

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A SIMULAÇÃO 3D E O PROTÓTIPO FÍSICO PRODUZIDOS NO CLO 3D

*Comparative Analysis Between Clo 3d Simulation And The Actual Garment Prototype*

Camera, Tayane Caroline Fiametti; Msc; Universidade Federal do Paraná, tayanecamera@ufpr.br<sup>1</sup>  
Silva, Caelen Teger da; Msc; Universidade Federal do Paraná, caelen@ufpr.br<sup>2</sup>  
Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro; PhD; Universidade Federal do Paraná, lucia.demec@ufpr.br<sup>3</sup>

**Resumo:** Este artigo tem como objetivo realizar uma análise comparativa da fidelidade do manequim paramétrico customizado a partir de medidas de um corpo real, bem como a semelhança entre renderização de modelagem e o aspecto da roupa real confeccionada. Para o experimento foram desenvolvidas uma base de saia e uma base de blusa no software Clo 3D, que foram cortadas e confeccionadas em tecido semelhante ao simulado. Como conclusão, a prototipação virtual trouxe avanços significativos para o mercado da moda, reduzindo o tempo de ajustes para novas modelagens.

**Palavras chave:** Modelagem 3D; vestibilidade; antropometria.

**Abstract:** This article aims to carry out a comparative analysis of the fidelity of the parametric mannequin customized from the measurements of a real body, as well as the similarity between the modeling rendering and the appearance of the real garment made. For the experiment, a skirt base and a blouse base were developed in Clo 3D software, which were cut out and made from fabric similar to that simulated. In conclusion, virtual prototyping has brought significant advances to the fashion market, minimizing the time it takes to make adjustments when developing new designs.

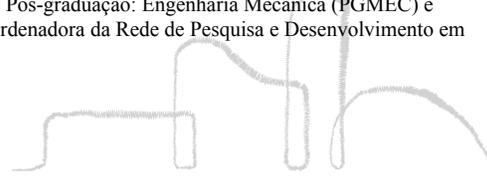
**Keywords:** 3D modelling, clothing, anthropometry.

---

<sup>1</sup> Tecnóloga em Design de Moda pela UTFPR, mestre em Design pela UFPR, doutoranda em Design pela UFPR. Pesquisadora na área de Moda, Conforto Térmico, Ergonomia, Modelagem e Costura.

<sup>2</sup> Doutoranda pelo Programa de Pós Graduação em Design da Universidade Federal do Paraná. Mestre pelo PPGDesign da UFPR. Grande área de pesquisa é Antropometria aplicada à moda. Levantamento antropométrico com aplicação de tecnologia de escaneamento corporal com escâner tridimensional. Elaboração de tabelas morfológicas e por medidas planas. Pós-graduada em Didática do ensino superior pela PUC-Pr e formação em modelagem e desenho de coleção na escola de moda AFOL- Milão. Tem experiência em modelagem avançada com ênfase para a aplicação de conceitos de antropometria e ergonomia no traçado de modelagens. Tem aderência ao planejamento e desenvolvimento de coleções. Trabalhou na Dolce Gabbana e Inbar Spector.

<sup>3</sup> Pós-doutorado na Technische Universität München, Fakultät für Maschinenwesen Lehrstuhl für Ergonomie de julho/2012 à fev/2013, Alemanha. Doutora na área de Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina e RWTH-Aachen, Alemanha (2000). Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1994). Graduação em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Paraná (1983). Professora Titular do Departamento de Engenharia Mecânica na Universidade Federal do Paraná. Coordenadora do NAPI-TA - Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva, da Fundação Araucária.(2022-2027). Atuando no curso de Graduação em Engenharia Mecânica da UFPR e nos Programas de Pós-graduação: Engenharia Mecânica (PGMEC) e DESIGN (PPGDesign) da UFPR. Coordena o Laboratório de Ergonomia e Usabilidade (LABERG, UFPR). Coordenadora da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA).



## Introdução

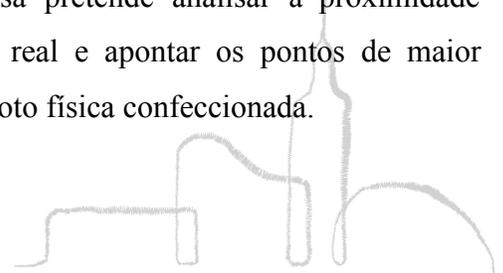
A cadeia produtiva da moda é composta por 1,33 milhão de empregados formais e 8 milhões se adicionarmos os indiretos e efeito renda, dos quais 60% são de mão de obra feminina, segundo a ABIT – associação brasileira da indústria têxtil e da confecção. Trata-se da maior cadeia produtiva da América; de fato, apenas o Brasil ainda elabora e produz, desde (a) produção da matéria-prima, (b) fiação, (c) tecelagem, (d) beneficiamento/acabamento, (e) confecção e (f) mercado (IEMI, 2023). Dentre essas etapas, deve-se destacar a modelagem e a prototipação, no presente, indiscutivelmente partes fundamentais da cadeia de produção de moda e vestuário.

A modelagem é a etapa do vestuário que compreende a adaptação ‘de um tecido, que é bidimensional, em um produto que deve envolver um corpo tridimensional’ (SPAINE, 2016, p. 36). Logo, a modelagem reproduz – a partir de recursos construtivos como pences, recortes, franzidos e pregas – formas modulares que se aproximam das formas do corpo, planejadas e que serão posteriormente costuradas para formar peças de vestuário que acompanham a forma e o movimento do corpo humano. Esta etapa pode ser realizada basicamente de duas formas: bidimensional - ou plana - e tridimensional - ou moulage.

A modelagem bidimensional é desenvolvida a partir de formas geométricas em uma superfície plana. Ela se baseia em diagramas desenvolvidos e aprimorados ao longo do tempo, utilizando medidas antropométricas para realização do molde no tamanho desejado. Pode ser feita manualmente em um plano (geralmente de papel) ou por softwares de modelagem. Já a modelagem tridimensional possibilita uma visão volumétrica por ser desenvolvida em manequins ou diretamente no corpo do usuário (SPAINE, 2016).

Atualmente, com a evolução tecnológica, já existem softwares de desenvolvimento de modelagem tridimensional digital que possibilitam a simulação no corpo de uma modelagem plana ou até a *moulage* digital diretamente no manequim virtual. No entanto, a aplicação de modelagem digital 3D é relativamente recente, ganhando força durante a pandemia de Covid-19 (PIRES, 2022). Essa adesão à modelagem digital 3D pode ser considerada tardia se comparada com outras áreas como arquitetura, indústria automobilística e de jogos. O motivo da resistência do mercado de moda à adoção desta tecnologia não é especificado, mas pode ser associado ao receio quanto à eficiência da modelagem quando convertida para o mundo real (Hackl, 2021).

Deste modo, este artigo tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre a simulação 3D e o protótipo físico produzidos no CLO 3D. A pesquisa é de natureza aplicada, objetivo exploratório e o procedimento de pesquisa é comparativo. Como resultados, a pesquisa pretende analisar a proximidade antropométrica da personalização oferecida no software com o corpo real e apontar os pontos de maior divergência entre o aspecto da prototipagem virtual e o aspecto da peça piloto física confeccionada.



## Referencial Teórico

A modelagem e a prototipação de vestuário 3D têm conquistado cada vez mais espaço nos projetos e desenvolvimentos no setor de moda (Teyeme et al., 2023). As empresas fornecedoras de sistemas CAD 2D para vestuário, ao perceber a mudança do mercado em direção à modelagem 3D, desenvolveram seus próprios módulos de simulação tridimensional (Pires et al., 2016). Alguns deles são: ‘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 e o Clo 3D desenvolvido pela Clo Virtual Fashion’ (Pires, 2022, p. 83). Oferecendo agilidade e economia no processo de desenvolvimento de novos produtos, a prototipação da modelagem de forma virtual possibilita a realização de ajustes de caimento sem a necessidade de produção de múltiplas peças pilotos. (Longo et al, 2021; Donmezer et al., 2023).

Os softwares possuem uma biblioteca de manequins femininos, masculinos e infantis com diferentes tamanhos e seguindo normas antropométricas dos padrões americano e europeu. Além dos modelos já pré-definidos, uma das funcionalidades que os softwares oferecem é a personalização do manequim de acordo com as medidas humanas de uma pessoa ou grupo específico (Pires et al., 2016). Assim, é possível adaptar os manequins para as medidas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 16933/2021), por exemplo. No programa Clo, a personalização acontece de forma paramétrica, em que são inseridas algumas medidas de acordo com o nível de precisão desejada (básico, simples ou avançado); as demais medidas são automaticamente calculadas pelo software a partir de uma base de dados composta por “milhares de medidas de corpos reais” (Clo 3D, 2023).

Estudos recentes no campo da informática buscam, a partir da personalização e prototipação virtual, desenvolver soluções automatizadas para o ajuste de modelagem em grande escala e personalização em massa (Wang et al., 2023; Liu et al., 2019; Longo et al., 2021). No entanto, a representação tridimensional virtual não se aproxima totalmente do aspecto da peça pronta, como pode ser observado na pesquisa de Liu et al, 2019. Cheng e Kuzmichev (2018) pontuam que “a maioria das simulações 3D são utilizadas para desenvolvimento de moldes planos em formato 2D, escolha e teste de caimento de tecidos”, os autores ainda propõem que poucos estudos estão preocupados com o sistema corpo-roupa.

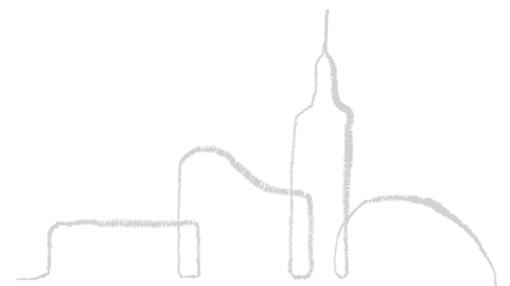
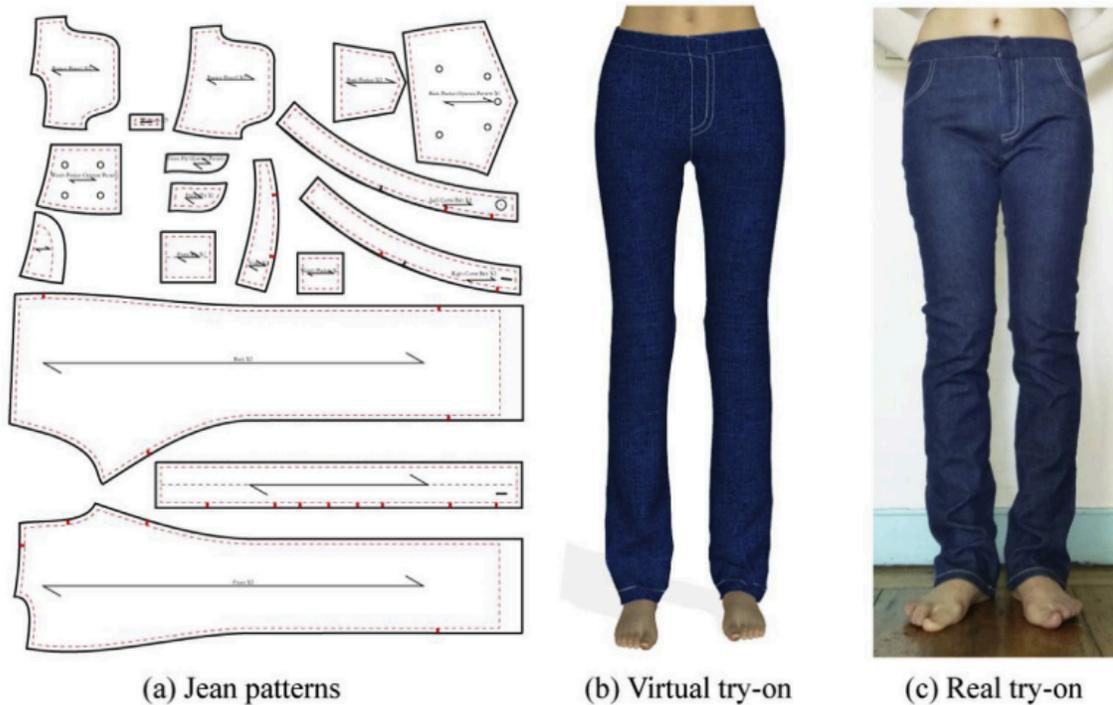


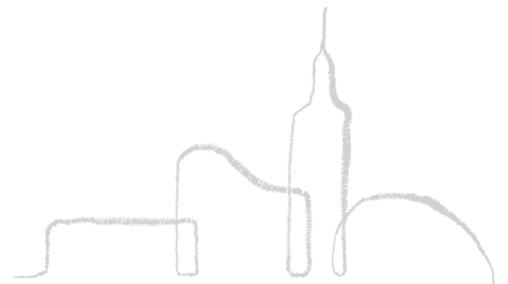
Figura 1: Modelagem desenvolvida pelo sistema paramétrico de Liu et al.



Fonte: Liu, Zhu, et al., 2019.

Em relação ao estudo de Liu et al (2019), podem-se levantar algumas hipóteses em relação aos resultados que não foram totalmente esclarecidos no estudo. Em relação ao modelo virtual e o modelo confeccionado, é possível notar muitos pontos de divergência entre o aspecto de caimento da peça, que não são discutidos nos resultados. Como o foco do estudo não é a qualidade da modelagem em si, mas a eficácia do sistema desenvolvido, o resultado obtido é considerado satisfatório para os autores. Por se tratar de uma pesquisa da área da computação, não há a descrição de uma análise dos resultados obtidos por profissionais da área de moda, que poderiam indicar pontos de melhoria da modelagem em relação à peça piloto, para serem introduzidos ao sistema desenvolvido por aprendizado de máquina.

Os softwares de modelagem e simulação 3D do vestuário passam por constantes atualizações com o intuito de aperfeiçoar a aparência do vestuário desenvolvido e apresentar o maior grau de fidelidade possível de uma peça real. Logo, este estudo leva em consideração o avanço da ferramenta com o passar do tempo e avalia a proximidade da simulação com a peça real, evidenciando também a evolução da tecnologia de renderização.



## Método

A realização dos procedimentos metodológicos realizou-se em seis etapas: coleta de medidas antropométricas de uma voluntária, inserção das medidas no software Clo 3D, desenvolvimento de bases de modelagem de saia e blusa no software, confecção de um protótipo físico de cada peça, prova virtual no ambiente 3D e dos protótipos físicos e, finalmente, uma análise comparativa entre a vestibilidade exibida no ambiente virtual e a vestibilidade real da peça no corpo humano.

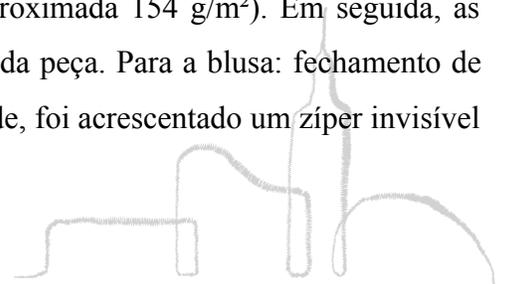
As bases de modelagem foram desenvolvidas no software Clo 3D, versão 2024.0. O computador em que o programa foi utilizado possui processador Intel Core i5, memória RAM 16 GB e placa de vídeo AMD Radeon 570 Series. Para a costura, foi utilizada uma máquina de costura reta industrial Jack F5 e, para o acabamento, a máquina overlock Jack E3. Outros materiais utilizados: papel sulfite para plotter de 120 gramas, tesoura, linha de costura, alfinetes e zíper invisível.

## Procedimentos

Coleta de medidas antropométricas de uma voluntária: as medidas foram coletadas obedecendo os procedimentos disponibilizados pelo software. Inicialmente, ao acessar a ferramenta de seleção de avatares, deve-se escolher um avatar com as características anatômicas mais similares às medidas tomadas junto à voluntária, e então, procede-se à customização (Tutorial Clo 3D, 2023). Nesta etapa, as medidas da voluntária são realizadas com utilização de uma fita métrica, seguindo os pontos indicados pelo próprio programa na aba de personalização e, então, são acrescentadas aos campos designados. Conforme os campos de preenchimento são completados, o programa CLO 3D gera progressivamente um avatar parametrizado que representa o corpo mensurado.

As bases de saia e blusa foram desenvolvidas na janela de modelagem plana do software a partir dos diagramas de Fulco e Silva (2008) no livro Modelagem Plana Feminina, da editora SENAC. As medidas utilizadas para o desenvolvimento das bases são as mesmas medidas inseridas na etapa de personalização do avatar. Após a criação dos moldes no software, foram acrescentadas as margens de costura aos segmentos necessários para a etapa da costura, realizou-se o encaixe dos moldes na janela de impressão e o arquivo dos moldes foi exportado para impressão em Plotter com 90 cm de largura.

Os moldes impressos foram, então, cortados em algodão cru, seguindo as características do tecido selecionado para a simulação no software (100% algodão, gramatura aproximada 154 g/m<sup>2</sup>). Em seguida, as peças foram costuradas seguindo a sequência operacional padrão para cada peça. Para a blusa: fechamento de pences, união dos ombros e união das laterais. Para facilitar a vestibilidade, foi acrescentado um zíper invisível



na lateral da blusa, com fechamento em direção à cintura, respeitando a margem de costura definida. Também foi deixada uma abertura no ombro para passagem da cabeça, que foi fechada com alfinete durante a prova. Para a costura da saia, primeiro foi realizada a costura das pences, fechamento das laterais e do centro costas da altura do quadril à barra, costura do zíper invisível seguindo a margem de costura e finalização do cós com revel sem entretela. Nas bordas das peças utilizou-se o chuleio da overloque para evitar o desfiamento do tecido.

Durante a simulação da saia no software, foi observada a necessidade de acrescentar o revel para acabamento da cintura, evitando que a saia ficasse fora do posicionamento correspondente pelo lasseio da trama do tecido na linha da cintura. O revel foi traçado no software a partir do recorte do molde base e fechamento das pences, tanto do molde frente, quanto nas costas. Após a finalização da confecção, as peças foram provadas no corpo condizente às medidas personalizadas e fotografadas para análise.

Os parâmetros para a análise comparativa entre a vestibilidade exibida no ambiente virtual e a vestibilidade real da peça no corpo serão: características de caimento de tecidos, volumes resultantes da costura dos moldes, defeitos de modelagem de acordo com o molde proposto, influência da postura do avatar e da modelo real e viabilidade de compreensão das peças piloto para uma correção eficiente.

### **Análise**

Todas as referências em relação a posições e direções são lidas de modo espelhado pelo leitor. Inicialmente, o posicionamento da voluntária e do avatar, levando-se em conta os eixos X,Y e Z, apontou para uma diferença na angulação das imagens devido à postura do corpo da participante e do avatar. Na Fig. 2 observa-se na foto da voluntária (posicionada à esquerda), que as pernas estão mais próximas na altura dos joelhos. Há um desvio da alça ilíaca esquerda levemente para cima e um desvio da coluna para direita.

Na fig.3, as alterações esquelético-posturais na modelo, evidenciam-se principalmente na curvatura lombar. Nas figuras 5 e 8, observa-se também um desalinhamento na altura dos ombros. As imagens do avatar, por outro lado, evidenciam simetria e equilíbrio. A indústria da moda tem como um objetivo possível o desenvolvimento de modelagem planejada para um corpo padronizado e, por conseguinte, as provas de modelagem são realizadas em modelos que representam uma marca específica, um determinado grupo social ou população.

Neste experimento, o avatar, apesar das mesmas medidas e construção de volume parametrizado, não reflete a forma real da voluntária. Nesse sentido, seria viável levantar a hipótese de que, por o programa realizar a padronização de avatares a partir de biótipos incorporados, sua eficácia pudesse ficar comprometida no que diz respeito à sua utilização para customização de biótipos.

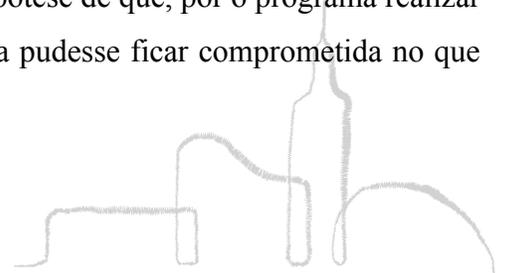


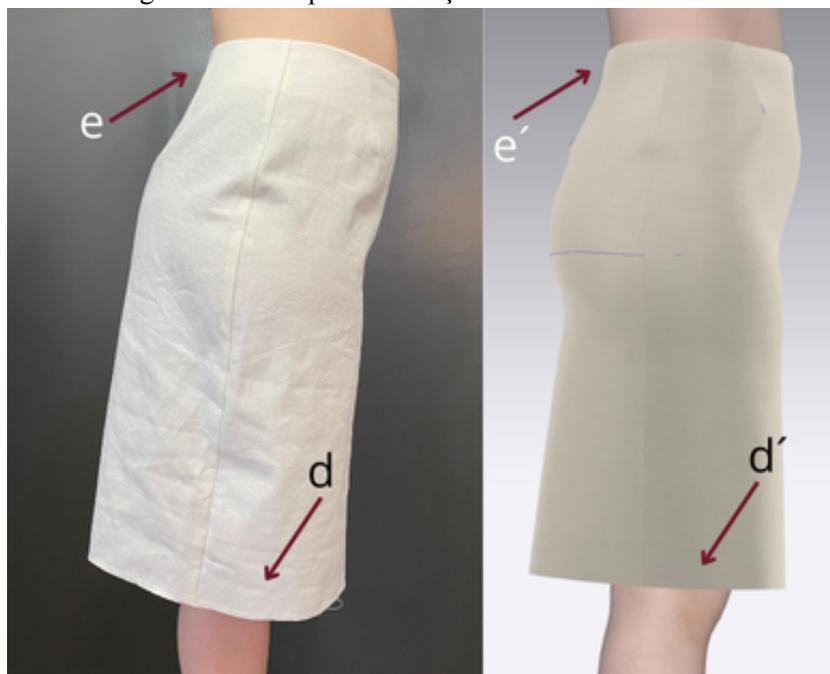
Figura 2: Protótipo e simulação da saia. Vista frontal.



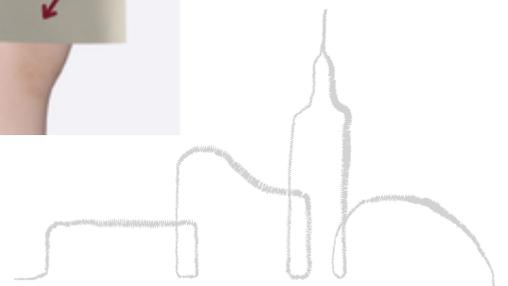
Fonte: as autoras, 2024.

Cabe aqui a reflexão sobre a aplicação do software em questão por empresas que produzem vestuário para consumidores com biótipos ou demandas específicas. Se por um lado, é possível que a parametrização defina uma morfologia, por outro, a correção e suavização na forma do modelo humano pode influenciar o próprio protótipo.

Figura 3: Protótipo e simulação da saia. Vista lateral.



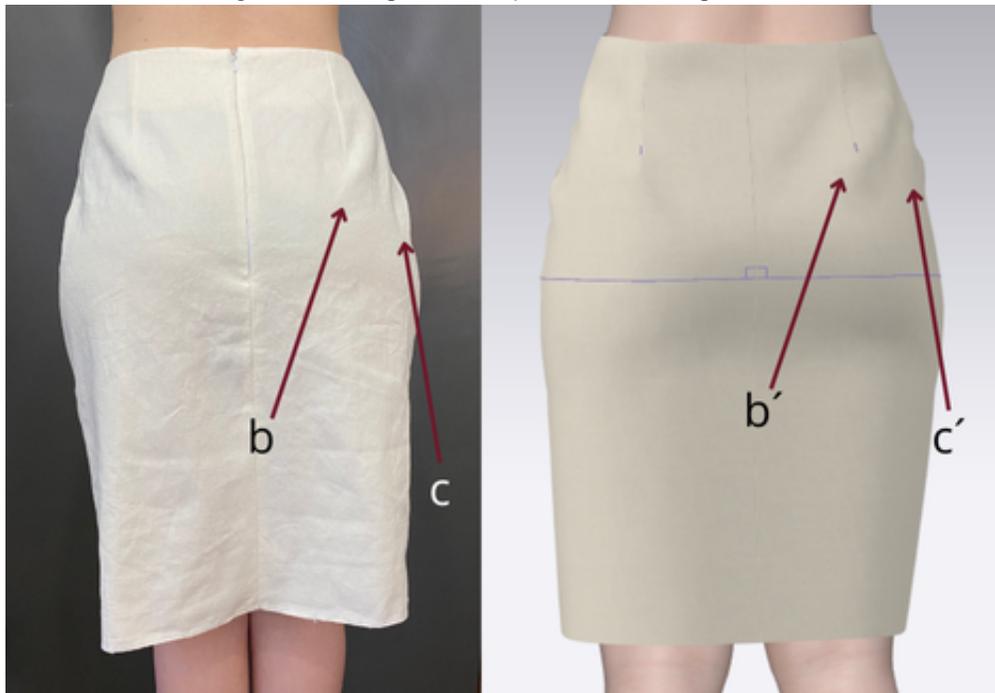
Fonte: as autoras, 2024.



Na figura 3 essa observação fica evidente nas flechas **e** e **e'**, que indicam a coluna lombar. A posição da coluna lombar da voluntária está mais aprofundada e, como compensação, o quadril gira sobre o seu eixo vertical do corpo. Essa configuração faz com que o cós traseiro fique mais próximo ao corpo. Além disso, o eixo X referente à medida do quadril desloca-se e chega a uma inclinação de cerca de 30°.

Diante de tal mudança, o tecido e a peça em si reposicionam-se para se adequarem ao corpo. Assim, a costura lateral da saia, no corpo da modelo, vai em direção posterior, e é possível visualizar na seta **d** que ela quase tangencia a panturrilha. Na imagem do avatar, entretanto, a seta **d'** evidencia que há uma alteração menos severa em relação à seta **d**.

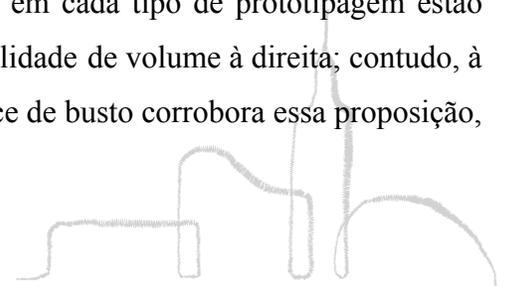
Figura 4: Protótipo e simulação da saia. Vista posterior.



Fonte: as autoras, 2024.

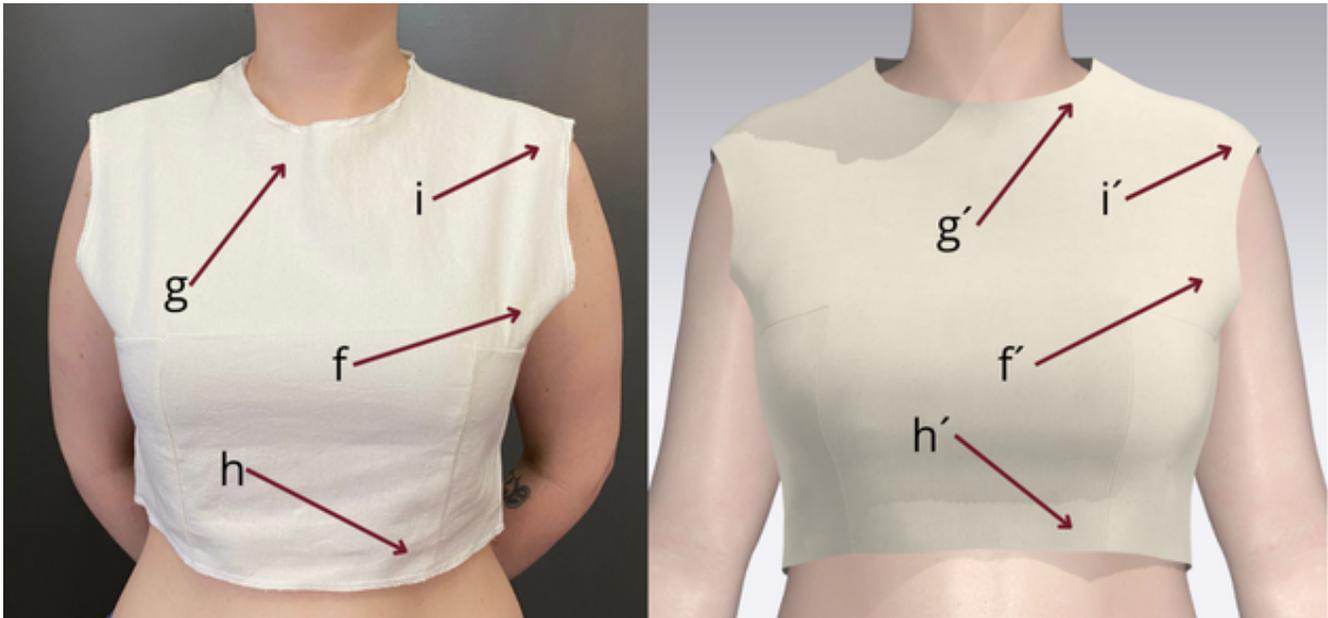
O caimento do tecido e a modelagem são possivelmente algumas das funcionalidades de maior interesse para a indústria de moda. Neste experimento, foi possível constatar que o comportamento do tecido no protótipo virtual e no real tiveram uma variação significativa, principalmente no que se refere aos volumes. Em todas as figuras, foi possível detectar distorções e bolsões de ar entre a pele e o tecido.

Nas figuras 4,6 e 7, tanto os volumes quanto a variação deles em cada tipo de prototipagem estão visíveis. Na figura 4, nas setas **b - b'** e **c - c'**, evidencia-se uma unilateralidade de volume à direita; contudo, à esquerda, o defeito parece menos proeminente. Nas imagens 6 e 7, a pence de busto corrobora essa proposição,



pois, como pode ser observado, o volume da pence de busto aparenta ser diferente entre os dois lados. Entretanto, a prototipagem realizada pelo software já propõe uma correção da modelagem, que, nesse experimento, não foi possível afirmar após o corte e costura do protótipo.

Figura 5: Protótipo e simulação da blusa. Vista frontal.



Fonte: As autoras, 2024.

De fato, a simetria observada no manequim virtual não se aplica ao corpo de referência. O avatar apresenta a simetria esperada após as correções visuais expressas nas figuras 2 a 8, entretanto, não ficou evidenciado qual é o processo de correção e como ocorre, de maneira paramétrica a retificação da simetria. Seria possível propor que a diversidade na morfologia aferida a partir de medidas não tabeladas pelo programa, não seria a esperada, posto que haveria a possibilidade de que o programa trabalhasse em uma margem de alterações possíveis. Ou seja, a morfologia parametrizada através medidas fornecidas ao software, não permitiria *outliers*, ou ainda, os 5º percentis podem estar não cobertos pelo algoritmo.

Por outro lado é visível a qualidade e detalhamento nas imagens e nos gráficos oferecidos pelo programa. Em linhas gerais, as modelagens e peças piloto podem diminuir muito o tempo de produção. Na figura 5, os itens **m'** e **l'** propiciam uma correção da cava.

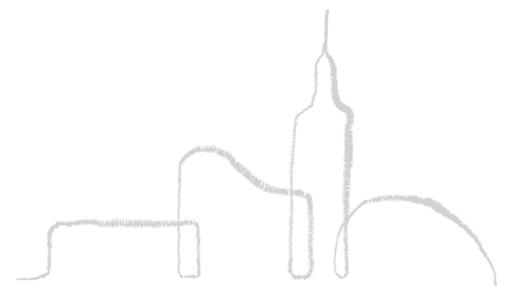
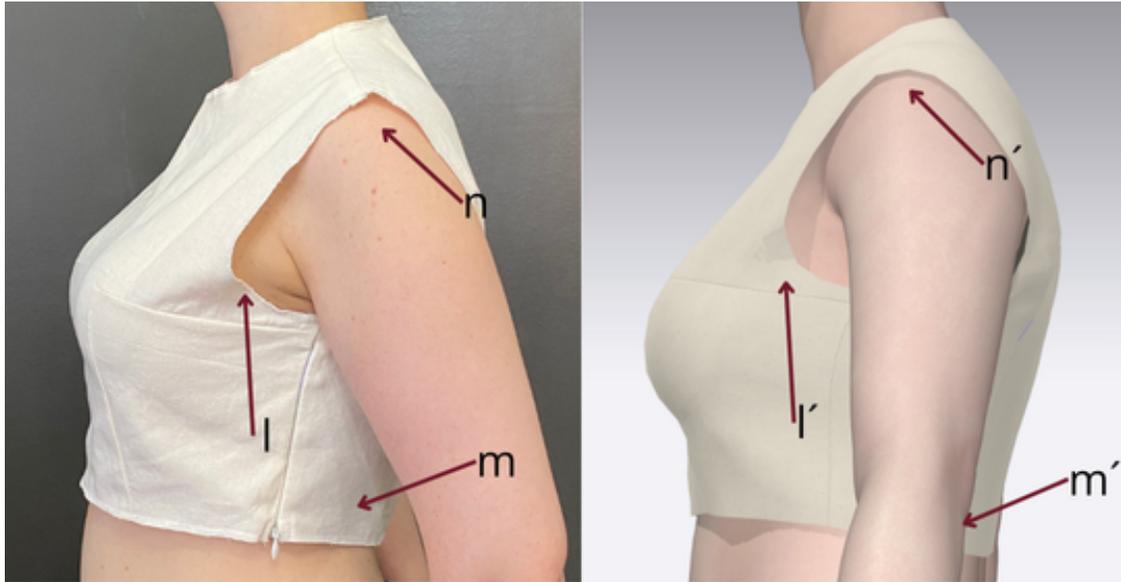


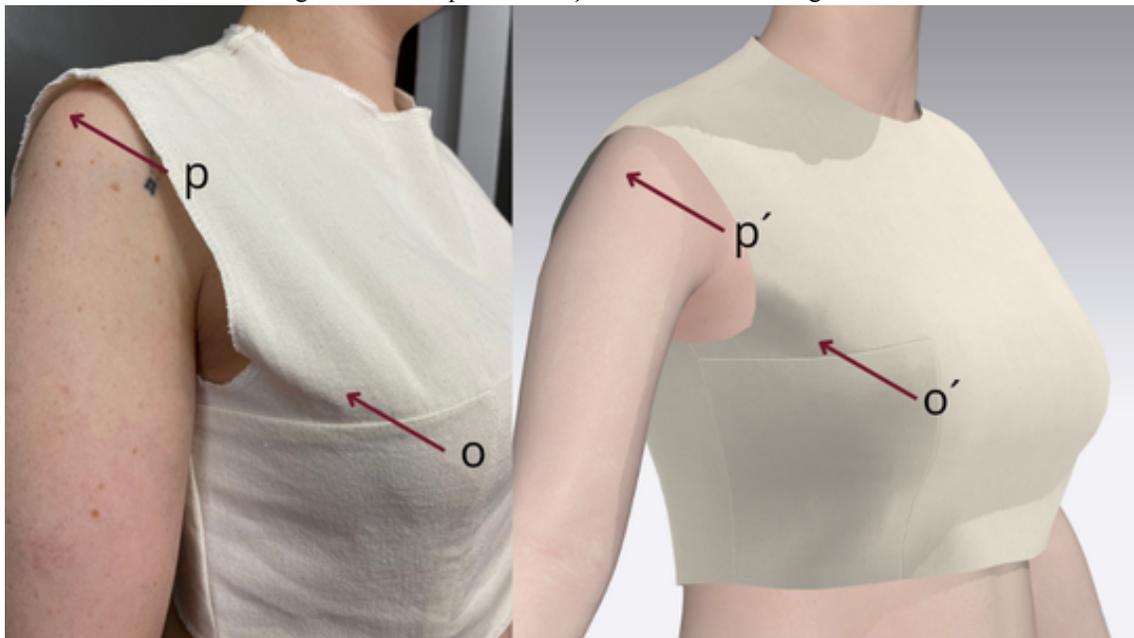
Figura 6: Protótipo e simulação da blusa. Vista lateral.



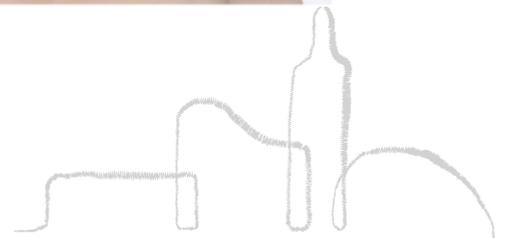
Fonte: As autoras, 2024.

Na figura 7, **p'** e **o'** propõe controle de volume e reposicionamento da cava e do ombro. A possibilidade de refinamento na escolha e resultado de tecidos é vasta e pode reduzir de maneira eficiente o tempo para desenvolvimento de um modelo em uma indústria.

Figura 7: Protótipo e simulação da blusa. Vista diagonal.

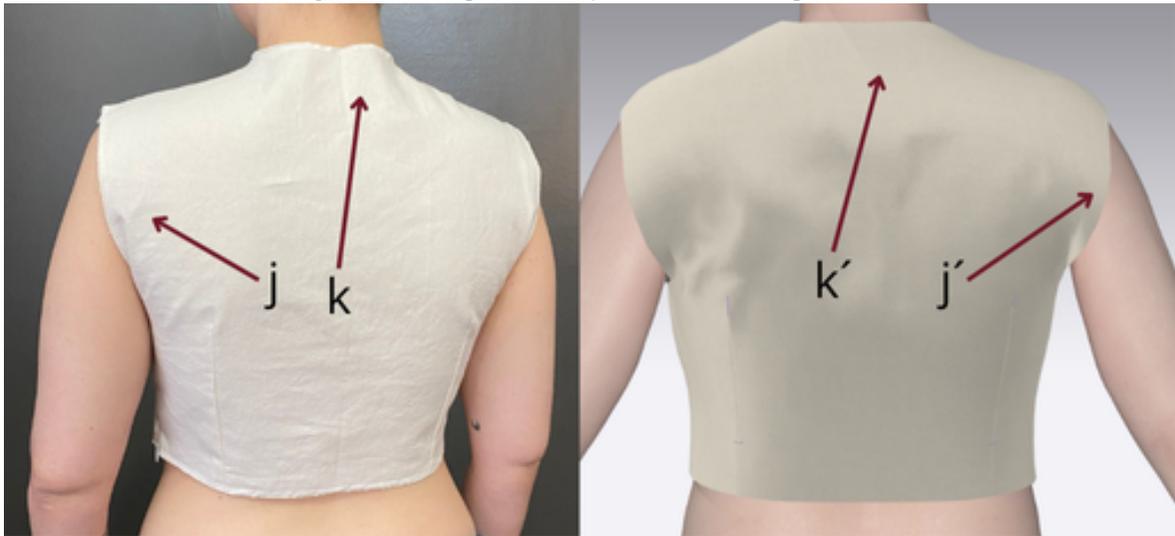


Fonte: As autoras, 2024.



Vale ressaltar que as redistribuições de volume, re-adequações de simetria e correções de múltiplos detalhes não substituem totalmente uma realização de peça piloto. Outro ponto a ser pensado é em relação ao preparo dos usuários do software. As possibilidades do programa são enormes, contudo, ao tomar contato com o mesmo, as pesquisadoras encontraram um produto que não era *user friendly*. Não se trata de um programa de fácil uso e aprendizado intuitivo. Ou seja, o tempo necessário para o aprendizado em si, já deveria ser contabilizado pela empresa.

Figura 8: Protótipo e simulação da blusa. Vista posterior.



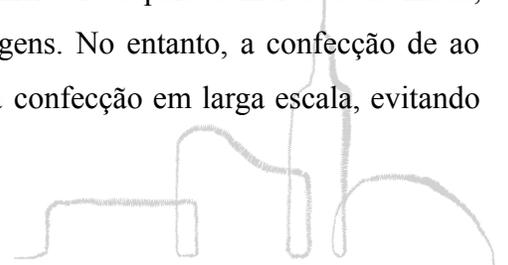
Fonte: As autoras, 2024.

### Considerações Finais

Esta pesquisa teve por objetivo realizar uma análise comparativa entre a simulação 3D e o protótipo físico produzido no CLO 3D. Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, objetivo exploratório e o procedimento de pesquisa é comparativo. Como resultados, a pesquisa analisou a proximidade antropométrica da personalização oferecida no software com o corpo real e apontou os pontos de maior divergência entre o aspecto da prototipagem virtual e o aspecto da peça piloto física confeccionada.

As convergências e divergências observadas entre o protótipo físico e o virtual foram consideradas satisfatórias, e entendidas como partes integrantes de um processo de projeto e desenvolvimento de produto.

Pode-se concluir que a prototipagem virtual trouxe avanços significativos para o mercado da moda, minimizando o tempo de ajustes no desenvolvimento de novas modelagens. No entanto, a confecção de ao menos uma peça piloto ainda é indispensável para a aprovação antes da confecção em larga escala, evitando



assim o desperdício de recursos. Observou-se também que o treinamento efetivo do funcionário que fará uso do programa, deverá ser metucioso e visto como um investimento.

## Referências

Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT). Perfil do Setor. ABIT Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 22/06/2023

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16933: Vestuário – Referenciais de medidas do corpo humano - Vestibilidade para mulheres - Biótipos retângulo e colher**. Rio de Janeiro: SEBRAE, 2021. 34 p.

CHENG, Zhe; KUZMICHEV, V. E. Digital twin and men's underwear design. In: **IOP conference series: materials science and engineering**. IOP Publishing, 2018. p. 012075.

CLO 3D, Support. **Adjust Avatar Size**. 11 dez. 2023. Disponível em: <http://www.support.clo3d.com/hc/en-us/articles/360013257553-Adjust-Avatar-Size>. Acesso em: 10 set. 2024.

DONMEZER, Semih, et al. Revolutionizing the Garment Industry 5.0: Embracing Closed-Loop Design, E-Libraries, and Digital Twins. **Sustainability**, 2023, 15.22: 15839.

FULCO, Paulo de Tarso; SILVA, Rosa Lúcia de Almeida. **Modelagem Plana Feminina**. 4. ed. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2008. 112 p. II.(Métodos de Modelagem). ISBN 9788574581194.

IEMI - INSTITUTO DE INTELIGÊNCIA DE MERCADO. Perspectivas para o setor têxtil no Brasil. [S. l.]: **IEMI**, 2023. Disponível em: <https://blog.consistem.com.br/perspectivas-para-o-setor-textil-no-brasil-em-2023/#:~:text=Somente%20em%202023%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o,a%20aproximadamente%205%2C94%20bil%C3%B5es>. Acesso em 22/06/2023.

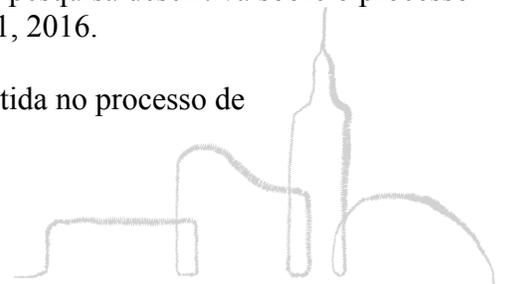
HACKL, C. **Fashion In 3D: An Opportunity For Greater Innovation**. Forbes. 2021.]

LIU, Kaixuan, et al. Parametric design of garment pattern based on body dimensions. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 2019, 72: 212-221.

LONGO, Francesco, et al. Towards a mass customization in the fashion industry: An evolutionary decision aid model for apparel product platform design and optimization. **Computers & Industrial Engineering**, 2021, 162:107742.

PIRES, Gisely Andressa et al. Protótipos físicos e virtuais (CAD 3D): uma pesquisa descritiva sobre o processo de construção de uma saia godê. **Design & Tecnologia**, v. 6, n. 11, p. 32-41, 2016.

PIRES, Gisely Andressa. Ensino híbrido na era digital: a sala de aula invertida no processo de ensino-aprendizagem de modelagem do vestuário. 2022.



SPAINE, Patrícia Aparecida de Almeida. Diretrizes para o ensino e construção da modelagem: um processo híbrido. 2016.

TEYEME, Yetanawork et al. Predicting compression pressure of knitted fabric using a modified laplace's law. **Materials**, v. 14, n. 16, p. 4461, 2021.

TUTORIAL CLO 3D: Como editar as medidas corporais dos avatares (Versão 7.2). 29 set. 2023. 1 vídeo (15 min 24 s). Publicado pelo canal CLO Brasil. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9-BvEIP8nMA>. Acesso em: 10 set. 2024.

WANG, Zhujun *et al.* Design of Customized Garments Towards Sustainable Fashion Using 3D Digital Simulation and Machine Learning-Supported Human–Product Interactions. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, v. 16, n. 1, 16 fev. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44196-023-00189-7>. Acesso em: 10 set. 2024.

