

O CAD 3D APLICADO NA VALIDAÇÃO DE PROTÓTIPOS NA INDÚSTRIA DO VESTUÁRIO

3D CAD APPLIED IN PROTOTYPE VALIDATION IN THE CLOTHING INDUSTRY

Gisely Andressa Pires¹

Marizilda dos Santos Menezes²

Resumo

Esta investigação, tema de dissertação de mestrado, discute sobre a prática do desenvolvimento de protótipos na indústria do vestuário. Atualmente, a forma mais difundida para elaboração dos mesmos é a construção física da peça, por meio de técnicas de corte, costura. No entanto, encontra-se disponível no mercado softwares que realizam a construção virtual 3D dos modelos. Assim, esse estudo tem por objetivo verificar a similaridade visual entre os protótipos virtuais 3D e os produzidos de forma tradicional física, considerando fatores como caimento, forma e volume dos modelos. Para tanto, realizou-se uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa, no qual foram realizados experimentos que compreendem a construção de protótipos. Os resultados apontaram que os protótipos virtuais possuem características visuais muito próximas aos protótipos físicos.

Palavras-chave: protótipos 3D; vestuário; protótipo virtual; prototipagem virtual e física.

Abstract

This research, the subject of a master's thesis, discusses the practice of prototype development in the clothing industry. Currently, the most widespread way to elaborate them is the physical construction of the piece, using cutting and sewing techniques. However, software that performs the virtual 3D construction of the models is available on the market. Thus, this study aims to verify the visual similarity between 3D virtual prototypes and those produced in a traditional physical way, considering factors such as trim, shape and volume of the models. To this end, an exploratory research with a qualitative approach was carried out, in which experiments were carried out that comprise the construction of prototypes. The results showed that virtual prototypes have visual characteristics very close to physical prototypes..

Keywords: prototypes; clothing; virtual; physical and virtual prototyping

¹Professora Mestre, Doutoranda do PPGDesign-UNESP, Bauru, SP, Brasil, giselypires@utfpr.edu.br; ORCID 0000-0002-1671-1216

² Professora Doutora, UNESP – FAAC – Programa de Pós-graduação em Design - UNESP, Bauru, SP, Brasil. marizilda.menezes@unesp.br; ORCID: 0000-0003-4242-0698

1. Introdução

O processo de desenvolvimento de peças do vestuário trata de um conjunto de ações organizadas com o propósito de conceber e produzir produtos que atendam às necessidades dos usuários. Entre as etapas para fabricação encontra-se o setor de prototipagem, onde são confeccionados os protótipos com o propósito de identificar ajustes e correções antes do produto ser fabricado em série.

Problemas nas técnicas de modelagem, posicionamento de corte e escolha dos materiais têxteis, influenciam diretamente no resultado do produto. Assim, caso constatem-se incoerências no protótipo desenvolvido, ajustes são realizados e outro será produzido para uma nova avaliação. Atualmente grande parte dos protótipos na indústria do vestuário são produzidos de forma física, no entanto já existe no mercado diversos sistemas CAD – *Computer Aided Design* (projeto assistido por computador), que possibilitam o desenvolvimento do mesmo de forma virtual.

Tendo em vista que o desenvolvimento de protótipos virtuais ainda é uma ferramenta pouco utilizada na indústria do vestuário, definiu-se a seguinte questão norteadora para a investigação: *a utilização de software de prototipagem 3D, específico para indústria do vestuário, possibilita a construção de peças virtuais com características visuais próximas dos protótipos físicos?*

Assim sendo, o objetivo geral desta pesquisa é verificar as convergências e divergências entre os protótipos virtuais e os produzidos no processo tradicional, tendo em vista caimento, forma e volume, a fim de conferir a confiabilidade dos aspectos visuais dos modelos virtuais.

Os procedimentos desta investigação foram estruturados segundo uma pesquisa exploratória, com enfoque qualitativo. A primeira fase constituiu-se da revisão bibliográfica e para tanto foi consultada literatura relativa a: prototipagem virtual e caimento dos tecidos. Para obter os resultados pretendidos foram utilizados procedimentos experimentais, que foram divididos em cinco etapas:

- Seleção dos modelos;
- Escolha dos tecidos;
- Elaboração dos protótipos virtuais;
- Confeção dos protótipos físicos;
- Análise comparativa visual do caimento, forma e volume entre os protótipos virtuais e físicos, por meio de questionário aplicado a estudantes do curso de Design de Moda;

Assim, conclui-se que os protótipos virtuais possuem características visuais muito próximas aos protótipos físicos. Portanto, as reflexões conseguintes têm a finalidade de contribuir para compreensão de um novo contexto e antever questões relativas aos novos processos e possibilidades de construção de protótipos na indústria do vestuário.

2. Protótipos do Vestuário

O setor de prototipagem apresenta uma etapa importante no processo de desenvolvimento do produto. Na indústria do vestuário existem diferentes tipos de protótipos: os que

incorporam todas as características de um produto, e outros que possuem apenas algumas propriedades dos mesmos.

Para a indústria do vestuário é necessário que o protótipo seja produzido com todas as características do produto final, pois qualquer alteração no molde ou material têxtil pode impactar drasticamente no design e na usabilidade do produto. A partir do protótipo confeccionado são realizadas as avaliações tanto em seu aspecto estético, quanto ergonômico. Com os resultados das avaliações é decidido se a peça é aprovada ou deve sofrer adequações na modelagem ou escolha do material. Quando o protótipo não é aprovado, ajustes são realizados e outra peça é confeccionada.

Deste modo, para a indústria do vestuário, protótipos são os diferentes estudos confeccionados do produto. Selecionado um deles, este passa por diversas correções até estar adequado para servir como modelo para produção em série. Um protótipo aprovado também pode ser chamado de “peça-piloto” (Treptow, 2007).

Além de utilizar os mesmos materiais do produto final para confeccionar um protótipo do vestuário, também é necessário utilizar os mesmos maquinários da produção em série. Devido à grande variedade de materiais têxteis existentes no mercado, as máquinas de costura e acessórios exigidos para tecidos planos e malhas se diferenciam (MENDES et. al, 2010).

No entanto, com os avanços tecnológicos é possível desenvolver protótipos do vestuário de forma virtual. Atualmente existem diversas empresas que comercializam sistemas de prototipagem 3D para indústria do vestuário. Entre as principais podemos destacar os softwares Accumark 3D da empresa Geber, Vstitcher™ da empresa Browzwear, 3D Runway da Optitex, Modaris fit 3D da Lectra, Vidya pela Assist Bullmer, 3D Draper da Trimirror, Tuka3D da Tukatech, Clo 3D desenvolvido pela Clo Virtual Fashion e o Audaces 3D.

2.1. Protótipos Virtuais

O princípio do desenvolvimento da roupa virtual parte da construção da modelagem plana, que segundo Araújo (1996) consiste na “arte de confecção de moldes a partir de um modelo pré-estabelecido”. A mesma pode ser desenvolvida de forma manual ou por meio de sistemas computadorizados. Quando realizada manualmente, deve ser inserida em softwares específicos de modelagem CAD 2D, para a exportação em softwares 3D.

A maioria dos softwares de protótipos 3D específicos para a indústria do vestuário possuem interfaces similares, compostas por janelas de propriedades, menu de ferramentas, visualização de manequim virtual e do molde bidimensional. Antes de iniciar o desenvolvimento do protótipo virtual é necessário que o avatar seja configurado conforme a tabela de medidas da empresa (Figura 1).

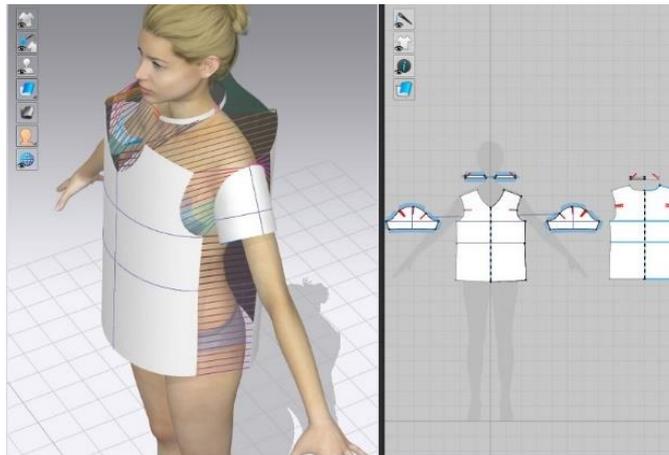
Uma vez configurada as medidas do corpo humano virtual, os moldes bidimensionais são importados do sistema CAD 2D e são posicionados ao redor do manequim. Considerando que os moldes vão se unir, é necessário que o posicionamento do mesmo seja o mais próximo possível do manequim virtual (Figura 2).

Figura 1: Diferentes estruturas corporais configuradas no Modaris Fit



Fonte: Material de divulgação da empresa Optitex

Figura 2: Molde posicionado ao redor do manequim e costuras indicadas



Fonte: Elaborado por Gisely A. Pires.

Após indicar as costuras das partes que vão se unir é realizada a simulação e configuração das propriedades físicas do material têxtil utilizado. A maioria dos softwares destinados a protótipos do vestuário possuem informações pré-definidas de alguns tecidos e podem ser alteradas conforme necessidade do usuário. O alcance de similaridade na peça confeccionada com o projeto de prototipagem 3D, além do conhecimento de operação de software está ligado diretamente com o conhecimento dos materiais a serem utilizados no projeto. É preciso enfatizar que o mesmo molde pode apresentar aspectos visuais distintos se confeccionado em tecidos diferentes (Figura 3).

Portanto, é de extrema importância que o designer de moda detenha conhecimentos sobre as principais características dos materiais têxteis, especialmente por essa ser a principal matéria-prima de construção dos produtos do vestuário. Para Souza (2013), entre as habilidades mais importantes para o profissional da área é conhecer o comportamento do material têxtil utilizado. No entanto, uma das dificuldades no processo de seleção dos têxteis é

constatada porque geralmente o profissional de moda possui apenas pequenas amostras dos materiais fornecidos pelos fabricantes. Nesse sentido, Faerms (2012), alerta que uma amostra de tecido de 5 cm X 10 cm não se comporta da mesma forma quando é cortada em uma peça de roupa inteira.

Figura 3: Variação de comportamento do tecido no software Audaces 3D



Fonte: Elaborado por Gisely A. Pires.

3. Tecidos

Considerando o processo de desenvolvimento de produtos do vestuário, a seleção de tecidos é realizada, em geral, na etapa em que são concebidos os projetos de criação da roupa. Andrade et al. (2015) explica que a seleção de materiais têxteis tem um alto impacto no resultado final e no desempenho do produto acabado. Seivewright (2009) completa afirmando que a escolha de tecido para uma peça é parte essencial de seu sucesso, pois suas características técnicas definirão o caimento da roupa no corpo.

Atualmente a variedade de tecido disponível no mercado é extremamente extensa, o que dificulta sua catalogação. No entanto, Jones (2011) considera que as duas formas principais de transformar a fibra em tecido são a tecelagem e a malharia. Têxteis produzidos por outros métodos são classificados como não tecidos. Desta forma, os tecidos são considerados em relação a sua formação, em: planos, malhas e não tecidos.

Os tecidos planos são produzidos pelo processo de tecelagem e sua principal característica é o entrelaçamento dos fios, que formam um ângulo de noventa graus pela trama e pelo urdume. A forma de tecer os fios determina sua estrutura básica, sendo as três principais: tela ou tafetá, sarja e cetim. Entretanto, tecidos produzidos pelo mesmo tipo de entrelaçamento podem apresentar aspectos e atributos diversos. Essas características são influenciadas pela matéria-prima, densidade do urdume e trama, torção dos fios e acabamentos usados após a fabricação do tecido (NEVES, 2000).

O tecido de malha é o resultado do entrelaçamento de laçadas de um ou mais fios por meio de um sistema de agulhas e são classificados em: malha de trama e malha de urdume. A malha de trama é resultado do entrelaçamento de único fio e ocorre na direção horizontal, no qual chamamos de carreira. Já a malha de urdume o entrelaçamento é obtido por um ou mais fios, formando uma linha vertical ou diagonal de laçadas chamada de coluna. Jones (2011) explica que diferente do tecido plano, as malhas esticam em ambas as direções e que essa propriedade permite um bom caimento, que as faz amarrotar menos, mas pode perder sua

forma com o uso.

Os não tecidos provém de elementos fibrosos compactados por meio mecânico (fricção), químico (adesão), térmico (coesão) ou pela mistura dos processos, formando uma folha contínua. “Ao contrário dos têxteis obtidos em teares, em um não tecido as fibras não têm sentido de direção; não há necessidade de serem orientadas” (PEZZOLO, 2007, p.157). Na indústria do vestuário as principais aplicações dos não tecidos são feitas pelo uso de entretelas, no qual sua função principal é reforçar o tecido proporcionando uma melhor sustentação ou caimento (SMITH, 2013).

Os diversos tipos de tecidos apresentam atributos inerentes à sua estrutura e matérias-primas com as quais são produzidos. A forma como os fios se entrelaçam produzem características como a textura, maleabilidade, caimento, entre outras, o que torna cada tecido único quanto as suas propriedades (GOKARNESHAN, 2009).

3.1 Caimento dos Tecidos

Segundo Chataignier (2006) a expressão caimento de tecido que também pode ser denominada queda, refere-se ao grau de maior ou menor flexibilidade e maleabilidade do mesmo. Para Kenkare (2005) o caimento ou drapeamento é definido como o grau de deformação que ocorre quando o tecido é pendurado sobre seu próprio peso. Em uma pesquisa realizada por Brehn (2011), a autora constatou que, tanto por técnicos têxteis, como designers de moda, o termo “caimento do tecido” ou “drapeabilidade” é utilizado para analisar esteticamente o comportamento do material em relação a sua maleabilidade e fluidez.

É necessário que o designer tenha amplo conhecimento sobre as características de caimento do tecido, pois “a capacidade de projetar a forma de uma roupa, a partir de uma amostra de tecido está relacionada com a vivência neste tipo de observação” (BREHM, 2011, p. 26). Selecionar os materiais corretos para o desenvolvimento de uma peça não é uma tarefa simples, já que se trata da construção de um produto a partir de um material não estável (ALDRICH, 2010).

A capacidade de projetar o comportamento do tecido por meio de um desenho é algo desenvolvido ao longo do tempo, a partir do repertório adquirido pela percepção do designer. Embora exista uma variedade de instrumentos para avaliar as características técnicas dos tecidos, tais recursos são inviáveis para indústria do vestuário, pois o acesso a esses equipamentos exige um alto custo e manuseio complexo, disponíveis somente em laboratórios têxteis especializados (BREHM, 2011).

Segundo Kenkare (2005), as primeiras pesquisas para mesurar as propriedades sobre o comportamento do tecido encontram-se no artigo de Peirce, publicado em 1930 com o título de “*The handle of cloth as a measurable quantity*”, no qual foi desenvolvido o método *Cantilever*. Com base nesse estudo surgiu o *Shirley stiffnes tester*, equipamento com o objetivo de medir a propriedade de caimento a partir da flexão dos tecidos. “Atualmente, aparelhos do tipo *Fabric stiffnees tester* são disponibilizados por diversos fabricantes e seguem o mesmo princípio de medição” (BREHM, 2011, p. 28).

Apesar da grande contribuição do método *Cantilever* para a compreensão sobre o caimento do tecido, Kenkare (2005) afirma que o instrumento é incapaz de diferenciar um pedaço de papel de um tecido com o mesmo valor de rigidez. Dessa forma, novas pesquisas com o objetivo de superar as limitações existentes foram desenvolvidas, e conseqüentemente novos equipamentos como: *F.R.L Drapemeter*, *Cusick Drape Tester* e o *Scanner 3D* (BREHN,

2011).

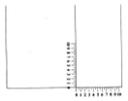
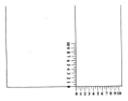
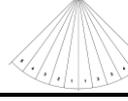
Em 1970 surgiu o *kawabata fabric evaluation system* (KES-FB), desenvolvido por Sue Kawabata. Composto por quatro instrumentos o KES-FB possibilita avaliar 16 parâmetros distintos do tecido, porém seu manuseio é complexo e custo muito alto. No final da década de 1980 a Associação Australiana CSIRO – *Commonwealth scientific and industrial research organization*, ofereceu uma alternativa mais simples e mais barata, o FAST - *Fabric assurance by simple testing*, no qual avalia 14 parâmetros mecânicos do tecido.

A Universidade do Minho desenvolveu nos últimos anos um equipamento que permite medir o coeficiente de atrito cinético ou dinâmico entre duas superfícies em rotação. Denominado *Frictorq*, seu nome é derivado da junção das palavras do inglês (*friction + torque*), com o objetivo de analisar os coeficientes de atrito cinético e estático.

Embora existam vários métodos e equipamentos que possam determinar as inúmeras propriedades dos tecidos, o designer precisa ser capaz de avaliar suas características com rapidez e idealizar seu efeito no desenvolvimento de um produto do vestuário. Portanto, é necessário que esse profissional detenha capacidade de idealizar o efeito dos materiais têxteis ao indicarem para a confecção de um produto.

Diante desse cenário, Aldrich (2010) com o objetivo de auxiliar estudantes de moda a aprimorar a percepção visual sobre o comportamento do tecido, determinou parâmetros para sua análise. Porém, o método desenvolvido não tem a pretensão de substituir ou competir com outras formas de medidas tecnológicas. Segundo a autora, as características do tecido que devem ser examinadas na seleção de materiais são: peso, espessura, cisalhamento, elasticidade e drapeabilidade (ALDRICH, 2010). Cada uma dessas características foi classificada com uma referência numérica entre 1 à 5, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Classificação e instrumentos utilizados por Aldrich

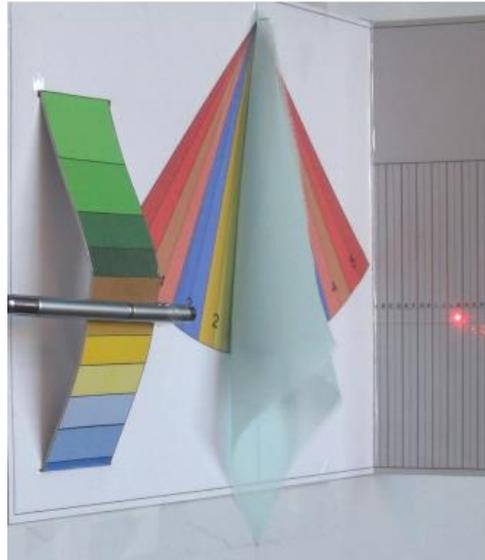
Grau	1	2	3	4	5	Instrumentos Utilizados para medição
Peso	Leve 0 a 79,9 gr	Leve+ Médio 80 a 179,9 gr	Médio 180 a 299,9 gr	Médio + pesado 300 a 449 gr	Pesado + de 450 gr	
Espessura	Fina 0 a 0,4 mm	Fina + Média 0,5 a 0,9 mm	Média 1 a 2,4 mm	Médio + Pesado 300 a 449 gr	Grossa mais de 5 mm	
Cisalhamento	alto 5cm ou mais	Alto + médio 4,9 a 3,5 cm	Médio 3,4 a 2 cm	Médio + baixo 1,9 a 0,5 cm	Baixo 0,4 a 0 cm	
Elasticidade	alta acima de 3,5 cm	Médio + alto 3,4 a 2,5 cm	Média 2,4 a 1,5 cm	Médio +baixo 1,4 a 0,5cm	Baixo 0,4 a 0 cm	
Drapeabilidade	alta	Média + alta	Média	Média + alta	Baixa	

Fonte: Aldrich (2010), adaptado por Gisely A. Pires.

Em busca de aprimorar o sistema de medição de caimento do tecido proposto de Aldrich (2010) foi apresentada por Brehm (2011) uma melhoria na forma de analisar o comportamento dos materiais têxteis. Brehm (2011) justifica sua pesquisa considerando que o método proposto por Aldrich (2010) para medir a drapeabilidade se restringe em relação à medição de largura das dobras, portanto, “não consegue levantar diferenças de características de alguns tipos de tecidos, fornecendo o mesmo resultado para diferentes estruturas” (BREHN, 2011, p. 81).

O processo de medição da drapeabilidade proposto por Brehm (2011) é realizado em graus e seus fracionamentos a partir das faixas coloridas do aparelho, o volume das dobras é registrado com a projeção de laser na faixa da aba graduada com letras. Dessa forma, a avaliação é obtida tanto na largura das dobras conforme proposto pela Aldrich (2010), como na altura, por meio de uma caneta laser posicionada em uma faixa móvel (Figura 4). Para auxiliar a interpretação das informações coletadas Brehm (2011) propôs valores correspondentes em centímetros.

Figura 4: Princípio de medição de drapeabilidade proposto por Brehm



Fonte: Brehm, 2011

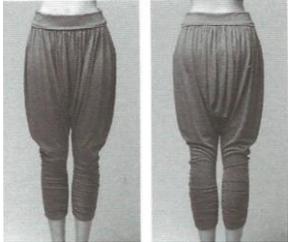
Desta forma, conclui-se que o método proposto por Brehm (2011) coloca-se como um complemento ao desenvolvido por Aldrich (2010). Ambos corroboram com o objetivo de auxiliar o processo de seleção de materiais, considerando aspectos visuais do caimento, para o desenvolvimento de produtos do vestuário. As ferramentas expostas para medição do caimento dos materiais têxteis podem auxiliar diretamente nas atividades do designer de moda. A contribuição estabelece-se conferindo agilidade e precisão nas escolhas das matérias-primas, uma vez que esses profissionais, não tem acesso a equipamentos tecnológicos que geram essas informações.

4. Desenvolvimento dos Protótipos Virtuais e Físicos

4.1. Seleção dos Modelos

Para a seleção dos modelos foram analisadas publicações na área de modelagem do vestuário, com diferentes técnicas de abordagem para o desenvolvimento dos moldes. Os modelos analisados podem ser acompanhados no Quadro 1. Os modelos foram selecionados pela variação das silhuetas e caimentos dos modelos, obtendo uma diversidade dos drapeados e formas.

Quadro 1: Modelos selecionados

Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
			

Fonte: Elaborado por Gisely A. Pires.

O **Modelo 1** é uma calça drapeada com franzidos e cós largo, modelo saruel. Selecionado a partir do livro da Designer Japonesa Hisako Sato com o título: Drapeados – A arte de modelar roupas, no qual a autora apresenta diversos projetos, em que o “ponto forte de cada uma delas é a beleza do movimento inerente ao tecido” (SATO, p.7, 2014). Nesta obra o molde é fornecido por meio de um mapa com os traçados de todos os modelos apresentados no livro.

Para o **Modelo 2** adotou-se o livro: Moulage, modelagem e desenho, das autoras Abling e Maggio (2014), o modelo escolhido foi um Vestido Trapézio. Esta obra apresenta o processo de criação e modelagem, fazendo referência entre três disciplinas do design de moda: moulage, modelagem e desenho. Para este experimento, adotamos o passo a passo da modelagem plana elucidado pelas autoras, no qual alterações no molde básico de um vestido são realizadas para a transformação do mesmo em um vestido trapézio.

O **Modelo 3** é uma blusa transpassada, utilizado pelo sistema de modelagem Lutterloh, em que somente duas medidas são necessárias para o desenvolvimento do molde: circunferência do busto e quadril.

O **Modelo 4** é uma saia godê, no qual foi utilizado as instruções do livro: Modelagem Plana para moda feminina, Aldrich (2014). A autora explica que a saia godê é uma peça com a modelagem baseada em uma circunferência e sua estrutura simples e rodada pode ter caimentos variados, considerando o material têxtil em que é confeccionada.

4.2. Escolha dos Tecidos

Com base no método desenvolvido por Aldrich (2010) sobre a descrição das características visuais dos tecidos, foram selecionados oito materiais com caimentos distintos para execução

dos protótipos. Para configuração dos tecidos no software de prototipagem 3D foi avaliado o comportamento do material a partir de uma análise visual, no qual uma amostra de tamanho 30cm x 30cm, foi disposta sobre uma esfera de 7cm de diâmetro. O mesmo processo foi reproduzido de forma virtual, como apresenta o Quadro 2.

Quadro 2: Características dos tecidos selecionados

Amostra Virtual	Amostra Física	Descrição	
		Tecido 1: COTTON Composição: 92% Algodão 8% Elastano Peso: 280g/m ² médio	Espessura: média Cisalhamento: médio Elasticidade/Alongamento: médio Drapeabilidade: baixo
		Tecido 2: VISCOLYCRA Composição: 96% Viscose 4% Elastano Peso: 190g/m ² médio	Espessura: fina + média Cisalhamento: alto Elasticidade/Alongamento: médio + alto Drapeabilidade: média + alta
		Tecido 3: BRIM Composição: 100% Algodão Peso: 175g/m ²	Espessura: médio Cisalhamento: médio Elasticidade/Alongamento: baixo Drapeabilidade: baixa
		Tecido 4: BRIM Composição: 100% Algodão Peso: 300g/m ²	Espessura: médio Cisalhamento: médio Elasticidade/Alongamento: baixo Drapeabilidade: baixa
		Tecido 5: MALHA LUREX Composição: 80% Poliamida 20% Lurex Peso: 0,90g/m ²	Espessura: fina Cisalhamento: alto Elasticidade/Alongamento: alta Drapeabilidade: alta

Amostra Virtual	Amostra Física	Descrição	
		<p>Tecido 6: MALHA SUEDINE</p> <p>Composição: 50% Poliéster 50% Algodão</p> <p>Peso: 230g/m² médio</p>	<p>Espessura: média</p> <p>Cisalhamento: alto</p> <p>Elasticidade/Alongamento: médio + alto</p> <p>Drapeabilidade: média + alta</p>
		<p>Tecido 7: TOQUE DE SEDA</p> <p>Composição: 100% Poliéster</p> <p>Peso: 0,75g/m²</p>	<p>Espessura: fina</p> <p>Cisalhamento: médio</p> <p>Elasticidade/Alongamento: baixo</p> <p>Drapeabilidade: média + alto</p>
		<p>Tecido 8: CHAMOIS</p> <p>Composição: 97% Poliéster 3% Elastano</p> <p>Peso: 175g/m²</p>	<p>Espessura: média</p> <p>Cisalhamento: médio + baixo</p> <p>Elasticidade/Alongamento: médio + baixo</p> <p>Drapeabilidade: média</p>

Fonte: Elaborado por Gisely A. Pires.

Assim foi possível utilizar materiais que não estavam disponíveis no banco de dados do software, já que o mesmo permite a inserção de novos itens. Portanto, este processo foi executado oito vezes, gerando amostras que sofreram variações de caimento de acordo com as características visuais dos tecidos.

4.3. Elaboração dos Protótipos Virtuais

Os protótipos virtuais foram simulados no software de prototipagem virtual Audaces 3D. O critério adotado para definir o programa utilizado dentre outros disponíveis no mercado, baseou-se na experiência da autora com os softwares desenvolvidos pela empresa brasileira, no qual foi instrutora durante oito anos. Outro fator na escolha do software foi pela licença disponibilizada do mesmo para realização dos experimentos durante a pesquisa. Os resultados podem ser observados no Quadro 4.

Quadro 3: Protótipos virtuais

Modelo 1: Cotton		Modelo 1: Viscolycra	
			
Modelo 2: Brim 175g/m ²		Modelo 2: Brim 300g/m ²	
			
Modelo 3: Malha Lurex		Modelo 3: Malha Suedine	
			
Modelo 4: Toque de Seda		Modelo 4: Chamois	
			

Fonte: Elaborado por Gisely A. Pires.

4.4. Confeção dos Protótipos Físicos

A confecção dos protótipos físicos ocorreu nos laboratórios de modelagem e costura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Apucarana-Pr. O mesmo possui todos os equipamentos para o desenvolvimento da modelagem, corte e máquinas de costuras para confecção de roupas em malhas e tecidos planos. Os resultados dos protótipos físicos são apresentados na Quadro 4.

Quadro 4: Protótipos físicos

Modelo 1: Cotton		Modelo 1: Viscolycra	
			
Modelo 2: Brim 175g/m ²		Modelo 2: Brim 300g/m ²	
			
Modelo 3: Malha lurex		Modelo 3: Malha Suedine	
			



Fonte: Elaborado pelos autores

4.5. Análise Comparativa entre os Protótipos Físicos e Virtuais

Para analisar a similaridade de caimento, forma e volume entre os protótipos virtuais e físicos, foi aplicado um questionário em um grupo de 21 estudantes do 4º período do curso de Design de Moda, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Os mesmos observaram visualmente as imagens dos protótipos virtuais e físicos em dois momentos.

Em um primeiro momento foram apresentadas as imagens vetorizadas da parte da frente dos modelos por meio de um retroprojetor. Assim, os estudantes indicaram qual o protótipo foi executado no software Audaces 3D. Nesta etapa a maioria dos alunos conseguiram identificar o protótipo virtual, no entanto houve uma certa dificuldade para o reconhecimento. O protótipo que expôs maior grau de dificuldade de reconhecimento foi o vestido trapézio.

O segundo momento compreendeu uma análise detalhada do grau de similaridade entre os protótipos considerando os critérios: caimento, forma e volume. Por caimento entende-se a adequação da representação do material têxtil sobre o corpo. A forma caracteriza-se pelo contorno da peça, suas linhas externas, sua silhueta. O volume é a reprodução da tridimensionalidade da peça, sua profundidade e sinuosidade. Para tanto, os protótipos foram apresentados identificados em físicos e virtuais, com imagens referentes às partes da frente, lateral e costas juntamente com uma escala de comparação. Para sintetizar os dados coletados, foi elaborada a Tabela 2.

Tabela 2: Com Dados coletados

<i>Modelo</i>	<i>Efeito</i>	<i>Idêntico</i>	<i>Muito semelhante</i>	<i>Pouco semelhante</i>	<i>Muito diferente</i>
Calça Drapeada Cotton	Caimento	29%	61%	10%	0%
	Forma	29%	66%	5%	0%
	Volume	19%	71%	10%	0%
Calça Drapeada Viscolyra	Caimento	52%	43%	5%	0%
	Forma	57%	38%	5%	0%
	Volume	57%	43%	0%	0%

<i>Modelo</i>	<i>Efeito</i>	<i>Idêntico</i>	<i>Muito semelhante</i>	<i>Pouco semelhante</i>	<i>Muito diferente</i>
Vestido Trapézio Brim 175g/m2	Caimento	52%	38%	10%	0%
	Forma	52%	48%	0%	0%
	Volume	48%	48%	4%	0%
Vestido Trapézio Brim 300g/m2	Caimento	33%	62%	5%	0%
	Forma	48%	52%	0%	0%
	Volume	43%	52%	5%	0%
Blusa Transpassada Malha Lurex	Caimento	19%	62%	19%	0%
	Forma	27%	59%	14%	0%
	Volume	14%	62%	24%	0%
Blusa Transpassada Malha Suedine	Caimento	14%	62%	24%	0%
	Forma	24%	62%	14%	0%
	Volume	29%	52%	19%	0%
Saia Godê Toque de Seda	Caimento	26%	69%	5%	0%
	Forma	30%	60%	10%	0%
	Volume	35%	55%	10%	0%
Saia Godê Chamois	Caimento	20%	70%	10%	0%
	Forma	35%	55%	10%	0%
	Volume	30%	60%	10%	0%

Fonte: Elaborado por Gisely A. Pires.

A observação dos dados apresentados na Tabela acima permite afirmar que os protótipos desenvolvidos virtualmente apresentam características visuais muito próximas dos protótipos físicos, pois nota-se na maioria das respostas obtidas que os mesmos são classificados como idênticos ou muito próximos dos reais.

Considerações Finais

Esta investigação teve como intuito verificar as convergências e divergências entre os protótipos virtuais e os produzidos nos processos tradicionais físicos. Os resultados apresentados visam contribuir com a elevação do grau de confiabilidade dos modelos virtuais considerando os seus aspectos visuais.

Uma das dificuldades encontradas no decorrer desse estudo foi a indisponibilidade de dados técnicos sobre as características dos tecidos. Em virtude disto, foi necessário adotar um método de análise visual de caimento dos materiais têxteis. Essa escolha também corrobora com a realidade de muitas indústrias do vestuário no âmbito nacional, de não possuir acesso e conhecimento no manuseio de equipamentos que calculam esses dados.

Por meio dos experimentos realizados foi possível perceber que a utilização de

software de prototipagem Audaces 3D demonstrou similaridade das características visuais entre protótipos virtuais e físicos. Ressalta-se, que mesmo sendo possível identificar a maioria dos protótipos virtuais, quando comparados aos físicos, pelos participantes da pesquisa, esse fator não influenciou na similaridade visual dos protótipos.

É pertinente salientar que o alcance da semelhança, entre o protótipo virtual e físico, pode estar relacionado aos tecidos utilizados, à complexidade do modelo e ao domínio das ferramentas de manipulação dos softwares 3D. Não é possível afirmar que os protótipos virtuais substituem os físicos, mas sim que estes se colocam como uma possibilidade para serem utilizados em uma avaliação inicial na concepção de produtos de moda.

Somado a isso, pode ser identificado o auxílio no sentido de diminuir testes físicos, principalmente para modelos complexos, que geralmente demandam da construção de alguns protótipos até a aprovação para a produção. Assim, problemas podem ser constatados e corrigidos antes da confecção, resultando em economia de materiais, processos e consequentemente tempo.

No decorrer desta pesquisa questões surgiram como possibilidades de continuidade deste estudo. Uma evidência que o experimento apontou e demanda maior estudo para comprovação, é de que o nível de similaridade é discretamente menor em modelos com drapejamentos. Outras propostas para trabalhos futuros incluem investigações a respeito dos aspectos ergonômicos do vestuário virtual de forma estática e dinâmica e sobre o grau de conhecimento dos profissionais e docentes considerando o processo de construção de protótipos virtuais.

Referências

ABLING, Bina; MAGGIO, Kathleen. **Moulage, modelagem e desenho – Prática integrada**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ALDRICH, Winifred. **Modelagem Plana para moda feminina**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ALDRICH, Winifred. **Tejido, forma y patronaje plano**. Barcelona: Gustavo Gili, 2010.

ANDRADE, R R. LANDIM, P C, MENEZES M S. **Produtos do vestuário: parâmetros e considerações para a seleção de materiais têxteis**. In: Marizilda dos Santos Menezes; Luis Carlos Paschoarelli. (Org.) Design: perspectivas. 1ed. Bauru: Canal 6, 2015, p. 26-41.

ARAÚJO, Mário de. **Tecnologia do vestuário**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

BREHM, Leda Maria Stumpf. **Contribuição para classificação e descrição do caimento dos tecidos de seda 100% empregados em vestuário**. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, UFRGS, 2011.

CHATAIGNIER, Gilda. **Fio a Fio: tecidos, moda e linguagem**. São Paulo: Estação das Letras, 2006.

- FAERM, Steven. **Curso de Design de Moda: princípios, práticas e técnicas**. Barcelona: Gustavo Gili, 2012.
- GOKARNESHAN, N. **Fabric and Structure Design**. New Delhi: New Age International, 2009.
- JONES, Sue Jenkyn. **Fashion Design: manual do estilista**. São Paulo: Cosac Naify, 2011.
- KENKARE, Narahare Sreenath. **Three Dimensional Modeling of Garment drape**. Tese (Doutorado) - North Carolina state University. Raleigh, 2005.
- LUTTERLOH, Silvia. **O corte de Ouro Lutterloh**. Kemptener: Alemanha, 2014.
- MENDES, Francisca Dantas; SACOMANO, José Benedito; FUSCO, José Paulo Alves. **Rede de Empresas – A cadeia têxtil e as estratégias de manufatura na indústria brasileira do vestuário de moda**. São Paulo: Arte & Ciência, 2010.
- OPTITEX. Disponível em <<http://www.optitex.com/en/3D-Digitizer-Digitize-on-3D-View-See-Results-on-2D-pieces>> Acesso em: 18 maio.2015.
- PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos: história, tramas, tipos e uso**. São Paulo: Senac-SP, 2007.
- SATO, Hisako. **Drapeados: a arte de modelar roupas**. São Paulo: Gustavo Gili, 2014.
- SEIVEWRIGHT, S. **Fundamentos de design de moda: pesquisa e design**. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- SOUZA, Patricia de Mello. **Estratégias de construção para estruturas têxteis vestíveis**. São Paulo, 2013.
- SMITH, Alison. **O grande livro da costura: material, técnicas, moldes, projetos**. [tradução Rosemarie Ziegelmaier]. São Paulo: Publifolha, 2013.
- TREPTOW, Doris. **Inventando Moda: planejamento de coleção**. Brusque: D. Treptow, 2007.