

ANÁLISE DE PROTÓTIPOS DE VESTUÁRIO A PARTIR DE CORPOS HUMANOS DIGITALIZADOS: Uma Revisão Sistemática Da Literatura

ANALYSIS OF CLOTHING PROTOTYPES STARTING FROM DIGITIZED HUMAN BODIES: A Systematic Literature Review

SANTOS, Macivaldo Santana dos; Especialista Senac-PE (2021); Mestrando em Design de Vestuário e Moda Universidade Estadual de Santa Catarina - Udesc; (2023).

macivaldosantos26@gmail.com

ROSA, Lucas da; Doutor em Design; Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio; (2012).

darosa.lucas@gmail.com

LOPES, Luciana Dornbusch; Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento; Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC; (2019).

d.lulopeslu@gmail.com

Resumo

Os primeiros *softwares* de simulação para prototipagem de vestuário em 3D surgiram nos anos 1990. A simulação em 3D reduz custos na criação e edição de modelos, beneficiando especialmente marcas *slow fashion*, que atendem corpos fora dos padrões do *fast fashion*. Marcas com processos artesanais enfrentam desafios devido ao porte e falta de pessoal, frequentemente necessitando de profissionais externos, o que dificulta a produção, prova e análise de protótipos. Para apoiar esses empreendedores, o estudo fez uma Revisão sistemática com os seguintes termos: (*cad OR clo3d OR style3d AND "Scanned body" OR "Anthropometric measurements" OR "Corpo escaneado" OR "medidas antropométricas" AND moda OR fashion OR vestimenta OR garment OR ajuste OR fit*) e recuperou 1.767 artigos em três (03) bases de dados via Portal Capes: Scopus, *Web of science* e *Ebsco*, para identificar práticas como: uso de avatares antropométricos simétricos, graduação de tamanhos com medidas digitalizadas, desenvolvimento de modelagens paramétricas, modelagem com digitalizações 3D e prova virtual, e criação de modelagens sob medida em sistemas como Clo3D, apresentando os resultados em um mapa informacional.

Palavras-Chave: Prototipagem Digital; Vestuário; Moda Digital; Revisão Sistemática.

Abstract

The first software for 3D clothing prototyping simulation emerged in the 1990s. 3D simulation reduces costs in the creation and editing of models, especially benefiting slow fashion brands that cater to bodies outside the fast fashion standards. Brands with artisanal processes face challenges due to size and lack of personnel, often needing external professionals, which complicates the production, testing, and analysis of prototypes. To support these entrepreneurs, the study conducted a systematic review with the following terms: (cad OR clo3d OR style3d AND "Scanned body" OR

“Anthropometric measurements” OR “Scanned body” OR “anthropometric measurements” AND fashion OR fashion OR clothing OR garment OR adjustment OR fit) and retrieved 1,767 articles from three (03) databases accessed via Portal Capes: Scopus, Web of Science and Ebsco, to identify practices such as: use of symmetrical anthropometric avatars, size grading with digitized measurements, development of parametric modeling, modeling with 3D scans and virtual fitting, and creation of custom modeling in systems like Clo3D, presenting the results in an informational map.

Keyword: *Digital Prototyping; Clothing; Digital Fashion; Systematic Review.*

1 INTRODUÇÃO

Nos anos 1990, surgiram os primeiros softwares de simulação de tecidos voltados para a prototipagem de vestuário em 3D. Um exemplo é o *“OptiTex”*, lançado em 1992, que conferiu aos designers de moda a capacidade de criar modelos tridimensionais de roupas e simular o seu caimento. Com o passar do tempo, esse tipo de tecnologia informatizada passou a ser integrada aos processos produtivos das indústrias têxtil e de confecção.

Com o avanço no uso de tecnologias informatizadas, a prototipagem, com simulação tanto em 2D quanto em 3D, viabiliza a criação e edição de moldes dos produtos de vestuário, levando em conta a representação realista do caimento do tecido e a aplicação de acessórios, resultando na elaboração de uma modelagem digital compatível. Durante a pandemia de COVID-19, a moda digital ganhou considerável relevância, impulsionada pelo isolamento social, que influenciou um aumento no consumo de vestuário voltado para o conforto em ambientes domésticos.

Nesse sentido, as marcas que possuem sistema de produção *slow fashion*, que buscam atender usuários que não se encaixam em tabelas predefinidas de mercado *fast fashion*, podem se beneficiar do desenvolvimento digital de seus projetos de coleção, proporcionando agilidade, precisão e simulações de protótipos em realidade virtual.

A revolução tecnológica dos últimos anos, que introduziu novas metodologias e processos no desenvolvimento de produtos, tem transformado a indústria do vestuário que passa por significativas mudanças. Nesse contexto, a adoção de tecnologias *CAD (Computer Aided Design – Projeto Assistido por Computador)*, que se refere ao design assistido por computador, tornou-se essencial no cenário industrial. Cada vez mais as empresas estão adotando essa tecnologia em todo o ciclo de design e produção de produtos. Processos que anteriormente eram realizados manualmente por um longo período agora são executados com a assistência de sistemas *CAD* (Naveiro, 2013).

No cenário 3D, o programa da *CLO Virtual Fashion* se destaca no mercado oferecendo soluções para designers, microempreendedores, microempresários e indústrias da moda que buscam alcançar um fluxo de trabalho digital eficiente. Destaca-se por proporcionar inovação e sustentabilidade ao mercado, uma vez que o desenvolvimento de produtos em 3D reduz significativamente a produção de roupas desnecessárias na indústria do vestuário, resultando em economia de tempo, dinheiro e condições ambientais mais sustentáveis.

Justificando a abordagem desse tema, considera-se: vivência profissional dos autores por terem atuado na docência do ensino superior técnico e profissionalizante bem como atuação em laboratórios de criatividade de produtos do vestuário. A partir dessas experiências profissionais se teve contato direto com marcas de moda com produção *slow fashion* e o conhecimento dos problemas relacionados aos seus processos criativos e dificuldades encontradas pelos empreendedores no desenvolvimento de produtos de vestuário. As principais dificuldades tangem

dentre outros aspectos à insuficiência no número de profissionais com capacidade multifuncional recursos financeiros para matéria prima de protótipos e contratação de modelos profissionais que façam a prova do produto fisicamente.

A confecção de protótipos para corpos que não são atendidos por tabelas de medidas não convencionais exige dos profissionais uma análise comparativa em relação a corpos padrão sendo verificados nestes casos o caimento a vestibilidade o conforto e o estilo visual proporcionado pelo design pensado para o produto. Nesse contexto é apresentado o seguinte problema de pesquisa: Como a prototipagem digital contribui na otimização do desenvolvimento de produtos no processo produtivo de vestuário slow fashion?

Dessa forma, este artigo propõe apresentar um levantamento das práticas implementadas por pesquisadores de como usar um avatar construído a partir de um corpo humano que é digitalizado e preparado para o uso na prototipagem, prova e análise de protótipos de vestuário na simulação virtual, a partir de um compilado de dez (9) artigos oriundos de uma revisão sistemática, a fim de auxiliar confecções de diferentes portes a migrarem do atual modelo construtivo de protótipo físico dos modelos de vestuário para o modelo construtivo de protótipo digital.

Tendo como ponto de partida a preparação da equação de busca que resultou na seguinte composição de termos: (*cad* OR *clo3d* OR *style3d* AND “*Scanned body*” OR “*Anthropometric measurements*” OR “*Corpo escaneado*” OR “*medidas antropométricas*” AND *moda* OR *fashion* OR *vestimenta* OR *garment* OR *ajuste* OR *fit*), que recuperou (1.767) artigos em três (03) bases de dados via Portal Capes: Scopus, Web of Science e Ebsco, destes por meio de filtros avançados foram selecionados nove artigos, todas as etapas da seleção estão descritas no quadro 1 da seção 3.

Na análise foram identificados conceitos e princípios da Prototipagem digital passíveis de aplicação na produção de vestuário. O artigo foi estruturado em cinco (5) partes: introdução, fundamentação teórica: conceitos de prototipagem virtual, prototipagem virtual na indústria do vestuário, procedimentos metodológicos, resultados e considerações finais.

2 FUNDAMETAÇÃO TEÓRICA

Nessa seção, será abordada a utilização de protótipos virtuais no design de produtos, iniciada nos anos 70, que se tornou mais acessível com as inovações recentes, beneficiando especialmente os designers. Esses protótipos digitais permitem uma avaliação completa de forma, ajuste e função do produto, reduzindo a necessidade de protótipos físicos dispendiosos e acelerando o processo de desenvolvimento. Com visualizações detalhadas, os protótipos virtuais ajudam a prevenir erros e explorar alternativas viáveis, sendo essenciais para o sucesso das coleções. Na indústria do vestuário, essa tecnologia emergente proporciona economias significativas em tempo, materiais e custos de produção.

2.1 PROTOTIPAGEM VIRTUAL

A utilização de protótipos virtuais no processo de design e desenvolvimento de produtos remonta à década de 70 (Binnard, 1999). Segundo Zorriassatine et al. (2003), a eficácia de um protótipo virtual depende da incorporação de modelos tridimensionais, especialmente em fases de design mais detalhadas. Inovações recentes têm possibilitado que a prototipagem virtual se torne uma ferramenta mais acessível para os designers, democratizando um recurso que anteriormente estava disponível apenas para grandes empresas.

Um protótipo digital representa uma simulação computacional de um produto, oferecendo a capacidade de avaliar forma, ajuste e função. Quando se trata de um protótipo digital completo, trata-se de uma simulação abrangente do produto final, proporcionando a possibilidade prática de

otimização e validação. Isso contribui significativamente para a redução da dependência de construir protótipos físicos dispendiosos (Autodesk, 2014).

No que diz respeito ao tempo de execução e às alterações, os protótipos virtuais destacam-se em comparação com os protótipos físicos, uma vez que representam o produto de forma intangível. A representação digital oferece uma visualização mais clara dos detalhes do projeto, contribuindo para a prevenção de erros, a exploração de soluções alternativas e a avaliação da viabilidade do mesmo (Lima & Morais, 2012).

Nesse sentido, o desenvolvimento de um protótipo se torna um elemento fundamental para o sucesso de coleções que foram idealizadas pelos designers. A tecnologia 3D proporciona agilidade e a visualização de um produto em realidade virtual, sendo assim uma ferramenta de grande valia nessa fase de um projeto (Guerrero, 2009).

Por conseguinte, essa tecnologia emergente proporciona ganhos consideráveis no processo de desenvolvimento de novos produtos na indústria, inclusive para as confecções do vestuário, proporcionando economia de tempo e nos gastos com matéria-prima e custos referentes aos modelos de prova.

2.2 PROTOTIPAGEM VIRTUAL NA INDÚSTRIA DE VESTUÁRIO

Em 1991, dentro do contexto do vestuário, foi feita a primeira simulação de uma roupa, inspirada no icônico vestido branco usado pela atriz Marilyn Monroe no filme “O Pecado Mora ao Lado” (Figura 1). Apresentando uma animação que retratava uma saia movendo-se com a força do vento, o vídeo intitulado “Flashback” contava com recursos tecnológicos disponíveis na época, resultando em movimentos aplicados apenas à porção inferior da vestimenta (Magnenat-Thalmann, 2010).

Figura 1 – Imagem do vídeo denominado "Flashback" Marilyn Monroe 3D



Fonte: Pires (2016).

Os softwares específicos para o desenvolvimento de protótipos na indústria do vestuário são: 1) *Accumark V-Sticher*, da empresa Gerber, que nasceu com a colaboração e parceria da empresa *Browzwear*, especialista em 3D para a indústria da Moda; 2) *3D Runway*, da *Optitex*; 3) *Modaris Fit 3D*, oferecido pela *Lectra*; 4) o *software Vidya*, desenvolvido pela *Assist Bullmer*; 5) *Clo3D*, desenvolvido pela *Clo Virtual Fashion*; 6) *Style3D*, desenvolvida pela *Linctex LTD* (Pires, 2016). Entende-se então que os sistemas *CAD* utilizados na indústria do vestuário, em sua maioria, acabam sendo destinados a substituir, a partir da inovação, os procedimentos manuais (Neves, 2000).

Sendo assim, a utilização de softwares para modelagem 3D simplifica a fase de prototipagem de peças de vestuário, eliminando a necessidade de protótipos intermediários. Podem ser integrados no processo de prototipagem simulações de tecidos, aviamentos, estampas e aplicações das mais diversas, promovendo várias oportunidades criativas e permitindo que os protótipos sejam concebidos, avaliados e modificados ao longo do processo de desenvolvimento, conforme destacado por Aldrich (2014).

Em consonância com a autora, Naveiro (2013) destaca que a elaboração e avaliação de protótipos virtuais oferecem uma redução significativa nos custos e no tempo de desenvolvimento de projetos. Isso ocorre porque a simulação do desempenho dos componentes em condições reais de operação permite antecipar falhas e realizar ajustes necessários antes da produção de qualquer peça. Para tanto, vale considerar que para uma simulação perfeita se deve aplicar as configurações específicas de cada um desses materiais. Tendo em vista que neste caso a construção do tecido, aviamentos e aplicações influenciam diretamente na concepção do protótipo (Gokarneshan, 2009).

Nesse sentido, para obter uma semelhança adequada entre a peça física e a virtual produzida por meio do projeto de prototipagem 3D, é essencial não apenas ter conhecimento na operação do *software*, mas também compreender as propriedades dos materiais que serão empregados nos modelos. Desse modo, entende-se que é necessário que o designer possua conhecimentos do comportamento do material em diversas abordagens de modelagem; isso é, sem dúvida, uma das habilidades mais cruciais exigidas na contemporaneidade (Souza, 2013).

Conforme Pires (2016), os softwares de prototipagem 3D incluem manequins virtuais que replicam a anatomia humana, permitindo a personalização das medidas conforme a necessidade do usuário. Esses manequins virtuais podem ser configurados para representar tanto o gênero masculino quanto o feminino em versões adultas ou infantis e suas dimensões corporais podem ser ajustadas de acordo com o perfil de consumidor que a empresa pretende alcançar.

De acordo com Silveira (2011), é relevante que o designer de moda tenha familiaridade com as características corporais de seus consumidores a fim de evitar possíveis questões relacionadas à usabilidade e conforto. Dessa forma, as medidas corporais consideradas durante a fase inicial de concepção do produto no departamento de modelagem podem ser replicadas no manequim virtual. Nesse sentido é importante salientar que os avatares disponibilizados nos sistemas possuem uma estrutura corpórea limitada para algumas adaptações de medidas; é importante visualizar se o corpo digital corresponde ao corpo físico ao aplicar as medidas no avatar. Em um experimento empírico na tentativa de adaptar um avatar para as medidas de um corpo físico foi possível observar que deformações no corpo ocorreram como é possível verificar na Figura 2; não foi respeitada a volumetria do corpo físico referente à localização do volume na circunferência do busto e do abdômen.

Figura 2 – Adaptação de medidas no avatar



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Diante do exposto, observou-se que os avatares disponíveis nos sistemas de modelagem não contemplam todos os corpos físicos existentes. No entanto, novos estudos visam sanar essa falta com a possibilidade de criação de um avatar a partir de um corpo humano digitalizado, possibilitando assim a prova e ajuste de produtos do vestuário para corpos que não são contemplados nas tabelas de medidas padronizadas para uso na confecção de vestuário industrializado.

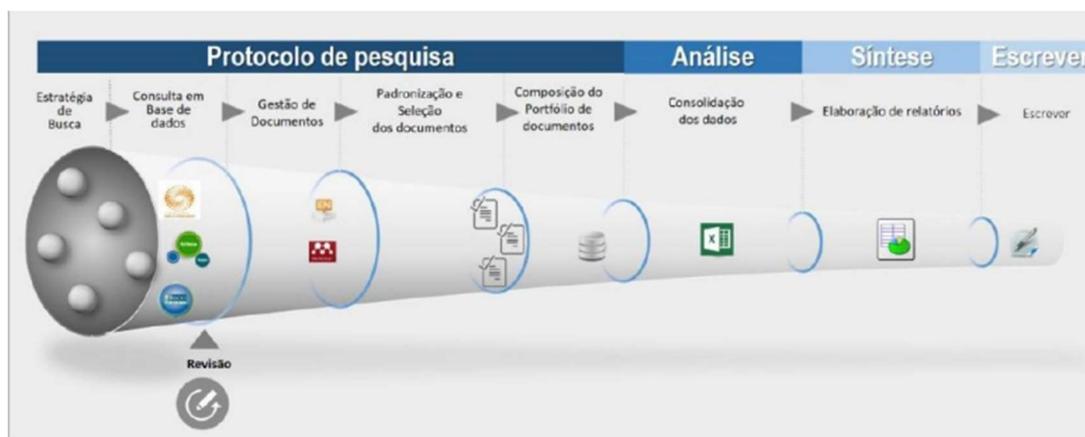
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo contou com uma revisão sistemática da literatura a fim de mapear a produção de conhecimento e especificar o tema e a questão de pesquisa, ou seja, “Prototipagem digital na indústria do vestuário”, para ampliar o conhecimento. A revisão sistemática, por sua vez, representa um método de pesquisa científica diferente das demais revisões por adotar um processo rigoroso e explícito para identificar, selecionar, coletar dados, analisar e descrever as contribuições relevantes à investigação. Essa abordagem implica uma revisão cuidadosamente planejada, envolvendo a compilação de estudos originais e a síntese dos resultados de diversas investigações primárias. Essa síntese é realizada por meio de estratégias que visam limitar vieses e erros aleatórios, conforme destacado por Cook, Mulrow e Haynes (1997) e Cordeiro et al. (2007).

É relevante salientar que a revisão sistemática se inicia com uma busca sistemática; porém, a análise dos artigos apresenta peculiaridades específicas. Nesse contexto, é imperativo envolver dois ou mais pesquisadores, os quais devem realizar a leitura de todos os artigos e deliberar sobre a inclusão ou exclusão de cada um no portfólio bibliográfico. Esse processo segue um protocolo de pesquisa estabelecido, conforme ressaltado por Higgins e Sally (2011). Em resumo, trata-se de uma síntese meticulosa de todas as pesquisas relacionadas a uma questão ou pergunta específica, conforme descrito por Ercole, Melo e Alcoforado (2014).

O método de referência adotado como processo para a RSL nas pré e pós-buscas exploratórias nas bases de dados eleitas foi o “Systematic Search Flow” (SSF) de Ferenhof e Fernandes (2014), cujas etapas podem ser observadas na Figura 3.

Figura 3 – Representação do Método Systematic Search Flow (SSF)



Fonte: Ferenhof e Fernandes (2016).

O método de Ferenhof e Fernandes (2014 e 2016) é composto por quatro (04) Fases: I- Protocolo de Pesquisa , II – Análise, III – Síntese; IV – Escrita, se estabelece por meio de oito Atividades: 1- Estratégia de busca, 2- Consulta em base de Dados, 3- Gestão de Documentos, 4- Padronização e Seleção das Bibliografias, 5- Composição do Portfólio de Documentos, 6- Consolidação dos Dados, 7- Elaboração de Relatórios, 8- Escrita, sendo que as cinco (05) primeiras atividades compreendem à fase I de Protocolo de Pesquisa. No quadro 1 pode-se ver a distribuição das fases com as suas respectivas atividades, bem como a maneira que foi aplicada na presente pesquisa.

Quadro 1 - Método Systematic Search Flow (SSF): fases e atividades

Fase 1	
Atividade 1- Estratégia de busca	A atividade 1 consiste na estratégia de busca, abrangendo um conjunto de procedimentos que definem os mecanismos da pesquisa e a recuperação de informações online. Outro detalhe importante da estratégia, que deve ser considerado pelo pesquisador, se refere ao uso adequado dos operadores lógicos e relacionais. Eles tornam o retorno da busca mais ou menos assertivo. Para a pesquisa proposta neste artigo a equação de busca resultou na seguinte composição de expressões e palavras: <i>(cad OR clo3d OR style3d AND "Scanned body" OR "Anthropometric measurements" OR "Corpo escaneado" OR "medidas antropométricas" AND moda OR fashion OR vestimenta OR garment OR ajuste OR fit)</i> .
Atividade 2 - Consulta em base de Dados	O pesquisador, por meio de uma interface computacional, de acordo com a estratégia formulada, parametriza a busca (query) e a executa nas bases previamente selecionadas. Para esta atividade, é recomendado que o pesquisador, caso não conheça as bases de dados da área a ser pesquisada, entre no portal capes (http://periodicos.capes.gov.br/) para poder compreender e escolher as bases de dados para a sua pesquisa. Para a pesquisa aqui apresentada, a busca se deu em três (03) bases de dados acessadas via Portal Capes: Scopus, <i>Web of science</i> e <i>Ebsco</i> com filtros avançados, resultando num total parcial de mil setecentos e sessenta e sete (1.767), na data de 10 de dezembro de 2023.
Atividade 3 - Gestão de Documentos	Se destina a organizar as bibliografias, separando as respostas de cada uma das buscas, por meio de um software organizador de bibliografias e referências, automatizando e agilizando o processo de procura, filtro, contagem, armazenagem, inserção no texto como citação e como referência bibliográfica. Pode-se utilizar: <i>EndNote</i> ®, <i>Mendeley</i> ®, <i>Zotero</i> ®, <i>BookEnd</i> ®, dentre outros. A escolha do organizador bibliográfico fica ao encargo do pesquisador e/ou de sua instituição de pesquisa. Nesta pesquisa utilizou-se o <i>EndNote</i> ®, o mesmo possibilitou a organização dos artigos, identificar os duplicados e os artigos sem versão completa em pdf para leitura integral.
Atividade 4 - Padronização e Seleção das Bibliografias	Padronizar a seleção dos artigos é o processo de criação de filtros de seleção. Nesta fase ocorre a leitura dos títulos, resumos (abstract) e palavras-chaves de cada artigo, levando à escolha daqueles que estejam alinhados com o tema da busca. Outros filtros, como por exemplo, idioma e área de concentração podem ser aplicados, desde que estejam alinhados a estratégia pré-estabelecida. Nessa fase a pesquisa aqui apresentada selecionou 15 artigos para leitura na íntegra.
Atividade 5 - Composição do Portfólio de Documentos	É realizada a composição do portfólio de artigos. Esta atividade envolve a leitura de todos os artigos na íntegra, permitindo, em sequência, mais uma filtragem para excluir os que

	não demonstraram aderência à temática sob investigação. Busca-se com esta atividade eliminar algum documento que foi indicado na fase anterior por possuir algum termo na palavra-chave, ou no título, ou no resumo que remetesse ao tema pesquisado, que ao final de todo o processo de aplicação dos critérios de inclusão e exclusão para as buscas nas bases de dados, e aplicação dos critérios de qualidade dos artigos na etapa de leitura integral, resultaram num portfólio bibliográfico final para análise composto de nove (9) documentos em formato PDF, apresentado no quadro 2.
Fase 2	
Atividade 6 - Consolidação dos Dados	Nesta fase é realizada a combinação de alguns dados, como por exemplo, os artigos, os <i>journals</i> e os autores mais citados, o ano em que houve mais publicações sobre o tema de pesquisa, definição dos constructos estudados, pontos fracos e fortes acerca do objeto de estudo, dentre outros. Se recomenda, após criado o portfólio de artigos, a utilização de alguma ferramenta computacional (planilha eletrônica) que permita a combinação e agrupamento dos dados levantados, bem como obter os dados bibliométricos. Indica-se o uso de uma matriz de análise e síntese, denominada matriz do conhecimento (FERENHOF e FERNANDES, 2014), o portfólio alcançado nesta pesquisa será apresentado no quadro 3.
Fase 3	
Atividade 7 - Elaboração de Relatórios	Ilustrações sobre o tema são construídas e, então, condensadas em relatórios. A síntese dos dados permite a geração de novos conhecimentos, pautados nos resultados apresentados pelas pesquisas anteriores, a síntese dos artigos que compõem esta revisão pode ser visualizada no quadro 4.
Fase 4	
Atividade 8 - Escrita	Consolidação dos resultados por intermédio da escrita científica. Para tal deve-se resgatar o objetivo da revisão de literatura, bem como o resultado da análise e síntese e, mediante a matriz do conhecimento e dos relatórios fundamentar a escrita dos resultados. O ato da escrita, atividade 8, deve levar em consideração além do objetivo da pesquisa o destinatário, ou seja, onde será publicado o trabalho resultante. O pesquisador deve investigar o jornal ou evento ao qual irá submeter; verificar se está alinhado ao objetivo do estudo; atender as normas de submissão; verificar o estilo de linguagem, voz passiva ou ativa; preparar todos os documentos para a submissão de acordo com as normas; criar a carta de apresentação do artigo ao editor e; remover qualquer menção de autoria dos artigos para garantir a revisão às cegas. A consolidação dos resultados desta pesquisa será apresentada na seção 4 deste artigo.

Fonte: Adaptado de Ferenhof e Fernandes (2016).

Seguindo o método de Ferenhof e Fernandes (2016), que nessa seção caminhou até a atividade 5, resultando na composição do portfólio de documentos que é composto de nove (9) documentos em formato PDF, como já citado no quadro 1. Apresentam-se na sessão seguinte as atividades 6, 7 e 8, bem como as informações bibliométricas dos artigos selecionados na revisão sistemática.

4 RESULTADOS

Esta seção detalha os resultados obtidos a partir da revisão sistemática usando o método de Ferenhof e Fernandes (2016). Os dados coletados são apresentados sob a forma de quadros, com os textos oriundos da pesquisa documental, conferência de citações no Google acadêmico e da matriz e síntese dos artigos selecionados para ilustrar as observações feitas durante o estudo. Os resultados são relatados conforme foram encontrados, sem adicionar interpretações.

Seguem informações bibliométricas sobre os nove (9) documentos selecionados:

a) Ano de publicação: um estudo foi publicado em 2012, dois deles publicados em 2013, três estudos em 2018, mais um em 2019, 2020 e 2022, mostrando que os estudos selecionados são recentes e continuam sendo fenômeno de interesse dos pesquisadores da comunidade acadêmica, desde quando apareceram os primeiros artigos científicos em 2012.

b) Autores e países de realização do estudo ou país de filiação dos autores (região geográfica) quando sem informação anterior:

Os documentos selecionados contam com um total de 39 autores. Todos os autores estão relacionados a somente uma pesquisa. Sendo que estes estudos estão ligados às seguintes instituições e países, Faculdade de Tecnologia Têxtil da Universidade de Zagreb, Universidade em

Riga, Letônia, Japão, China, República da Croácia, América Latina, Europa, Estados Unidos da América, Zurique, Suíça, Egito, Londres e Reino Unido.

c) Título e quantidade de citações: O quadro 2 abaixo apresenta o título e o número de citações de cada um dos documentos selecionados, constatados pelo Google Acadêmico, atualizadas em dezembro de 2023.

Quadro 2 - Portfolio Bibliográfico

Autores	Título	Data da consulta	Nº de citações
S. B. Adikari; N. C. Ganegoda; R. G. N. Meegama; I. L. Wanniarachchi	<i>Applicability Of A Single Depth Sensor In Real-Time 3d Clothes Simulation: Augmented Reality Virtual Dressing Room Using Kinect Sensor</i>	20/12/2023	54
S. Huang; L. Huang	<i>Clo3d-Based 3d Virtual Fitting Technology Of Down Jacket And Simulation Research On Dynamic Effect Of Cloth</i>	20/12/2023	15
M. A. Abteu; P. Bruniaux; F. Boussu; C. Loghin; I. Cristian; Y. Chen	<i>Development Of Comfortable And Well-Fitted Bra Pattern For Customized Female Soft Body Armor Through 3d Design Process Of Adaptive Bust On Virtual Mannequin</i>	20/12/2023	49
S. Wuhrer; C. Shu	<i>Estimating 3d Human Shapes From Measurements</i>	20/12/2023	64
M. Mahnic; S. Petrak	<i>Investigation Of The Fit Of Computer-Based Parametric Garment Prototypes</i>	20/12/2023	18
K. Liu; C. Zhu; X. Tao; P. Bruniaux; X. Zeng	<i>Parametric Design Of Garment Pattern Based On Body Dimensions</i>	20/12/2023	28
P. Hu; D. Li; G. Wu; T. Komura; D. Zhang; Y. Zhong	<i>Personalized 3d Mannequin Reconstruction Based On 3d Scanning</i>	20/12/2023	29
I. Dāboliņa; A. Viļumsone; J. Dāboliņš; E. Strazdiene; E. Lapkovska	<i>Usability Of 3d Anthropometrical Data In Cad/Cam Patterns</i>	20/12/2023	14
S. Jevsnik; T. Pilar; Z. Stjepanovic; A. Rudolf	<i>Virtual Prototyping Of Garments And Their Fit To The Body</i>	20/12/2023	32

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

No Quadro 3 é possível observar os achados das Fases: I-, II – Síntese, onde os estudos estão ordenados em ordem cronológica de forma a observar a evolução dos estudos sobre EC.

Quadro 3 - Consolidação dos dados e identificação dos objetivos dos artigos da revisão

Autor(es)	Título	Ano	Indexação	Objetivo
S. Jevsnik; T. Pilar; Z. Stjepanovic; A. Rudolf	<i>Virtual Prototyping of Garments and Their Fit to The Body</i>	2012	<i>Daaam International Scientific Book</i>	Investigação sobre o ajuste da vestimenta a diferentes modelos de corpos (paramétrico e virtual) devido à comparação com o ajuste da vestimenta real. Além disso, neste estudo foi realizado procedimento de avaliação para a comparação do ajuste da vestimenta aos modelos corporais.
S. Wuhrer; C. Shu	<i>Estimating 3D Human Shapes from Measurements</i>	2013	<i>Machine Vision & Applications</i>	Identificação de formas que estão dentro do espaço das formas humanas, mas que ainda levam em conta variações locais não capturadas pelos dados de digitalização e adaptação de um corpo virtual.
M. Mahnic; S. Petrak	<i>Investigation Of the Fit of Computer-Based Parametric Garment Prototypes</i>	2013	<i>Journal Of Fiber Bioengineering and Informatics</i>	Descrever uma parte do estudo abrangente realizado cobrindo todas as etapas de uma complexa preparação de padrões por computador, medições antropométricas realizadas em uma amostra de sujeitos de teste do sexo masculino de uma faixa etária alvo usando um scanner corporal 3D, simulações 3D baseadas em computador de protótipos de modelos de vestuário, investigação do impacto

				das propriedades mecânicas do tecido e parâmetros de simulação para visualização do modelo.
M. A. Abteu; P. Bruniaux; F. Boussu; C. Loghin; I. Cristian; Y. Chen	<i>Development Of Comfortable and Well-Fitted Bra Pattern for Customized Female Soft Body Armor Through 3D Design Process of Adaptive Bust on Virtual Mannequin</i>	2018	<i>Computers In Industry</i>	Usabilidade de um corpo humano digitalizado para o desenvolvimento de colete a prova de balas para o corpo feminino , com respeito a anatomia e com medidas antropométricas reais.
P. Hu; D. Li; G. Wu; T. Komura; D. Zhang; Y. Zhong	<i>Personalized 3D Mannequin Reconstruction Based On 3D Scanning</i>	2018	<i>International Journal of Clothing Science and Technology</i>	O artigo propõe um novo pipeline baseado em digitalização para reconstruir um manequim personalizado , que preserva as informações do tamanho e da estatura corporal.
I. Dāboliņa; A. Viļumsone; J. Dāboliņš; E. Strazdiene; E. Lapkovska	<i>Usability Of 3D Anthropometrical Data In CAD/CAM Patterns</i>	2018	<i>International Journal of Fashion Design, Technology and Education</i>	Desenvolver um método para resolver a lacuna entre esses dois lados (design de vestuário auxiliado por computador e 3D digitalização do corpo humano) e avaliar o método elaborado.
K. Liu; C. Zhu; X. Tao; P. Bruniaux; X. Zeng	<i>Parametric Design of Garment Pattern Based on Body Dimensions</i>	2019	<i>International Journal of Industrial Ergonomics</i>	Um novo método de desenho, foi proposta uma roupa plana com base na dimensão do corpo.
S. B. Adikari; N. C. Ganegoda; R. G. N. Meegama; I. L. Wanniarachchi	<i>Applicability Of a Single Depth Sensor in Real-Time 3D Clothes Simulation: Augmented Reality Virtual Dressing Room Using Kinect Sensor</i>	2020	<i>Advances In Human-Computer Interaction</i>	Implementação de uma solução prática que possa proporcionar maior satisfação. Isso pode ser alcançado implementando uma experiência de realidade aumentada da forma mais realista, incluindo movimentos físicos no vestido de acordo com os movimentos feitos pelo cliente , usando um único sensor de profundidade.
S. Huang; L. Huang	<i>CLO3D-Based 3D Virtual Fitting Technology of Down Jacket and Simulation Research on Dynamic Effect of Cloth</i>	2022	<i>Wireless Communications & Mobile Computing</i>	Propõe e implementar um ajuste virtual 3D baseado no software Clo3D para produtos do vestuário utilizando medidas de corpos humanos 3D digitalizados.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos artigos da revisão (2023).

O método Farenhof, em sua terceira fase, inclui a sétima atividade de elaboração de relatórios, denominada "Reportando e disseminando". Nesta atividade, os resultados da análise sistêmica são divulgados. Conforme *Ferenhof e Fernandes (2016)*, a etapa é crucial para a comunicação eficaz dos achados, garantindo que todas as partes interessadas compreendam as conclusões e possam tomar decisões informadas com base nos dados apresentados, o relatório desta pesquisa encontra-se no Quadro 4.

Quadro 4 - Relatório para disseminação dos conhecimentos apresentados nos artigos da revisão

Fase 3	Definição	Análise
Atividade 7	Escrita do relatório e recomendações	<ul style="list-style-type: none"> Os estudos de S. Jevsnik <i>et al.</i> (2012), M. Mahnic e S. Petrak (2013), M. A. Abteu <i>et al.</i> (2018), S. Huang e L. Huang (2018) e Kalmykova, Sadagopan e Rosado (2022) abordam a Prototipagem digital como uma solução para atendimento as formas de corpos não atendidas pelos padrões industriais. Os estudos mostraram que a utilização de avatares paramétricos com ajustes a partir do scanner 3D de um corpo humano real, se tornam eficazes para uso na prova e análise de peças com prototipação digital. Representam também um marco significativo no campo de pesquisa de adaptações computacionais de padrões de acordo com características antropométricas individuais e soluções expressivas em relação as adaptações "gradações" de modelagem para o corpo feminino a partir do ambiente 3D assistido por computador.

		<ul style="list-style-type: none"> • Referente ao estudo de P. Hu <i>et al.</i> (2018) perpassa pela varredura corporal para obtenção de dados antropométricos com scanner 3D, é proposto um método baseado em fatias para gerar um manequim com forma simétrica a partir do corpo escaneado, que pode preservar o tamanho e a estatura do corpo escaneado original. O estudo também deixa a informação de que um trabalho futuro envolverá a reconstrução de um manequim personalizado em 3D a partir do corpo vestido digitalizado. Propõem verificar se uma peça de roupa desenhada é confortável para o cliente, mostra que é necessário estudar a adequação da peça de roupa. Pretendem desenvolver um robô de adaptação que pode imitar vários modelos de manequins a fim de testar a adequação de peças de vestuário reais. • A pesquisa de I. Dãboliņa; <i>et al.</i> (2018) aborda obter dados de antropometria 3D totalmente automatizados para uso em um sistema chamado CAD GRAFIS, o sistema separado foi criado e a metodologia avaliada. No estudo foi possível ver nos resultados obtidos, amostras de peças bem ajustadas e forte correlação nas avaliações das amostras, o método funciona bem e é apropriado para uso em soluções automatizadas. Para os autores a pesquisa contribui para suprir a lacuna entre os modelistas de CAD 2d auxiliados a digitalização de corpos usados no 3D. • No estudo de K. Liu <i>et al.</i> (2020), é apresentado algo que pode ser uma revolução na forma de desenvolvimento de modelagem, o desenvolvimento paramétrico se mostra uma forma ágil, mas exige conhecimento de engenharias. Foi desenvolvido um programa de computador para realizar o desenho paramétrico das sapatilhas jeans. Usando este sistema, seis parâmetros de entrada (estatura, cintura, quadril, tipo de silhueta, tipo de comprimento, tipo de altura da cintura) podem gerar sapatilhas de forma rápida. Assim como os avatares paramétricos usados no Clo3d, Style3d possuem a possibilidade de transformação em outros tamanhos, a modelagem paramétrica apresentada no estudo pode ser ajustada para outros tamanhos de maneira rápida sem a necessidade de aplicação da graduação tradicional. • Os estudos da S. B. Adikari; <i>et al.</i> (2020) apresenta uma pesquisa relacionadas as medidas paramétricas, para uso na fase de vendas proporcionando uma experiência realística na prova de uma peça de vestuário. Utilizando um único sensor Kinect RGB-D para obter medições de parâmetros corporais do usuário, incluindo medições 3D, como perímetros de tórax, cintura, quadril, coxa e joelho, para desenvolver um camarim virtual de realidade aumentada. O aplicativo desenvolvido anexa com sucesso a animação física ao vestido, de acordo com os movimentos físicos realizados pelo usuário, proporcionando uma experiência de ajuste realista.
--	--	--

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos artigos da revisão (2023)

A partir da revisão sistemática, aliada à literatura base deste artigo, identificou-se princípios e estratégias com potencial para serem aplicados na indústria de confecção, originando um mapa informacional para apresentar um levantamento das práticas implementadas por pesquisadores, de como usar um avatar construído a partir de um corpo humano digitalizado para prototipagem, prova e análise de protótipos de vestuário na simulação virtual. O mapa informacional elaborado nessa pesquisa visa dá suporte para marcas *slow fashion* de moda autoral, para que seus colaboradores internos ou externos tenham conhecimento das tecnologias disponíveis e passam a usar das práticas usadas pelos pesquisadores que foram listadas a partir desta revisão sistemática.

Podendo ser acessado via *QR code* (*Quick Response Code* - Código de Resposta Rápida) disponibilizado na Figura 4, o mapa informacional apresenta as práticas descritas em detalhes, possibilitando a compreensão de cada nível de execução, facilitando o entendimento de como é realizado o processo.

Figura 4 – QR code com link para acessar o mapa informacional



Elaborado pelos autores (2023).

Os procedimentos metodológicos apresentados pelos autores dos artigos citados na revisão indicam a direção de uma nova metodologia na construção de modelagens em sistemas CAD, as modelagens paramétricas juntos aos corpos digitalizados que originam avatares e ou manequins que com auxílio de sistemas de criação em 3D tronam-se também paramétricos facilitando, assim, o desenvolvimento de produtos de vestuário.

As práticas utilizadas nas pesquisas a fim de atender as infinidades de corpos e suas variações de medidas estão alinhadas a revolução tecnológica dos últimos anos que introduziu novas metodologias e processos no desenvolvimento de produtos e tem transformado a indústria do vestuário que passa por significativas mudanças, visando o atendimento personalizado no desenvolvimento dos produtos para o seu cliente final.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentou-se uma revisão sistemática de estudos sobre a implementação da prototipagem e prova digital a partir de humanos digitalizados. Destarte, elaborou-se um mapa informacional para apresentar um levantamento das práticas implementadas por pesquisadores de como usar um avatar construído a partir de um corpo humano digitalizado para prototipagem, prova e análise de protótipos de vestuário na simulação virtual. Os resultados encontrados, mesmo que preliminares, traçam e apresentam potenciais práticas como:

1. O uso de avatares morfológicos antropométricos com simetria aplicada;
2. Graduação/gradação de tamanhos baseados em medidas de amostras de humanos digitalizados;
3. Desenvolvimento de modelagens paramétricas com auxílio das ciências da engenharia;
4. Desenvolvimento de modelagem a partir de humanos digitalizados com técnicas tridimensionais digitais em ambientes 3D que proporcionem também a prova em provadores virtuais;
5. Desenvolvimento de modelagem sob medida de forma individual em sistemas de modelagens como Clo3D.

Acredita-se que a aplicação de tais práticas possibilitará guiar as confecções para a transição entre a prototipagem física e digital, de forma a agilizar o lançamento de novos produtos, bem como atender demandas de seu público-alvo de maneira efetiva, criando produtos prêt-à-porter com um desenvolvimento de produtos alinhados a peças sob medida que atende necessidades específicas

de determinado usuário e até mesmo de um público-alvo com características semelhantes.

Em suma, este artigo foi delimitado para compreender a aplicação dos estudos de prototipagem digital para produtos do vestuário que foram apresentados nas pesquisas da revisão sistemática, tendo os objetivos dos autores como base, não aplicando em prática ou outras situações para validar a eficácia dos métodos utilizados nas resoluções dos problemas encontrados pelos pesquisadores. Portanto, pesquisas futuras podem investigar a aplicação destas práticas em outras situações no desenvolvimento do vestuário para que, assim, se tenha a validação ou não das práticas apresentadas no mapa informacional apresentado como resultado deste artigo.

Referências

- ABTEW, Mulat Alubel *et al.* *Development of comfortable and well-fitted bra pattern for customized female soft body armor through 3D design process of adaptive bust on virtual mannequin.* **Computers in Industry**, v. 100, p. 7-20, 2018.
- BIDERMAN, C.; COZAC, L. F. L.; REGO, J. M. **Conversas com economistas brasileiros**. 2.ed. São Paulo: Ed. 34, 1997.
- ADIKARI, Sasadara B. *et al.* *Applicability of a single depth sensor in real-time 3D clothes simulation: augmented reality virtual dressing room using kinect sensor.* **Advances in Human-Computer Interaction**, v. 2020, p. 1-10, 2020.
- ALDRICH, Winifred. **Modelagem plana para moda feminina**. Bookman Editora, 2014.
- APEAGYEI, Phoebe R. *et al.* *Application of 3D body scanning technology to human measurement for clothing fit.* **International Journal of Digital Content Technology and its Applications**, v. 4, n. 7, p. 58-68, 2010.
- ASHDOWN, Susan P. *et al.* *Using 3D scans for fit analysis.* **Journal of Textile and Apparel, Technology and Management**, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2004.
- AUTODESK. **3ds Max 2015: mCloth Modifier**. Disponível em: <https://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com/2009/11/inventor-autodesk.html> Acesso em: 22 dez. 2023.
- BINNARD, Michael. **Design by composition for rapid prototyping**. Springer Science & Business Media, 2012.
- COOK, Deborah J.; MULROW, Cynthia D.; HAYNES, R. Brian. *Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions.* **Annals of internal medicine**, v. 126, n. 5, p. 376-380, 1997.
- DĀBOLIÑA, Inga *et al.* *Usability of 3D anthropometrical data in CAD/CAM patterns.* **International Journal of Fashion Design, Technology and Education**, v. 11, n. 1, p. 41-52, 2018.
- ERCOLE, Flávia Falci; DE MELO, Laís Samara; ALCOFORADO, Carla Lúcia Goulart Constant. *Revisão integrativa versus revisão sistemática.* **REME-Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, 2014.
- FERENHOF, Helio Aisenberg; FERNANDES, Roberto Fabiano. **Systematic review and bibliometrics: A step-by-step guide**. 2016.
- GOKARNESHAN, N.; ALAGIRUSAMY, R. *Weaving of 3D fabrics: A critical appreciation of the developments.* **Textile Progress**, v. 41, n. 1, p. 1-58, 2009.
- GUERRERO, José Antonio. **Nuevas Tecnologías aplicadas a la moda**. Barcelona: Parramón, 2009.
- HIGGINS, J. P. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. Version 5.1. 0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration.* www.cochrane-handbook.org, 2011.
- HUANG, Shuxian *et al.* *CLO3D-Based 3D Virtual Fitting Technology of Down Jacket and Simulation Research on Dynamic Effect of Cloth.* **Wireless Communications and Mobile Computing**, v. 2022, 2022.
- ISTOOK, Cynthia L. *Female figure identification technique (ffit) for apparel part I: Describing female shapes.* **J. Text. Appar. Technol. Manag**, v. 4, p. 1-16, 2004.
- JEVSNIK, S. *et al.* *Virtual prototyping of garments and their fit to the body.* **DAAAM International scientific book**, p. 601-19, 2012.
- LIMA, Fernando Tadeu de Araújo; MORAIS Vinicius RochaRodrigues. **As contribuições**

da prototipagem virtual aplicadas ao ato de projetar arquitetura: uma análise sobre a produção de Fosterand partners. 2012. Disponível em: https://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2012_116.content.pdf. Acesso em: 15 jun. 2024.

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

MAGNENAT-THALMANN, Nadia (Ed.). *Modeling and simulating bodies and garments. Springer Science & Business Media*, 2010.

MAHNIC, Maja; PETRAK, Slavenka. *Investigation of the fit of computer-based parametric garment prototypes. Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, v. 6, n. 1, p. 51-61, 2013.

NAVEIRO, Ricardo Manfredi. A Representação do Produto. In: ROMEIRO, Eduardo *et al.* **Projeto do produto**. Elsevier Brasil, 2013.

NEVES, Manuela. Desenho têxtil malhas: TecMinho, vol. 2. **Guimarães: Graficamelas**, 2000.

OTIENO, Rose; HARROW, Chris; LEA-GREENWOOD, Gaynor. *The unhappy shopper, a retail experience: exploring fashion, fit and affordability. International Journal of Retail & Distribution Management*, v. 33, n. 4, p. 298-309, 2005.

PANTANO, Eleonora; NACCARATO, Giuseppe. *Entertainment in retailing: The influences of advanced technologies. Journal of Retailing and Consumer Services*, v. 17, n. 3, p. 200-204, 2010.

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.

S HU, PengPeng *et al.* *Personalized 3D mannequin reconstruction based on 3D scanning. International Journal of Clothing Science and Technology*, v. 30, n. 2, p. 159-174, 2018.

SILVEIRA, Icléia. Um modelo para capacitação dos instrutores do sistema CAD para vestuário e dos modelistas, com foco na gestão do conhecimento. **Rio de Janeiro: Tese (Doutorado)–Pontifícia Universidade Católica**, 2011.

SOUZA, Patrícia de Mello. Estratégias de construção para estruturas têxteis vestíveis. **Bauru: Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista**, 2013.

WUHRER, Stefanie; SHU, Chang. *Estimating 3D human shapes from measurements. Machine vision and applications*, v. 24, p. 1133-1147, 2013.

ZORRIASSATINE, Farbod *et al.* *A survey of virtual prototyping techniques for mechanical product development. Proceedings of the institution of mechanical engineers, Part B: Journal of engineering manufacture*, v. 217, n. 4, p. 513-530, 2003.