores, 2008. 423 p.

SABRÁ, Flávio. (Org). **Modelagem**: tecnologia em produção de vestuário. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2009.

SILVA, F.; DUARTE, L.; ROLDO, L.; KINDLEIN, W. A Digitalização Tridimensional Móvel e sua aplicação no Design de Produto. **Design & Tecnologia**, v.1, n.1, p. 60-65, 2010.

SILVA, F. **Usinagem de Espumas de Poliuretano e Digitalização Tridimensional para Fabricação de Assentos Personalizados para Pessoas com Deficiência**. 2011. 192p. (Tese de Doutorado) - UFRGS, Porto Alegre, 2013.

SILVEIRA, Icléia. **Usabilidade do vestuário**: fatores técnicos/funcionais. *Moda Palavra*, ano 1, n.1, p. 21-39, Jan/Jul. 2008.

SIMMONS, Karla Peavy. **Body measurement techniques**: a comparison of three-dimensional body scanning and physical anthropometric methods. 2001. 76p. (Tese de Doutorado) - NCSU, North Carolina State University, 2011.

TOMMASELLI, A.; SILVA J.; HASEGAWA J.; GALO M.; DAL POZ, A. **Fotogrametria**: aplicações a curta distância. In: MENEGUETE, M; ALVES, N. (Org.). FCT. Presidente Prudente, 1999, v. 40, p. 147-159.

TOMKINSON, G.; SHAW, L.; Quantification of the postural and technical errors in asymptomatic adults using direct 3D whole body scan measurements of standing posture. *Gait & Posture*, v. 3, p. 172–177, 2013.

TONG, J; ZHOU, J; LIU, L; PAN, Z; YAN, H. Scanning 3d full human bodies using kinects. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 18, n. 4, p. 643-650, 2012.

WANG, M.; WU, F.; MA, M.; CHANG, R. A new user-centered design approach: A hair washing assistive device design for users with shoulder mobility restriction. **Applied Ergonomics**, v. 40, n. 5, p. 878-886, 2009.

WANG, M.; WU, W.; LIN, K.; YANG, S.; LU, J. Automated anthropometric data collection from three-dimensional digital human models. **The International Journal of Advanced**

Uso da Digitalização 3D e da Parametrização de Medidas Antropométricas para Produção de Moldes Personalizados para o Vestuário

Manufacturing Technology, v. 32, n. 1-2, p. 109-115, 2007.

_____. **Custom Clothing Today**. Cornell University. College of Human Ecology. Disponível em: < <http://www.bodyscan.human.cornell.edu/scene0605.html>>. Acesso em : abril de 2015.