

PROTOTIPAGEM VIRTUAL
Softwares 3D para Modelagem de Vestuário

VIRTUAL PROTOTYPING
3D Software for garment pattern making

Me. Silvia Cristina Silveira dos Santos

PPGModa/Udesc
silvia@silviacristina.com.br

Dra. Icléia Silveira

PPGModa/Udesc
icleiasilveira@gmail.com

Dra. Sandra Regina Rech

PPGModa/Udesc
sandrareginarech@gmail.com

PROJÉTICA

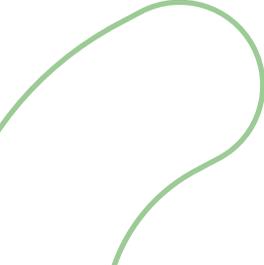
COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Santos, S. C. S.; Silveira, I.; Rech, S. R. (2024). PROTOTIPAGEM VIRTUAL: *Softwares 3D para Modelagem de Vestuário*. **Projética**, 15(3). p1-28 <https://doi.org/10.5433/2236-2207.2024.v15.n3.50575>

DOI: 10.5433/2236-2207.2024.v15.n3.50575

Submissão: 09-05-2024

Aceite: 25-09-2024



RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi elencar softwares 3D aplicados ao desenvolvimento de modelagem do vestuário, prototipagem virtual e geração de moldes para uso na indústria de vestuário. Para isso foi feita uma pesquisa básica, com abordagem qualitativa e descritiva. Para a coleta de dados foi aplicada a revisão teórica da literatura por meio de artigos científico, livros, relatório de tendências, sites de empresas de tecnologia e dissertações. Como resultado foi destacou-se os softwares de modelagem 3D, sites de lojas de ativos digitais, bem como alguns softwares de modelagem 2D de código aberto. Apresentou-se os principais impactos nas indústrias de vestuário com a tecnologia 3D e o perfil dos novos profissionais de desenvolvimento de produto.

Palavras-chave: modelagem; vestuário; prototipagem 3D.

ABSTRACT: *The objective of this research was to list 3D software applied to the development of clothing modeling, virtual prototyping and mold generation for use in the clothing industry. For this, a basic research was carried out, with a qualitative and descriptive approach. For data collection, a theoretical review of the literature was applied through scientific articles, books, trend reports, technology company websites and dissertations. As a result, 3D modeling software, digital asset store websites, as well as some open-source 2D modeling software stood out. The main impacts on the clothing industries with 3D technology and the profile of new product development professionals were presented.*

Keywords: *Pattern marking; Apparel; 3D prototyping.*

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais não são uma novidade na indústria da moda, porém, a pandemia global do Covid19, acelerou a necessidade de soluções alternativas, provocando uma mudança nos espaços e atividades virtuais em toda a sua cadeia de valor (Amorim; Boldt, 2020). O acesso à *internet*, também teve um aumento significativo a partir deste período, pois foi fator imperativo para realização das

atividades relacionadas principalmente à educação e ao *home office*. A pesquisa realizada pela Cetic.br em 2020, sobre o uso da *internet* e das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros (TIC Domicílios), indicou que dos 71% dos domicílios com acesso à *internet* em 2019, passaram para 83% no ano de 2020, o que correspondeu a 61,8 milhões de domicílios com algum tipo de conexão à rede (Pesquisa [...], 2021, p. 65).

Nesse cenário pós pandemia, pode-se dizer que o aumento do uso de tecnologias digitais e da *internet* se manifesta como um movimento do *Zeitgeist*, ou seja, Espírito do Tempo. Ele expressa o conjunto de ideias e crenças de um grande grupo que definem uma época. “O conceito de *Zeitgeist* é relevante para compreender a evolução de tendências e do próprio gosto numa perspectiva diacrônica, bem como para compreender os desafios das dinâmicas atuais” (Rech; Gomes, 2017, p. 23). Os fatores que influenciam o Espírito do Tempo e definem uma determinada época são classificados em eventos, ideais, grupos, atitudes e tecnologia. Para esta pesquisa o fator tecnologia explica justamente este momento da história, que é determinado pelo “impacto dos avanços da tecnologia em todos os setores da sociedade, incluindo métodos de produção, meios de comunicação, *branding*, estratégias mercadológicas e novos desenvolvimentos tecnológico (Rech; Gomes, 2017, p. 31).

A indústria de um modo geral, tem se tornado cada vez mais automatizada para acelerar seus processos, baixar os custos e atender mais rapidamente às demandas. Porém, no setor de desenvolvimento de produto a automação não é a opção, pois ainda necessita da intervenção humana para criação e validação dos protótipos. Por este motivo, a digitalização destas etapas é a solução e o setor de modelagem da indústria de vestuário conta com *softwares* que ajudam neste processo. A prototipagem virtual 3D é uma tecnologia digital que tem sido aplicada no setor de desenvolvimento de produto de moda como ferramenta de otimização do tempo e redução de desperdício de insumos. Mas, principalmente porque viabiliza a etapa de testes e avaliação dos modelos através da simulação em avatares, antes da confecção do protótipo físico (Pires *et al.*, 2016).

Existem diferentes *softwares* no mercado utilizados para a simulação de prototipagem virtual 3D, com diferentes características, entre elas: possibilidade de simulação virtual em tempo real; permite as alterações de medidas do avatar, de acordo com a tabela de medidas, com base na qual o molde é construído; possibilidade de realizar a marcação da costura virtual, ou seja, união das partes dos moldes gerados; podendo imprimir ou plotar os moldes; simular tecidos; padronagens e caimentos diferentes.

O objetivo desta pesquisa é elencar *softwares* de modelagem virtual 3D para a simulação de protótipos. Destaca-se a importância deste conhecimento para a área acadêmica, das empresas e dos profissionais autônomos do ramo, tendo em vista que as alternativas de tecnologias digitais e virtuais facilitam e agilizam o processo de prototipagem.

Neste sentido, por observação empírica e experiência mercadológica, percebeu-se que o setor de modelagem do vestuário é carente de soluções que facilitem e agilizem a testagem dos protótipos, gerando altos custos com tecidos, prestação de serviços de costura e de tempo envolvidos no processo. Fazendo-se relevante este estudo, para o conhecimento das ferramentas digitais disponíveis no mercado, visando a otimização destes processos. Da mesma forma, agrega valor para as indústrias de vestuário, melhorando a comunicação entre os setores (criação, modelagem e confecção), além de, diminuir os processos, os desperdícios, reduzindo os prazos de entrega e contribuindo com a sustentabilidade. Destaca-se a relevância também, para a academia, no sentido de promover o ensino destas tecnologias aos designers em formação, contribuindo na preparação para o mercado de trabalho.

Para os procedimentos metodológicos usou-se a pesquisa básica, com abordagem qualitativa e descritiva. A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica em livros, artigos científicos, teses, dissertações e *sites*. Para a interpretação e descrição dos dados, aplicou-se a análise qualitativa dos dados.

2. INDÚSTRIA DO VESTUÁRIO

A partir de 1900 até 1925 a indústria do vestuário inicia uma transformação nos seus processos de fabricação passando gradualmente do formato manual para industrial. No século XX, sob a influência da engenharia industrial, a indústria de confecção adota métodos científicos na solução de problemas de produção, cronogramas e controles (Bittencourt *et al.*, 2021). No cenário atual, a digitalização dos processos industriais indica novas mudanças, em que os produtos devem gerar valor pelas características técnicas e digitais, ao mesmo tempo que um bom design estabelece uma forte relação emocional com os consumidores (Spahiu *et al.*, 2021).

As etapas do processo de confecção do vestuário, estabelecida a partir da criação desses métodos científicos adotados, dividem-se em planejamento, desenvolvimento e produção. “Estas etapas podem acontecer de modo diferente em cada empresa, de acordo com a forma com que a empresa foi evoluindo industrialmente e seu segmento” (Bittencourt *et al.*, 2021, p. 13). Montemezzo (2003) explica que a etapa de planejamento é mais estratégica, busca dados das coleções anteriores e faz estudos de tendências, tecnologias, mercado e define o tema da coleção. A etapa de desenvolvimento, aborda a criação, modelagem e prototipagem do produto. Já a produção se refere ao momento em que as peças já estão aprovadas, inicia-se a fabricação em série dos modelos. De acordo com o foco principal da pesquisa contextualiza-se as etapas de desenvolvimento de produtos.

2.1 ETAPAS DOS SETORES DE DESENVOLVIMENTO

A criação, a modelagem e a prototipagem do produto fazem parte de uma mesma etapa e acontecem de forma circular. Uma interfere na outra de acordo com os testes que vão sendo feitos. O fluxo de trabalho da etapa de desenvolvimento, inicia-se na criação do modelo pelo designer, quando ocorre a geração de esboços. [...] “a

definição de configuração do produto, formas, tecidos, padronagens, aviamentos, acessórios e tecnologias e desenvolvimento de ficha técnica” (Silveira, 2015, p. 82).

Na sequência, o modelista é o profissional que interpreta estas criações utilizando dados antropométricos de acordo com tabelas de tamanhos, levando em conta o tipo de tecido que vai ser utilizado na produção (Spahiu *et al.*, 2021). Após a interpretação do modelo, são retirados os moldes (partes que compõem o modelo). O protótipo do modelo é confeccionado, para análise e avaliação do resultado. Este é o momento em que o ciclo se fecha, ‘criação, modelagem e prototipagem’. A partir desta etapa, verifica-se a sequência que dará continuidade a produção do modelo. Caso ocorra algum problema na análise do protótipo, volta para os ajustes de modelo ou de modelagem. Inicia-se assim, a confecção de um novo protótipo, e nova reavaliação, até que se define sua viabilidade técnica, estética e de vestibilidade. “Um dos pontos importantes na produção do vestuário é a usabilidade do produto, já que há uma interação generalizada e direta do produto com o corpo humano” (Silveira; Rosa; Lopes, 2017, p. 10).

Papahristou e Bilalis (2016) explicam que o processo tradicional de prototipagem gera em média cinco amostras até aprovar um modelo, tornando-se um processo muito caro e demorado para a indústria, sendo que muitos modelos serão descartados e não entrarão em produção. De acordo com os autores, a tecnologia está mudando tudo, desde o desenvolvimento de produtos até a fabricação, a logística, os recursos humanos e as vendas. Ainda assim, a maioria das empresas de moda relega a tecnologia a um subconjunto de seus departamentos de *marketing* e vendas, tratando-a como um projeto paralelo, em vez de integrar a tecnologia ao pensamento empresarial principal. A maioria das empresas de moda e vestuário espera para ver como funciona para os outros, antes de mudar sua maneira de trabalhar. “É hora de as empresas de moda mudarem seus caminhos e adotarem transformações digitais vitais, para abraçar a revolução tecnológica, que já está acontecendo em outros setores da organização” (Papahristou; Bilalis, 2016, p. 3).

Além de soluções digitais, a indústria de vestuário depende de bons profissionais na execução das etapas da modelagem. De acordo com Rosa (2009), a modelagem de vestuário é uma etapa fundamental na concretização do projeto do designer, responsável pela construção da estrutura da roupa, obtendo-se por meio da interpretação do modelo, formas, volumes e caimentos. Nesse sentido, “os profissionais de modelagem precisam estar atualizados com a moda, os lançamentos, as tendências, os novos materiais e processos tecnológicos” (Silveira; Rosa; Lopes, 2017, p. 49). Diante do exposto, entende-se ser a modelagem uma etapa importante por tornar a ideia do designer em um produto real. Desta forma ressalta-se alguns critérios fundamentais para a execução da modelagem de vestuário.

2.2 MODELAGEM DE VESTUÁRIO

A modelagem é responsável pela primeira etapa de materialização do produto, para que possa ser testada, analisada e discutida as suas viabilidades. A modelagem do vestuário é a técnica de interpretação de modelo, que parte do princípio da representação do corpo humano, envolvendo os estudos dos fatores ergonômicos e antropométricos. Por esse motivo, os profissionais que trabalham nesse setor precisam de muitos conhecimentos relacionados ao corpo humano (Silveira; Rosa; Lopes, 2017).

Como citado anteriormente, o profissional de modelagem necessita de alguns conhecimentos específicos. Sabrá (2009) define o perfil de um bom modelista como ‘profissional competente e com formação técnica especializada’ e apresenta pontos-chaves de conhecimentos que serão listados de forma resumida:

- a. Interpretar o desenho técnico das peças propostas;
- b. Conhecer os tecidos e aviamentos empregados nos produtos, maquinário apropriado para montagem, dentre outros;

- c. Propor condições de viabilidade técnica para determinada vestibilidade do produto, de acordo com uma proposta ergonômica;
- d. Diagnosticar a melhor forma de montagem da peça piloto;
- e. Desenhar tecnicamente os moldes, por meio de uma melhor metodologia, seja por métodos tradicionais ou por intermédio de ferramenta CAD;
- f. Complementar a base de dados da Ficha Técnica de Produto, em especial quanto a definição de materiais, fornecedores, consumo, quantidades e montagem;
- g. Conhecer os acabamentos, lavagens e customização da indumentária em geral e em profundidade os aplicados a sua especialização;
- h. Medir e interpretar medidas sobre o ponto de vista antropométrico;
- i. Ser um prototipista das peças que modela;
- j. Entender a linguagem de moda;
- k. Apresentar atitude empreendedora;
- l. Ser organizado.

As técnicas aplicadas ao desenvolvimento da modelagem do vestuário são duas: bidimensional, ou seja, plana e tridimensional, também conhecida como *moulage*. A técnica da modelagem plana, se dá a partir de uma tabela de medidas pré-estabelecida, a partir dela são traçados diagramas geométricos com réguas, retas e curvas, obedecendo estas medidas, para a construção de bases que simulam o tamanho do corpo escolhido e posteriormente são interpretados os modelos criados pelos designers (Silveira; Rosa; Lopes, 2017).

A técnica de modelagem tridimensional, também conhecida como *moulage*, é desenvolvida sobre o busto de costura industrial, que representa o corpo humano, usando-se o tecido ou tela, que é aplicado diretamente esta representação do corpo, possibilitando a visualização em três dimensões do modelo e facilitando a correção de forma rápida. Após a aprovação do modelo tridimensional, ele é transferido para o modelo bidimensional, para que seja graduado e facilite a produção em série (Rosa, 2009).

Silveira, Rosa e Lopes (2017) descrevem que as etapas para o desenvolvimento da modelagem iniciam-se com a definição de tabelas de medidas, de acordo com a realidade da empresa e o público-alvo a que se destina. Em seguida, constrói-se o traçado do diagrama base, sobre ele se faz a interpretação do modelo, de acordo com a criação do designer. Retira-se os moldes, (partes que formam o modelo) que resultaram da interpretação do modelo. Aplica-se nos moldes as margens de costura, de bainha, marcações, piques, sinalizações, fio, tamanho e nomenclaturas, seguindo para o corte, montagem, ajustes e correções da prototipagem. Sendo o protótipo aprovado a modelagem segue para a gradação (ampliação ou diminuição) dos tamanhos. O protótipo aprovado para a ser a peça piloto que vai servir como referência para a confecção das demais peças.

Os moldes graduados, são enviados com ficha técnica (desenho técnico e sequência operacional) e peça piloto para setor de produção. Para isso precisam de margens de costura e bainhas, marcações de piques indicando encaixes, dobras ou posição de bolsos, textos informando medidas de franzidos e posição de união das partes para costura e outras informações do modelo que qualquer pessoa do setor de corte identifique a forma de posicioná-lo no encaixe e enfeite. Silveira, Rosa e Lopes (2017) advertem que todos os moldes devem sempre trazer por escrito as seguintes referências básicas:

1. Nome da parte da peça (frente, costa, cóis, bolso etc.);
2. Tamanho da peça (T. 38);
3. Referência da peça (Ref. 202);
4. Quantidade de vezes que a parte aparece na peça (1X ou 1 par);
5. Sentido do fio do urdimento.

Destaca-se que todas estas etapas podem ser feitas pelo processo manual ou pelo sistema computadorizado, como evidencia-se a seguir.

2.3 PROTOTIPAGEM E SIMULAÇÃO 3D

O processo de prototipagem tradicional de uma peça de roupa pode ter várias alterações, precisando ser refeitos para nova avaliação e validação dos modelos, resultando na produção de várias amostras com prazos mais longos. No contexto contemporâneo, a junção entre *software* de simulação 3D e *software* de modelagem 2D permite ajustes no produto virtualmente, de forma precisa, sem a utilização de materiais físicos durante o processo criativo (Arribas; Alfaro, 2018) e (Amorim; Boldt, 2020).

Terzopoulos e Fleischer, em 1987, desenvolveram as primeiras simulações sobre deformação de materiais flexíveis em um ambiente virtual. A experiência foi feita a partir de um tecido retangular preso a um mastro. Perceberam nitidamente a diferença entre outras matérias não deformáveis como plástico e ferro. Já a primeira experiência feita para uma peça do vestuário aconteceu em 1991, com uma referência ao vestido branco da atriz Marilyn Monroe, usado no filme 'O pecado mora ao lado'. Esta animação contava com recursos limitados, por isso, a saia era a única parte da simulação que se movia (Pires *et al.*, 2016).

A modelagem computadorizada é disponibilizada em vários *softwares*, mais especificamente com o CAD/CAM (desenho assistido por computador/manufatura assistida por computador), aplicando os mesmos princípios de construção de diagramas com base nas tabelas de medidas (Rosa, 2009). Sabrá (2009) explica que estes *softwares* são ferramentas que trabalham por meio de coordenadas cartesianas x, y e z com precisão nos traçados, são tidos como vetores que aceleram do trabalho do modelista. Podem ser utilizados moldes base, já salvos anteriormente ou modelos prontos arquivados no sistema. Muitas empresas que usam *softwares* 2D já empregam estas estratégias para agilizar a construção da modelagem. Porém, para fazer a simulação de um protótipo virtual com o uso de *software* 3D, é necessário que além da modelagem, informações sobre os tecidos já tenham sido inseridas no sistema. "Os *softwares* 3D, em sua maioria, possuem

bibliotecas virtuais de amostras de tecidos, estes simulam a estética e os aspectos relacionados aos aspectos físicos dos produtos têxteis” (Amorim; Boldt, 2020, p. 9). Portanto, o princípio do desenvolvimento da roupa virtual parte da construção da modelagem plana, que pode ser realizada manualmente, sendo depois digitalizada por meio de mesa ou quadro digitalizador ou pode ser construída diretamente no sistema 2D (Pires, 2015).

Spahiu *et al.* (2021) relatam as vantagens da prototipagem virtual em suas experiências com a simulação de protótipos a partir de três tipos diferentes de vestuário: dois vestidos e um macacão. Iniciaram o processo com o escaneamento 3D do corpo dos participantes para gerar dados antropométricos digitais, que foram usados para personalizar os avatares, já disponíveis na biblioteca do sistema computadorizado. Os moldes dos três modelos foram construídos no *software* de modelagem de vestuário Lectra Modaris, exportados e importados para o *software* CLO 3D. Os autores explicam que o *software* 3D oferece a possibilidade de simular, avaliar e modificar dentro do mesmo ambiente, reduzindo o tempo de espera para aprovação do modelo. É realizada a apresentação virtual do protótipo de vestuário para a análise e aprovação. As alterações que se fizerem necessárias são feitas no protótipo digital até finalmente o modelo ser aprovado. A interatividade com o protótipo virtual é feita tempo real, sendo ajustada qualquer alteração de forma instantâneas e testados outros detalhes de caimento, e os relacionados a cores ou diferentes padronagens têxteis, que possam melhorar a qualidade do design e estética do modelo de vestuário. Para finalizar os moldes 2D são plotados e cortados em tecidos para que os protótipos físicos sejam costurados. A comparação dos modelos virtuais e reais podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1 – Comparação entre modelo virtual e modelo real



Fonte: adaptado de Spahiu et al. (2021).

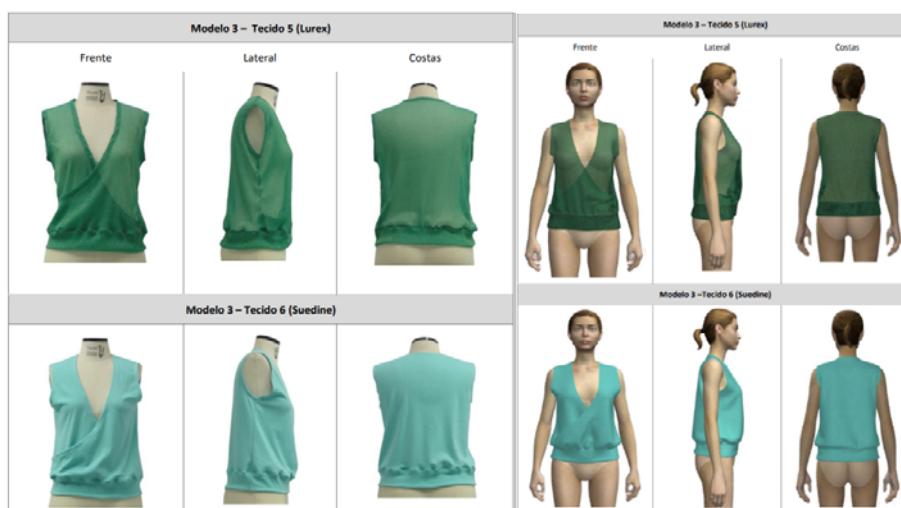
Outro experimento de prototipagem virtual feito por Pires (2015), comparou cinco modelos diferentes: calça drapeada, vestido trapézio, blusa transpassada e saia godê. Estes modelos foram selecionados pela variação das silhuetas e caimentos dos mesmos, obtendo uma diversidade de drapeados e formas. Pires também usou oito tipos diferente de tecidos - *viscolycra*; *cotton*; *brim*; *chamois*; toque de seda; *lurex*; *suedine* - no quesito gramatura, composição, entrelaçamento e drapeabilidade, para que cada modelo fosse feito com dois tecidos diferentes. "O alcance de similaridade na peça confeccionada com o projeto de prototipagem 3D, [...] está ligado diretamente com o conhecimento dos materiais a serem utilizados no projeto" (Pires, 2015, p. 42).

Os *softwares* utilizados para o experimento, segundo Pires (2015), foram: Audaces Digiflash 4 para digitalização dos moldes, Audaces Moldes versão 13 para o desenvolvimento e organização das modelagens, Audaces 3D para simulação dos protótipos virtuais, *Adobe Photoshop CC* para tratamento de cor das imagens, *Corel Draw X7* para validação da análise entre os protótipos virtuais e físicos. A modelagem foi feita de forma manual e em seguida digitalizada, depois configurada no *software* 2D, já pronta, foi plotada para a confecção do prototipo do modelo na forma física. A mesma modelagem foi exportada para o *software* 3D para simulação da prototipagem virtual.

Após a construção dos protótipos físicos e virtuais foi aplicado um questionário com 21 alunos do 4º período do curso de Design de moda, da Faculdade Tecnológica Federal do Paraná. Uma etapa do questionário era identificar entre os protótipos qual era o virtual. A imagem dos protótipos foi manipulada para retirar a presença do corpo e a peça de roupa foi posicionada em um corpo chapado, para todas as amostras. Pires (2015) observou que a maioria dos alunos conseguiu identificar o modelo virtual, porém, houve dificuldade em reconhecer o protótipo virtual nos tecidos com maior gramatura. A outra etapa do questionário era para comparar caimento, forma e volume. A autora constatou, na maioria das respostas obtidas que eles são classificados como idênticos ou muito próximos dos reais. Pode-se observar na Figura 2, um dos modelos usados no experimento de Pires (2015)

em que o protótipo real está à esquerda vestindo um manequim de moulage e o protótipo virtual está à direita. O mesmo modelo de blusa foi testado em dois tecidos diferentes e simulados tanto no protótipo real quanto no virtual. O *lurex*, que está na parte superior e no tecido *suedine*, que está na parte inferior da Figura 2.

Figura 2 - Comparação entre modelo real e modelo virtual



Fonte: Pires (2015).

Destaca-se que a prototipagem virtual tem um papel importante na indústria têxtil e de vestuário, assim como em outras áreas, onde já é usada a mais tempo, como a automobilístico, pois contribui para conservação de recursos e do meio ambiente. Porém, não descarta a prototipagem real para validação do virtual, antes da aprovação final para produção (Papahristou; Bilalis, 2016). Mesmo porque, o protótipo é um teste e somente após a aprovação se torna uma peça piloto, que é a peça guia da produção em série.

Alguns dos experimentos encontrados durante esta pesquisa, foram elaborados a partir do escaneamento corporal de corpos que não estão dentro de padrões

normativos. Indivíduos com alteração genética, características físicas específicas, pessoas com deficiência, fazem parte de um segmento populacional considerável. Carulli *et al.* (2017), descrevem um estudo de caso feito na Itália, de uma estrutura para permitir que os clientes avaliem as roupas projetadas usando manequins virtuais realistas de seus corpos, em vez dos corpos padrões do *software*.

Ainda segundo Pires (2015), a prototipagem 3D a partir de *softwares* específicos para indústria do vestuário, possibilita o desenvolvimento de peças virtuais com características visuais muito próximas dos protótipos reais. Além disso, Spahiu *et al.* (2021) consideram a possibilidade de avaliação do produto nos estágios iniciais da criação, o que contribui para a sustentabilidade na indústria da moda. Nesse contexto é importante conhecer os *softwares* disponíveis no mercado para este fim.

2.4 SOFTWARES DE MODELAGEM E PROTOTIPAGEM 3D

As inovações tecnológicas apresentadas pela Indústria 4.0, tem o objetivo de otimizar os processos industriais e promover a produção inteligente. Estando de acordo, com os princípios da Indústria 4.0 descritos por Bittencourt *et al.* (2021): a capacidade de operação em tempo real e a virtualização características de *softwares* 3D utilizados para a prototipagem virtual.

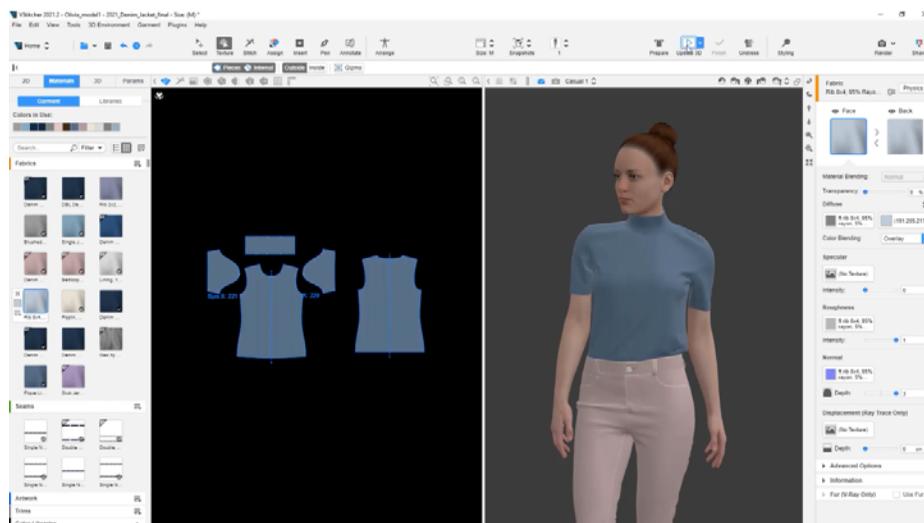
Pires (2015) explica que existem dois tipos de *softwares*, os genéricos e os específicos. Os *softwares* CAD genéricos são usados pelas diversas vertentes projetuais (Engenharias, Arquitetura, Design, entre outros). Porém os *softwares* específicos são direcionados para uma determinada função, como por exemplo, os *softwares* de modelagem do vestuário 2D ou encaixe 2D aplicados na indústria de confecção. Outro exemplo, de *software* específico é a integração dos sistemas CAD 2D, aos *softwares* 3D para simulação de protótipos, permitindo a visualização de como ficará a peça no modelo físico, mas de forma virtual.

A maioria dos *softwares* 3D específicos para a indústria do vestuário operam com interfaces similares, composta por janelas de propriedades, menu de ferramentas, visualização de manequim virtual e do molde bidimensional. As peças de roupas podem ser construídas de forma planejada, obedecendo as medidas da tabela ou pode ser desenhada diretamente sobre o corpo do avatar. O avatar já vem disponibilizado na biblioteca do programa, mas pode sofrer alterações de medidas desejadas pelo usuário promovendo assim, a assertividade da prototipagem, já que é possível adaptar as medidas do avatar com a tabela de medidas da empresa, ou do cliente. A simulação do protótipo acontece por inserção de costuras nos moldes, para a união das partes que formam o modelo, sendo possível visualizar a movimentação das peças no avatar, enquanto são virtualmente costuradas. Neste momento é feita a análise e os ajustes do modelo de forma simultânea nas duas telas.

Para introduzir os dados técnicos do tecido a maioria dos programas utiliza o sistema KES-F (*Kawabata Evaluation System* – Sistema de Avaliação Kawabata), que é um conjunto de instrumentos sofisticados para caracterizar as propriedades mecânicas de baixa tensão do tecido, que incluem propriedades de tração, flexão, compressão e superfície.

Na Figura 3 é possível contemplar a interface do *software V-stitcher* da empresa Browzwear.

Figura 3 - Interface do software V-stitcher



Fonte: Browzwear (2024).

Como resultado da pesquisa o Quadro 1 elenca-se os *softwares* de modelagem que integram as técnicas 2D e 3D para simulação de protótipo, por meio do qual todos geram moldes que podem ser impressos para confecção física de peças de vestuário. Algumas empresas já são mais conhecidas no mercado da moda, como a Browzwear, a Clo, a Lectra e Audaces. Outras estão crescendo com essa onda do mercado digital como a Optitex, a Tuka3d, a Tailornova 3d, a 3d-Vidya, a Style3d Studio e a Sample3.

Quadro 1 – Softwares de modelagem 3D

EMPRESA	SOFTWARE	SITE
	V-STITCHER	https://browzwear.com/products/v-stitcher
	CLO3D	https://www.clo3d.com/en/
	AUDACES 3D	Audaces 3D
	OPTITEX	https://optitex.com/
	TUKA3D	https://tukatech.com/tuka3d/
	TAILORNOVA 3D	https://tailornova.com/
	GERBER ACCUMARK 3D	https://www.lectra.com/en/library/gerber-accumark-3d
	3D-VIDYA	https://www.assyst.de/de/produkte/cad/index.html
	STYLE3D STUDIO	https://www.lintex.com/products/studio
	SAMPLESS	https://www.sampleless.io/

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A implementação do *software* de modelagem 3D permite aos profissionais de desenvolvimento de produto de moda criar e visualizar as peças em um ambiente virtual de forma realista antes de prototipar qualquer peça física, reduzindo o

tempo para esta peça chegar a produção. Em acréscimo a esta pesquisa, alguns *softwares* de modelagem 2D de código aberto foram encontrados como mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 – *Softwares* 2D de código aberto

	SEAMLY	https://seamly.net/
	VALENTINA	https://smart-pattern.com.ua/en/valentina/about/
	WILD GINGER	https://www.wildginger.com/gallery/wtour.htm

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os *softwares* de código aberto são ferramentas valiosas, por serem uma alternativa acessíveis e personalizáveis. Democratizam ao acesso a modelagem digital, estimulam a inovação e permitem que usuários e desenvolvedores contribuam com a melhoria das funcionalidades.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O problema de pesquisa proposto foi a busca por *softwares* específicos que integrem as duas técnicas de modelagem, 2D e 3D e gerem moldes para simulação de protótipos na indústria de confecção do vestuário. Na revisão de literatura foram encontrados os mais conhecidos como V-stitcher da Browzwear, CLO3D da CLO Virtual Fashion, Audaces 3D da Audaces, OPTITEX, Gerber AccuMark 3D agora da Lectra. Na pesquisa em *sites* de outras empresas do ramo foram encontrados

os *softwares* TUKA3D da empresa Tukatech, Tailornova 3D, 3D-Vidya da empresa Assyst e Style3D Studio.

Estas duas últimas; 3D-Vidya da empresa Assyst e Style3D Studio, assim como as empresas Samples e Swatchbook foram citadas por fornecerem ativos digitais para os softwares 3D. As Empresas Seamly, Valentina e Wild Ginger não fazem parte da busca específica desta pesquisa, porém achou-se importante citar empresas que fornecem *softwares* de modelagem 2D de código aberto.

Verificou-se a partir dos autores pesquisados que testes de prototipagem podem ser acelerado com soluções de simulação 3D. Não houve observações negativas quanto a simulação dos protótipos. Apenas alguns questionamentos.

Pires, (2015), por exemplo, em seu experimento, descreveu o uso dos *Softwares* da empresa Audaces para as etapas de modelagem 2D e 3D. A autora esclarece que na técnica virtual não é possível prever possíveis dificuldades nos processos de costura e acabamento, pois, apresentam um volume sutilmente maior que os protótipos reais. Porém, essa diferença não compromete o entendimento da estrutura e caimento das peças.

Spahiu *et al.* (2021) utilizou os *softwares* Modaris 2D da Lectra e Clo3D para seus protótipos. Aponta, em concordância com Arribas e Alfaro (2018), que para a indústria da moda, como em outros setores industriais, a prototipagem virtual traz muitas vantagens em relação à forma tradicional. Estas ferramentas inovadoras são capazes de criar uma apresentação realista da peça virtual garantindo uma melhor visualização do produto nas fases iniciais antes da sua produção física. Assim como Bittencourt *et al.* (2021) concorda que as inovações desenvolvidas para o setor têxtil e vestuário podem aumentar a produtividade, dando mais rapidez no processo até chegar ao cliente, reduzir custos e diminuir desperdícios.

No entanto, questiona-se se o profissional de modelagem ou design de moda está preparado para esta nova tecnologia, pois mal passou-se do papel para o 2D.

Porém acredita-se que a virtualização contribuirá para o processo de conservação de recursos, sendo compatível com a preservação o meio ambiente, por evitar o desperdício de matéria prima, energia elétrica, bem como a redução do tempo de criação e fabricação. Além disso, muitas perspectivas se abrirão para o mundo da moda e a produção têxtil, com o uso das tecnologias 3D. Constatou-se que esses *softwares* permitem ao projetista ver em tempo real as consequências das suas decisões. Sendo assim, o uso de ferramentas 3D abre novas oportunidades para a aplicação da prática, articulando novas maneiras de trabalhar.

Destaca-se os impactos do uso de *softwares* 3D no processo de desenvolvimento do vestuário:

- a. **Criação** - O *software* 3D pode servir de suporte à criação de produtos de moda, auxiliando os designers neste processo com mais assertividade e economia de recursos. Permite aos profissionais de desenvolvimento de produto de moda criar, visualizar e manipular os detalhes do modelo, sem a utilização de materiais físicos durante o processo criativo;
- b. A **modelagem 3D** - permite aos modelistas visualizarem virtualmente e experimentar facilmente uma variedade de tecidos e modelagens em um manequim virtual dinâmico em 3D antes que a roupa real seja fabricada.
- c. *Softwares* específicos de **2D e 3D** integram as duas técnicas de modelagem 2D e modelagem 3D e gerem moldes para simulação de protótipos;
- d. **Prototipagem** - a aplicação da virtualização na etapa de prototipagem, pode ser vista como uma forma de melhoria nos processos produtivos de desenvolvimento de produtos. Esta ferramenta permite que o processo de desenvolvimento dos protótipos seja realizado de forma virtual, integrando as etapas que antes dependiam de um processo físico em um ambiente

virtual, com interações simultâneas entre os setores de criação e modelagem, com a validação sendo feita sem a necessidade de um protótipo físico, pois este ambiente virtual permite que qualquer alteração que seja realizada tanto na criação, quanto na modelagem e prontamente visualizadas na simulação 3D;

- e. **Análise e avaliação** do produto - nos estágios iniciais da criação, com a simulação de cores, tecidos, padronagens. Ocorre também, a inserção de costuras nos moldes, para a união das partes que formam o modelo, sendo possível visualizar a movimentação das peças no avatar, enquanto são virtualmente costuradas;
- f. **Bibliotecas virtuais** - Os *softwares* 3D, em sua maioria, possuem amostras de tecidos, estes simulam a estética e os aspectos relacionados aos aspectos físicos dos produtos têxteis;
- g. **Redução de custos** - Com a economia em matérias primas, tempo, transportes, gastos de maquinários etc. As possibilidades virtuais criativas de experimentação, não há gastos físicos para simular diversas possibilidades no 3D;
- h. Neste ambiente é realizado o processo de renderização que consiste em agregar aspectos visuais à simulação do protótipo como texturas, iluminação e diferentes poses do avatar, tendo como intuito agregar aspectos mais realistas a estas simulações, possibilitando que estas possam ser integradas em setores como o marketing para disponibilização e antecipação de vendas em plataformas digitais.

Portanto, os impactos são positivos para as indústrias de vestuário, atingindo todos os setores produtos, contribuindo para a qualidade do produto e para a competitividade no mercado da moda.

Neste contexto, surgem novos profissionais para os setores de desenvolvimento de produto com a implementação das tecnologias digitais, cuja atuação depende das tecnologias adotadas pelas empresas de vestuário:

1. **Designer de moda** – profissional da criação, que se integra com todo o desenvolvimento de produtos, sendo o articulador e facilitador de fluxo de informações entre os diversos setores envolvidos;
2. **Designer de vestuário 3D** - profissionais com conhecimentos e habilidade para trabalhar na criação, modelagem e prototipagem, realizando ambos os processos em um *software*, promovendo uma integração entre modelagem 2D e simulação virtual de protótipo;
3. **Modelista de vestuário 3D** – o responsável por operar o sistema de simulação de prototipagem 3D, realizando a tarefa de modelar e prototipar o mesmo.
4. **Prototipista 3D** - o responsável pela montagem do protótipo em ambiente virtual será diferente daquele que realiza a criação e a modelagem.

As empresas de vestuário que tem seu processo flexível, devem buscar por profissionais com capacidades que permeiem tanto as etapas de criação, modelagem e prototipagem, assim como a utilização de *softwares* de soluções autônomas, para que o desenvolvimento dos produtos possa ser realizado em um único *software*.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, foram encontrados dez *softwares* 3D específicos para modelagem de vestuário, que geram moldes físicos para serem reproduzidos na indústria de confecção de vestuário. O mercado de tecnologias digitais 3D, já vem sendo apresentado desde os anos 1990 para jogos e cinema. Porém, na indústria do vestuário o uso destes softwares ainda é novidade. O

período da pandemia do Covid19 impulsionou o uso desses *softwares* na indústria da moda por meio dos desfiles virtuais, mas sem a preocupação com a geração de um produto físico ou de moldes. Mas, como visto na pesquisa, vários *softwares* específicos de modelagem que integram as técnicas 2D e 3D para prototipagem do vestuário, e já existem disponíveis no mercado a alguns anos. Esse tipo de tecnologia favorece a diversificação da produção em massa, permitindo ao cliente a visualização da roupa antes de ser produzida, com a possibilidade de personalização, de acordo com gosto do cliente e possibilitando assim, o aumento de satisfação com o produto. Outra experiência inovadora para o cliente é a integração da realidade aumentada e virtual associada a modelagem 3D.

Neste sentido, conclui-se que as habilidades adicionais são necessárias para ser competitivo no mercado. Um questionamento importante foi justamente sobre o perfil dos novos profissionais que trabalham com a tecnologia 3D, por isso a área acadêmica de formação do profissional de moda precisa se estruturar para fornecer este novo conhecimento.

A indústria têxtil e da moda no geral, vestuário, calçados e acessórios está se estruturando aos poucos, pois o valor destas tecnologias ainda é alto, porém a flexibilidade oferecida por essas ferramentas digitais e a economia com materiais e tempo destinado ao processo de desenvolvimento de produto, estão transformando o modo como a moda é projetada, desenvolvida e apresentada ao mercado. Para trabalhos futuros, um acréscimo a esta pesquisa na forma de um estudo de caso em uma organização que utilize a tecnologia de modelagem 3D aplicada ao setor de modelagem e prototipagem, onde poderia ser verificado quantos ajustes foram feitos no protótipo virtual para chegar ao resultado esperado. Pois, nos experimentos citados nesta pesquisa, nenhum comentário sobre os ajustes foi feito pelos autores pesquisados. Outra suposição seria a aplicação desta tecnologia para Ateliers de roupas sob medida, testando a digitalização de corpos de clientes.

REFERÊNCIAS

1. AMORIM, Wadson G.; BOLDT, Rachel S. Moda virtual: aceleração no processo de transformação digital devido à pandemia de covid-19. *Blucher Design Proceedings*, São Paulo, SP, v. 8, n. 5, p. 1088-1101, dez. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5151/cid2020-82>. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/35907>. Acesso em: 8 maio 2024.
2. ARRIBAS, Veronica; ALFARO, José A. *3D technology in fashion: from concept to consumer*. *Journal of Fashion Marketing and Management*, Madrid, v. 22, n. 2, p. 240-251, Jan. 2018. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JFMM-10-2017-0114/full/html>. Acesso em: 8 maio 2024.
3. ASSYST 3D- VIDYA. Disponível em: <https://www.assyst.de/de/produkte/cad/index.html> Acesso em: 8 maio 2024.
4. AUDACES. Disponível em: Audaces 3D. Acesso em: 8 maio 2024.
5. BITTENCOURT, Leide L.; SILVEIRA, Icléia; ROSA, Lucas da; NOVELLI, Daniela. Utilização das ferramentas da indústria 4.0 para a prototipagem no setor de vestuário. *DA Pesquisa*, Florianópolis, SC, v. 16, p. 1-25, 27 jul. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5965/18083129152021e0023>. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/dapesquisa/article/view/19997>. Acesso em: 8 maio 2024.
6. BROWZWEAR. Disponível em: <https://browzwear.com/products/v-stitcher>. Acesso em: 8 maio 2024.
7. CARULLI, Marina; VITALI, Andrea; CARUSO, Giandomenico; BORDEGONI, Monica; RIZZI, Caterina; CUGINI, Umberto. ICT technology for innovating the garment design process in Fashion industry. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RESEARCH INTO DESIGN, 2017. Conference paper [...]*. London: Springer Nature, 2017. v. 1, p. 525-535. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-10-3518-0_46

8. GERBER ACCUMARK 3D. Disponível em: <https://www.lectra.com/en/library/gerber-accumark-3d> Acesso em: 08 maio 2024.
9. MONTEMEZZO, Maria Celeste de F. S. *Diretrizes metodológicas para o projeto de produtos de moda no âmbito acadêmico*. 2003. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, 2003. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/97020>. Acesso em: 8 maio 2024.
10. OPTITEX. Disponível em: <https://optitex.com>. Acesso em: 8 maio 2024
11. PAPAHRISTOU, Evridiki; BILALIS, Nikolaos. Can 3D virtual prototype conquer the apparel industry? *Journal Of Fashion Technology & Textile Engineering*, Edmond, Oklahoma, v. 4, n. 2, p. 1-6, Feb. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4172/2329-9568.1000141>
12. PESQUISA sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: TIC domicílios 2020. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.clo3d.com/en> Acesso em: 8 maio 2024.
13. PIRES, Gisely A.; MENEZES, Marizilda dos Santos; PASCHOARELLI, Luis Carlos; PEREIRA, Livia M.; SCACCHETTI, Fabio A. P. Protótipos físicos e virtuais (CAD 3D): uma pesquisa descritiva sobre o processo de construção de uma saia godê. *Design & Tecnologia*, Porto Alegre, RS, v. 6, n. 11, p. 32-41, 2016.
14. PIRES, Gisely Andressa. *O Cad 3D aplicado na validação de protótipos na indústria do vestuário*. 2015. 117 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/33a65109-54ae-4fd2-bba7-4077e9952d61/content> Acesso em: 08 maio 2024.

15. RECH, Sandra R.; GOMES, Nelson P. *Mente coletiva e análise de tendências: uma exploração relacional*. In: RECH, Sandra R. (org.). *Seminário nacional de pesquisa e extensão em moda: deslocamentos*. Florianópolis, SC: UDESC, 2017. p. 22-35. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/ceart/id_cpmenu/3348/livro_snpem_2017_deslocamentos_15232950247267_3348.pdf. Acesso em: 8 maio 2024.
16. ROSA, Lucas da. *Vestuário industrializado: uso da ergonomia nas fases de gerência de produto, criação, modelagem e prototipagem*. 2011. 176 f. Tese (Doutorado em Design) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2011. Disponível em: http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/18873/18873_1.PDF Acesso em: 8 maio 2024.
17. ROSA, Stefania. *Alfaiataria: modelagem plana masculina*. Brasília: SENAC-DF, 2009.
18. SABRÁ, Flávio. *Modelagem: tecnologia em produção do vestuário*. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2009.
19. SAMPLESS. Disponível em: <https://www.sampless.io/> Acesso em: 8 maio 2024.
20. SEAMLY. Disponível em: Seamly – Fashion Design Software. Acesso em: 8 maio 2024.
21. SILVEIRA, Icléia. *Modelo de gestão do conhecimento: capacitação da modelagem de vestuário*. Florianópolis: UDESC, 2015. (Série Teses de Moda). Disponível em: <https://www.udesc.br/ceart/ppgmoda/publicacoes/livros>. Acesso em: 8 maio 2024.
22. SILVEIRA, Icléia; ROSA, Lucas da; LOPES, Luciana D. *Modelagem básica de vestuário feminino*. Florianópolis: Editora UDESC, 2017. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/ceart/id_cpmenu/2421/3_Modelagem_Plana_B_sica_de_Vestu_rio_Feminino_Adulto_17145060539874_2421.pdf. Acesso em: 8 maio 2024.

23. SPAHIU, Tatjana; MANAVIS, Athanasios; KAZLACHEVA, Zlatina; ALMEIDA, H.; KYRATSIS, Panagiotis. Industry 4.0 for fashion products – case studies using 3D technology. *In: IOP CONFERENCE SERIES: Materials Science and Engineering*, 2021. *Proceedings* [...]. [S. l.]: IOP Publishing, v. 1031, n. 1, p. 012039, 2021. DOI: doi:10.1088/1757-899X/1031/1/012039. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1031/1/012039/pdf> Acesso em: 8 maio 2024.
24. STYLE3D STUDIO. Disponível em: <https://www.linctex.com/products/studio> Acesso em: 08 maio 2024.
25. TAILORNOVA3D. Disponível em: <https://tailornova.com/>. Acesso em: 8 maio 2024.
26. TUKA3D. Disponível em: <https://tukatech.com/tuka3d/> Acesso em: 8 maio 2024.
27. VALENTINA. Disponível em: <https://smart-pattern.com.ua/en/valentina/about/>. Acesso em: 8 maio 2024.
28. WILD GINGER. Disponível em: <https://www.wildginger.com/gallery/wttour.htm>. Acesso em: 8 maio 2024.