



SIMULAÇÃO VIRTUAL DA DRAPEABILIDADE DE TECIDOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA (RBS)

Virtual Simulation of fabric Drapability: a Systematic Literature Review (RBS)

Chiarelli, Giovanna Zampa; Graduanda; Universidade Estadual de Londrina, gzampachiarelli@gmail.com¹
Anegawa, Camila Kaori; Graduanda; Universidade Estadual de Londrina, camila.anegawa@uel.br²
Nader, Bruna Eloise; Graduanda; Universidade Estadual de Londrina, bruna.eloisa.nader@uel.br³
Menegucci, Franciele; Doutora; Universidade Estadual de Londrina, franciele_menegucci@yahoo.com.br⁴
Souza, Patrícia de Mello; Doutora; Universidade Estadual de Londrina, patriciademellosouza@gmail.com⁵

Resumo: A simulação virtual do comportamento de materiais têxteis é cada vez mais relevante na indústria da moda para otimização do processo de desenvolvimento de produtos. No entanto, o desafio que se apresenta é a reprodução precisa do caimento físico dos materiais no meio digital. Com a pesquisa, identificou-se a produção científica recente sobre o tema e investigou-se o estado da arte. Como resultado verificou-se que, apesar do avanço científico, ainda são necessários aprofundamentos para uma representação digital mais precisa.

Palavras chave: Simulação virtual; Drapeabilidade; Design de moda

Abstract: Virtual simulation of the behavior of textile materials is increasingly relevant in the fashion industry for optimizing the product development process. However, the challenge is to accurately reproduce the physical drape of materials in the digital environment. The research identified recent scientific production on the topic and investigated the state of the art. As a result, it was found that, despite scientific advances, further research is still needed for a more accurate digital representation.

Keywords: Virtual simulation; Drapability; Fashion design

Introdução

Na indústria da moda, representar o caimento dos tecidos em ambientes virtuais tornou-se essencial, um dos fatores é o comércio online de têxteis sem a possibilidade de acesso a amostras físicas. Softwares de simulação 3D podem facilitar as decisões projetuais e comerciais, viabilizando prototipagens rápidas,

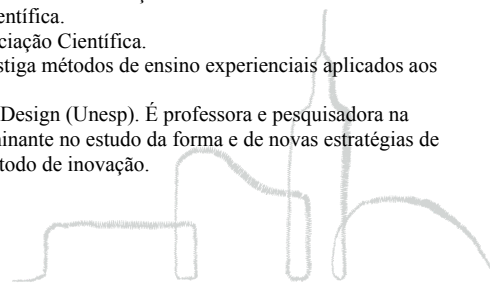
¹Graduanda em Design de Moda (UEL - Universidade Estadual de Londrina). Atua como bolsista Fundação Araucária em Iniciação Científica.

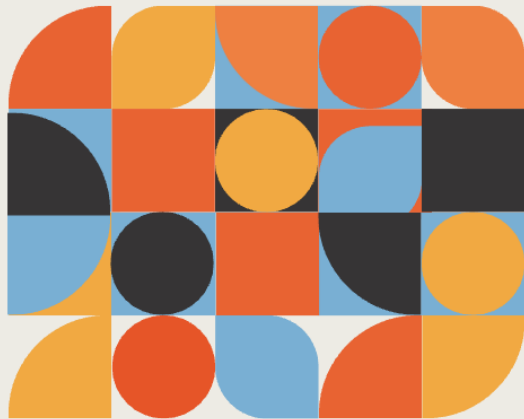
²Graduanda em Design de Moda (UEL - Universidade Estadual de Londrina). Atua como aluna em Iniciação Científica.

³Graduanda em Design de Moda (UEL - Universidade Estadual de Londrina). Atua como bolsista CNPq em Iniciação Científica.

⁴Doutora e mestre em Design (Unesp). É professora e pesquisadora na Universidade Estadual de Londrina. Investiga métodos de ensino experienciais aplicados aos materiais, processos e superfícies têxteis como indutores de inovação no desenvolvimento de produtos de moda.

⁵Pós-doutora em Fashion Design (Politecnico di Milano) e em Têxtil e Moda (Each/USP); doutora e mestre em Design (Unesp). É professora e pesquisadora na Universidade Estadual de Londrina. Investiga a modelagem tridimensional como instrumento de criação, determinante no estudo da forma e de novas estratégias de construção; vincula o comportamento de materiais ao ensino da modelagem; adota a cross fertilization como método de inovação.





sustentáveis e precisas. As ferramentas digitais devem ser usadas, desde que simulem corretamente o comportamento têxtil, do contrário, podem ocorrer erros projetuais e maior consumo de recursos.

Este trabalho analisa o que as publicações acadêmicas recentes revelam sobre a simulação de materiais têxteis com foco no software CLO 3D, identificando possíveis lacunas existentes na representação digital do comportamento dos tecidos. O software é utilizado por profissionais e grandes empresas para o desenvolvimento virtual de roupas, permitindo simulações de ajuste, visualização de caimento e análise de modelagens. No entanto, a simulação digital ainda enfrenta desafios, especialmente na reprodução de algumas propriedades dos materiais, o que pode comprometer a veracidade dos protótipos digitais.

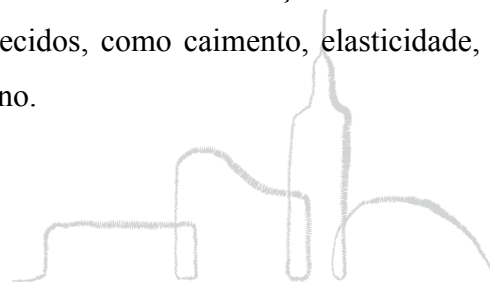
A partir disso, o objetivo da pesquisa é identificar, por meio de uma RBS, quais métodos, ferramentas e abordagens têm sido utilizados para medir e simular tecidos no CLO 3D, e quais aspectos ainda carecem de maior precisão ou demandam aprofundamento técnico.

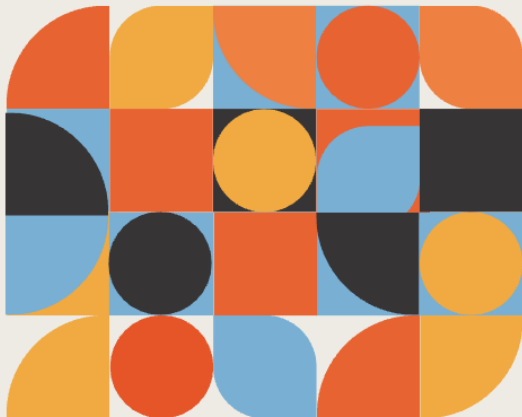
Softwares utilizados para a simulação da drapeabilidade de materiais e desafios identificados

A evolução dos softwares de modelagem e prototipagem virtual tem impactado significativamente o processo projetual na indústria do vestuário. Segundo Pires (2015), essas tecnologias dividem-se em dois grupos principais: os softwares genéricos, como 3DS Max, Maya e Blender, usados em múltiplas áreas de projeto; e os softwares específicos, voltados à simulação e modelagem têxtil, como CLO 3D, Marvelous Designer, Audaces 360, Style 3D e Optitex.

Os programas específicos apresentam interfaces semelhantes, com ferramentas para moldes 2D, manequins 3D e, em alguns casos, parametrização de tecidos (Santos, Silveira e Rech, 2023). Boldt (2018) destaca que os CADs 3D oferecem bibliotecas de materiais programadas com propriedades de tecidos ajustáveis, embora a adoção de protocolos próprios por alguns softwares dificulte a padronização entre sistemas.

Embora o uso de softwares de modelagem tridimensional, como o CLO 3D, representem avanço significativo para o setor de vestuário, existem limitações técnicas quanto à fidelidade da simulação têxtil. Estas dificuldades se concentram especialmente na representação realista de tecidos, como caimento, elasticidade, espessura e comportamento dinâmico frente ao movimento do corpo humano.





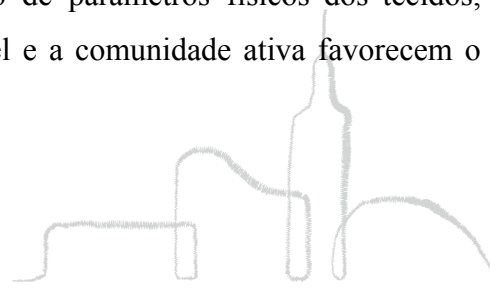
Segundo Pires (2015), mesmo com a evolução dos softwares CAD 3D, ainda existiam discrepâncias visuais e estruturais entre os protótipos virtuais e os físicos, dificultando uma validação completa antes da produção: “A similaridade visual entre os protótipos virtuais e físicos não é totalmente atingida, principalmente nos aspectos de caimento e volume” (Pires, 2015, p. 98). Isso decorre da limitação dos parâmetros de simulação, que não conseguem reproduzir com exatidão as propriedades mecânicas dos tecidos, como a maleabilidade e o comportamento de dobra e estiramento.

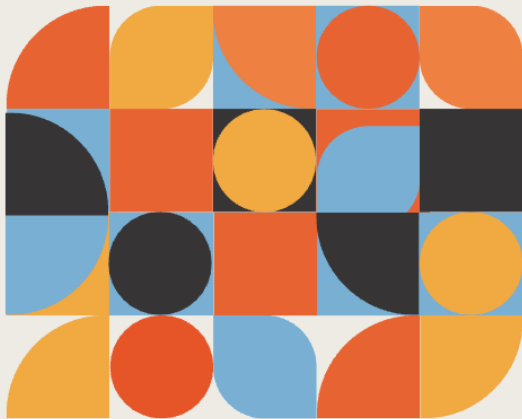
Outro ponto destacado por Ju et al. (2024) é a dificuldade em estimar corretamente os parâmetros de simulação a partir das características físicas do tecido, o que evidencia que o processo de calibração dos materiais no CLO 3D é complexo e, muitas vezes, depende de testes físicos cuja precisão é limitada para prever o comportamento de tecidos com alta elasticidade ou estrutura não uniforme. Conforme os autores, “erros na definição dos parâmetros de estiramento e flexão comprometem a fidelidade da simulação, resultando em diferenças visuais e funcionais entre a peça simulada e a real” (Ju et al., 2024, p. 3)

As falhas de simulação podem gerar impactos significativos no desenvolvimento de produtos, pois quando o protótipo virtual não corresponde ao comportamento do tecido físico, decisões equivocadas podem ser tomadas nas fases de modelagem, ajuste e produção, levando à necessidade de novas amostragens físicas, o que implica em custos financeiros adicionais, perda de tempo de produção e uso excessivo de materiais.

Santos, Silveira e Rech (2024) alertam que, embora a prototipagem virtual reduza o tempo e os resíduos gerados na fase de desenvolvimento, sua eficácia está diretamente ligada à precisão da simulação, afirmando que a carência de dados reais sobre tecidos e limitações dos algoritmos de simulação ainda representam uma barreira: “Os erros de simulação podem resultar na confecção de peças insatisfatórias, ocasionando retrabalho e aumento no descarte de tecidos, o que impacta negativamente tanto do ponto de vista financeiro quanto ambiental” (Santos; Silveira; Rech, 2024, p. 5).

Em testes comparativos com Blender, Maya, Style 3D, Audaces 360 e CLO 3D, no contexto do grupo de pesquisa, o último se sobressaiu pela flexibilidade na configuração de parâmetros físicos dos tecidos, permitindo simulações mais realistas. Além disso, sua interface acessível e a comunidade ativa favorecem o





aprendizado, sendo uma solução estratégica para empresas da moda que enfrentam escassez de profissionais capacitados e buscam eficiência na escolha de materiais têxteis.

Metodologia

Essa pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva, a fim de coletar e reunir informações sobre sua temática, registrando os dados sem interferir neles (Prodanov; Freitas, 2013). Foi utilizado o procedimento técnico da RBS (Santos, 2018) de abordagem quali-quantitativa, a partir de materiais publicados e revisados, com o objetivo de estabelecer o estado da arte da simulação de materiais têxteis no software CLO 3D e quais lacunas ainda persistem, além de permitir que o estudo seja replicado, a partir dos mesmos critérios e processos.

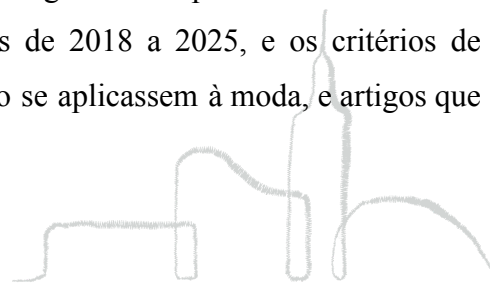
A fim de segmentar os resultados para melhor compreensão do estudo, foi aplicado o agrupamento temático, estratégia essa que conecta os textos a partir da descrição das principais características deles, mesmo que de temas diversos, pois estão associados a um mesmo problema de pesquisa (Santos, 2018).

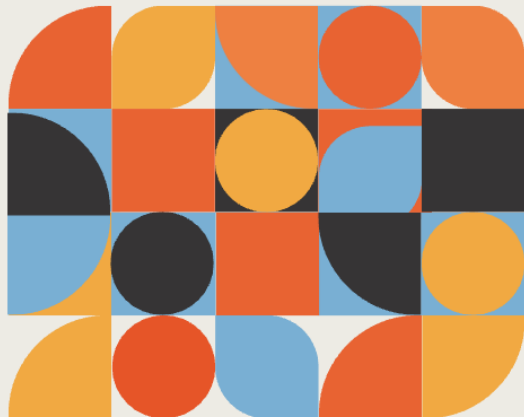
Após a definição do problema da pesquisa, foram definidos os critérios de busca, sendo eles as bases de dados a serem utilizadas, as *strings* de busca, os critérios de exclusão e o recorte temporal.

Com o objetivo de encontrar pesquisas que se encaixassem nos critérios definidos, mas também com a possibilidade de localizar estudos de outras áreas que agregassem à revisão, foram delimitadas 7 bases de dados para a realização das buscas, sendo elas: Google Acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES e os Periódicos ModaPalavra, Estudos em Design, Projética, Dobra[s] e a Revista de Ensino em Artes, Moda e Design.

A partir de levantamento teórico preliminar, foram estabelecidos os termos de busca: “"CLO 3D" OR "CLO3D" AND fabric simulation AND fashion design AND "drapeability" OR "drape" AND digital garment”, em inglês, para obter um alcance maior de resultados, ou “"CLO 3D" OR "CLO3D" AND simulação têxtil OR simulação de tecidos AND design de moda AND drapeabilidade OR caimento AND vestuário digital OR roupa digital”, em português, para buscar por resultados nacionais.

Com o objetivo de encontrar artigos atuais sobre a representação digital da drapeabilidade de tecidos no software CLO 3D, foram definidos o recorte de tempo, publicações de 2018 a 2025, e os critérios de exclusão: artigos que não contemplassem com o CLO 3D, artigos que não se aplicassem à moda, e artigos que não abordassem o caimento/drapeabilidade de tecidos.





Desenvolvimento da pesquisa

A partir da busca com as *strings* em inglês, encontrou-se 389 resultados no Google Acadêmico e nenhum artigo nas demais bases. Com as *strings* em português, obteve-se 31 resultados no Google Acadêmico, 6 no Portal Capes e nenhum nas demais bases. A esses resultados, foram aplicados os filtros descritos por Santos (2018): filtro 1: leitura do título, palavras-chave e resumo; filtro 2: leitura da introdução e conclusão, novamente lê-se o título, palavra-chave e resumo; e filtro 3: leitura completa do texto. Foram definidas como seleção preliminar e seleção final os filtros 1 e 3, respectivamente. A inteligência artificial foi utilizada como suporte para a tradução e síntese de artigos extensos. A Tabela 1 sintetiza os resultados encontrados.

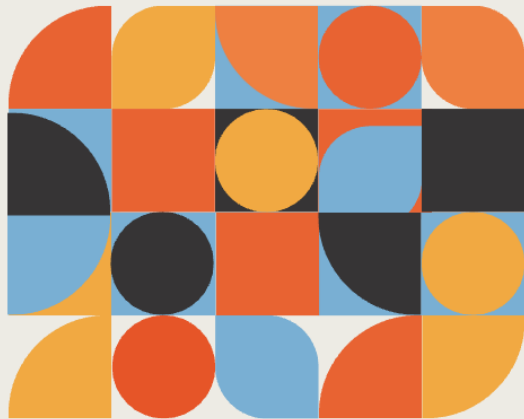
Tabela 1: Resultados a partir das *strings* de busca

Base de dados	Publicações encontradas	Publicações selecionadas na seleção preliminar	Publicações selecionadas na seleção final	Porcentagem de publicações selecionadas por encontradas
Dobra[s]/Estudos em Design/ModaPalavra	0	0	0	0
Google Acadêmico (Inglês)	389	40	18	4,63%
Google Acadêmico (português)	31	3	1	3,22%
Portal Periódicos da CAPES	6	4	3	50%
Projética e Revista de Ensino em Artes, Moda e Design	0	0	0	0

Fonte: Adaptado de Laurenti; Villari; Rozenfeld, 2012

Após a análise das 18 publicações aprovadas na seleção final, foi desenvolvida outra tabela, agora com o objetivo de explicitar os artigos selecionados, em ordem cronológica, contendo também a base de dados em que foi encontrado, disponível em <https://drive.google.com/file/d/1ozRIOLkFX9ZHOkhSpJFAEQrJj3Thhe-7/view?usp=sharing>, a fim de permitir consultas em pesquisas futuras.





20º COLÓQUIO DE MODA

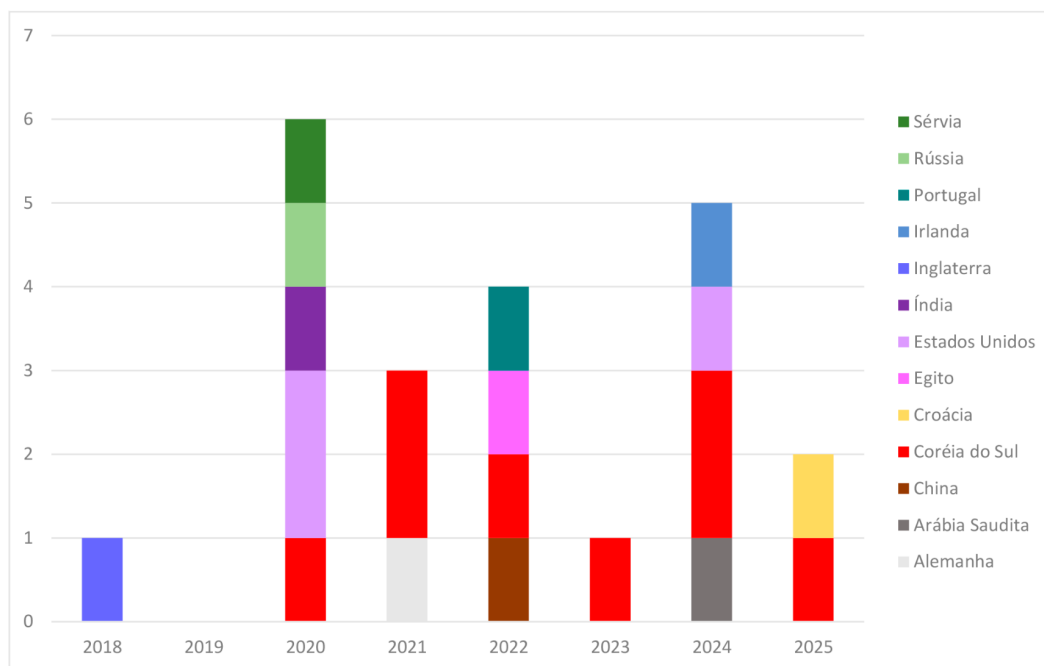
19º FÓRUM DAS ESCOLAS DE MODA DOROTÉIA BADUY PIRES
11º CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM DESIGN E MODA

FAAP - SÃO PAULO

DE 30 DE SETEMBRO A 03 DE OUTUBRO DE 2025

A partir das publicações selecionadas, foi elaborado o gráfico de relações de publicações anuais por país (Figura 1), que apresenta a distribuição dos estudos por ano de publicação e país de origem. Observa-se uma concentração de trabalhos a partir de 2020, o que indica um crescimento do interesse científico no campo da simulação de materiais têxteis no CLO3D e em tecnologias relacionadas. Esse aumento pode ser associado, entre outros fatores, às transformações nos modelos de consumo e aos novos contextos de compra internacionais, que necessitam de uma maior precisão na representação digital dos tecidos.

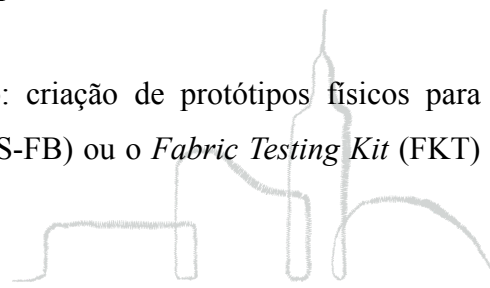
Figura 1: Relação publicações anuais por país

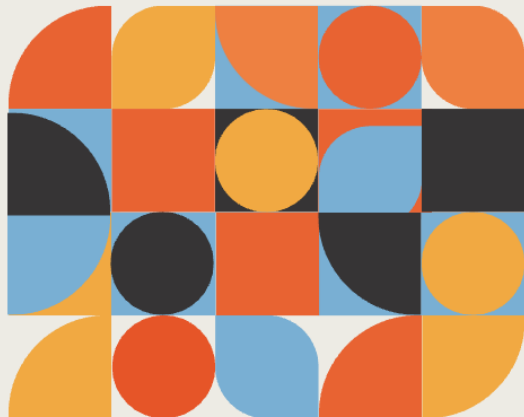


Fonte: Elaboração própria, 2025

Com relação à distribuição geográfica, destaca-se uma forte presença de estudos oriundos da Coreia do Sul, país em que foi desenvolvido o programa CLO3D. Em seguida, observa-se contribuições provenientes dos Estados Unidos e da China, refletindo uma liderança de centros de pesquisa asiáticos e norte-americanos na produção científica voltada para a simulação têxtil.

Os métodos mais utilizados para validação da simulação são: criação de protótipos físicos para comparação visual, como *Kawabata Evaluation System for Fabrics* (KES-FB) ou o *Fabric Testing Kit* (FKT)





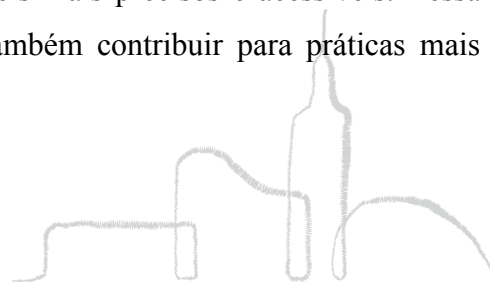
para obter as propriedades mecânicas dos tecidos. Outra ferramenta relevante é o *CLO Fabric Kit* que determina as propriedades físicas dos tecidos. Entre os testes, destaca-se o teste de drapeabilidade do Cusick (1968), amplamente utilizado para mensurar o coeficiente de caimento dos tecidos. No entanto, o sistema *Fabric Assurance by Simple Testing* (FAST), desenvolvido pela CSIRO, apresenta-se como uma alternativa mais simples e acessível, fornecendo dados mecânicos objetivos por meio de testes padronizados e de interpretação linear (Ahmed et al., 2022). As propriedades mecânicas obtidas pelo sistema FAST, como rigidez à flexão na urdidura e na trama, rigidez ao cisalhamento, extensibilidade em diferentes cargas, espessura e formabilidade foram fundamentais para simular com maior fidelidade o comportamento dos tecidos no ambiente virtual. A integração entre CLO 3D, impressão 3D, escaneamento corporal e testes laboratoriais de tecidos físicos configura-se como uma abordagem promissora para a fidelização da simulação tridimensional ao comportamento real dos materiais.

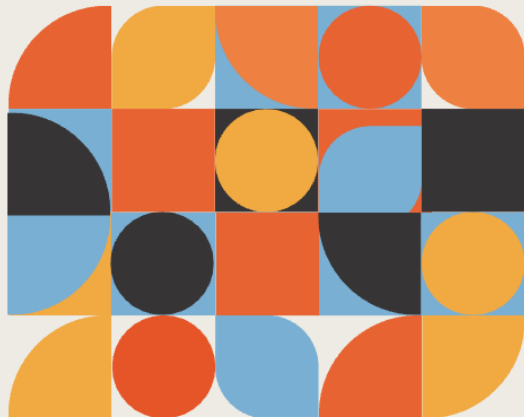
Considerações Finais

A investigação revelou que o CLO 3D representa um avanço na prototipagem virtual, ainda assim, há limitações na simulação da drapeabilidade em formas com estrutura complexa ou propriedades mecânicas específicas. A precisão depende da qualidade dos dados inseridos e da compatibilidade entre os testes físicos (como KES-FB, CLO Fabric Kit e testador de caimento Cusick) e os parâmetros adotados pelo software.

Constatou-se que os erros na representação do caimento, espessura, elasticidade e deformação dos tecidos podem comprometer a confiabilidade dos protótipos digitais, resultando em prejuízos econômicos e ambientais, assim, é importante integrar tecnologias complementares, como a digitalização corporal e sistemas avançados de medição têxtil, para ampliar a fidelidade das simulações.

Para que o CLO 3D seja plenamente eficaz como ferramenta de substituição à prototipagem física, é necessário que mais estudos aprofundem os métodos de calibração dos tecidos, com foco na melhoria dos algoritmos de simulação e no desenvolvimento de bancos de dados têxteis mais precisos e acessíveis. Dessa forma, será possível não apenas otimizar processos industriais, mas também contribuir para práticas mais sustentáveis no setor da moda.





Os resultados da RBS podem contribuir indicando possibilidades de experimentações científicas futuras, com o objetivo de aprimorar ainda mais esta temática a partir do ponto de vista dos designers de moda, o maior público e usuários de tais softwares.

Referências

- AHMED, B. et al. The relationship between FAST mechanical properties, fabric drape coefficient and 3D simulated flared skirt. **Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science**, v. 19, n. 2, p. 321–329, 2022.
- BOLDT, Rachel. **Contribuições dos sistemas CAD 3D no processo de validação do produto de moda**. 2018
- CUSICK, John. Psicologia experimental na prática. **Revista Brasileira de Psicologia**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 45-60, jul. 1968.
- LAURENTI, Rafael; VILLARI, Bruno Domiciano; ROZENFELD, Henrique. **Problemas e melhorias do método FMEA: uma revisão sistemática da literatura**. P&D em Engenharia de Produção, Itajubá, v. 10, n. 1, p. 59-70, 2012.
- PIRES, G. A. **O CAD 3D aplicado na validação de protótipos na indústria do vestuário**. 2015. 117 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2015.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2.ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- RANJAN, Ranjeet; PANDEY, Richa; KUMAR, Vikrant. Integration of CAD Technology for Fast and Customized Production of Apparels. **Annals of the Romanian Society for Cell Biology**, v. 57, n. 9, p. 4639–4645, 2021.
- SANTOS, A dos. **Seleção do método de pesquisa: guia para pós-graduando em design e áreas afins**. Curitiba, PR: Insight, 2018.
- SANTOS, S. C. S.; SILVEIRA, I.; RECH, S. R. PROTOTIPAGEM VIRTUAL: Softwares 3D para Modelagem de Vestuário. **Projética**, 15(3). p1-28 <https://doi.org/10.5433/22362207.2024.v15.n3.50575>, 2024.
- JU, E. et al. Estimating Cloth Simulation Parameters From Tag Information and Cusick Drape Test. **ComputerGraphics Forum**, v. 43, n. 2, 2024.

