



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

NATANI APARECIDA DO BEM

**IMPRESSÃO 3D COMO SUPERFÍCIE VESTÍVEL:  
UMA CONTRIBUIÇÃO DO DESIGN NO ESTUDO ACERCA  
DO DESCONFORTO RELACIONADO AOS ASPECTOS  
TÁTEIS E VISUAIS**

BAURU  
2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

NATANI APARECIDA DO BEM

**IMPRESSÃO 3D COMO SUPERFÍCIE VESTÍVEL:  
UMA CONTRIBUIÇÃO DO DESIGN NO ESTUDO ACERCA  
DO DESCONFORTO RELACIONADO AOS ASPECTOS  
TÁTEIS E VISUAIS**

**Orientadora: Profa. Dra. MARIZILDA DOS SANTOS MENEZES**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design da UNESP - Câmpus de Bauru, como requisito para obtenção do título de Doutora em Design – Área de Concentração: Planejamento de Produto.

BAURU  
2025

B455i Bem, Natani Aparecida do  
Impressão 3D como superfície vestível : uma contribuição do design no estudo acerca do desconforto relacionado aos aspectos táteis e visuais / Natani Aparecida do Bem. -- Bauru, 2025  
211 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru  
Orientador: Marizilda dos Santos Menezes

1. Design. 2. Impressão 3D. 3. Ergonomia. 4. Superfícies. 5. Conforto humano. I. Título.

## BANCA EXAMINADORA

**Profa. Dra. Marizilda Dos Santos Menezes**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho” – FAAC/Unesp  
Orientadora

**Prof. Dr. Luís Carlos Paschoarella**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho” – FAAC/Unesp

**Prof. Dr. Jose Carlos Placido da Silva**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho” – FAAC/Unesp

**Prof. Dr. Ronaldo Salvador Vasques**

Universidade Estadual de Maringá – UEM/CRC

**Prof. Dr. Fernando Jose a Silva**

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE NATANI APARECIDA DO BEM, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 26 dias do mês de junho do ano de 2025, às 9h, no(a) Sala virtual do Google Meet: <https://meet.google.com/rqm-ugda-bvs>, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de NATANI APARECIDA DO BEM, intitulada **IMPRESSÃO 3D COMO SUPERFÍCIE VESTÍVEL: UMA CONTRIBUIÇÃO DO DESIGN NO ESTUDO ACERCA DO DESCONFORTO RELACIONADO AOS ASPECTOS TÁTEIS E VISUAIS**, sob orientação da Profa. Dra. Marizilda dos Santos Menezes. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Professora Doutora MARIZILDA DOS SANTOS MENEZES (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-graduação em Design / Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design FAAC/Bauru, Professor Titular LUIS CARLOS PASQUARELLA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design - Unesp/Câmpus de Bauru, Professor Titular JOSE CARLOS PLACIDO DA SILVA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Professor Doutor RONALDO SALVADOR VASQUES (Participação Virtual) do(a) Departamento de Design e Moda / Universidade Estadual de Maringá, Professor Doutor FERNANDO JOSE DA SILVA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo / Universidade Federal de Minas Gerais. Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Professora Doutora MARIZILDA DOS SANTOS MENEZES



Documento assinado digitalmente  
MARIZILDA DOS SANTOS MENEZES  
Data: 27/06/2025 15:50:35-0309  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que, como eu, acreditam no poder da educação, da criação e da tecnologia como caminhos para transformar o mundo. E a todos os sonhadores que enxergam na moda e no design mais do que produtos — enxergam possibilidades de mudança.

## AGRADECIMENTOS

Concluir esta etapa representa não apenas a realização de um sonho, mas também a materialização de uma trajetória construída com coragem, persistência e fé.

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, luz e discernimento nos momentos mais desafiadores.

Agradeço a mim mesma, pelo compromisso, pela resiliência e pela coragem de seguir em frente mesmo diante das dificuldades. Cada superação foi, também, um gesto de amor-próprio e de crença em meus propósitos.

Agradeço à Universidade Estadual de Maringá - UEM e ao curso de Moda pela compreensão e disponibilidade que me permitiram conciliar o exercício da docência com a realização deste sonho acadêmico/profissional.

À minha orientadora, Profa. Dra. Marizilda dos Santos Menezes, por sua orientação, paciência e confiança, que foram fundamentais para o amadurecimento desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Paschoarelli, a quem dedico um agradecimento especial pela inspiração, generosidade intelectual e pelas palavras que me impulsionaram em momentos decisivos.

Ao Prof. Dr. Ronaldo Salvador Vasques, a quem agradeço com carinho especial, cuja presença nesta banca é motivo de grande alegria e honra! Sua presença aqui representa, para mim, muito mais que uma participação institucional – é uma conexão afetiva que atravessa toda a minha trajetória acadêmica. Agradeço por ter o privilégio de compartilhar o espaço acadêmico com você, seu acolhimento e paixão pelo que faz serem fonte de inspiração para mim.

À banca examinadora, composta pelo Prof. Dr. Fernando José da Silva; Prof. Dr. Ronaldo Salvador Vasques; Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva; e Prof. Dr. Luiz Carlos Paschoarelli pela leitura atenta, pelas contribuições valiosas e pela oportunidade de crescimento.

Aos colegas do grupo LEMODE, pela partilha de conhecimento e discussões que enriqueceram este trabalho e pela constante acolhida nas orientações.

À minha família e amigos, pela paciência e compreensão diante das ausências, e pelo apoio durante todo o processo.

Ao meu marido João Antônio, pela paciência, companheirismo e apoio emocional, que me sustentou nos dias de incerteza e comemorou comigo cada conquista, você foi fundamental nessa grande jornada!

Aos colegas que a vida acadêmica me apresentou e às alunas que gentilmente contribuíram para a etapa de coleta de dados, meu muito obrigada pela confiança e pelo envolvimento.

Ao Romeu, meu companheiro de quatro patas, por sua presença silenciosa, seu apoio emocional e sua capacidade de trazer paz nos momentos mais desafiadores.

A cada pessoa, gesto e palavra de incentivo que atravessaram meu caminho: meu mais sincero agradecimento.

*"O vestuário é considerado aqui como uma linguagem,  
como um sistema de signos, como uma estrutura significante."  
— Roland Barthes, O Sistema da Moda (1979).*

# IMPRESSÃO 3D COMO SUPERFÍCIE VESTÍVEL: UMA CONTRIBUIÇÃO DO DESIGN NO ESTUDO ACERCA DO DESCONFORTO RELACIONADO AOS ASPECTOS TÁTEIS E VISUAIS

## RESUMO

Com os avanços da manufatura aditiva, a impressão 3D passou a oferecer novas possibilidades na indústria têxtil e de moda, ampliando as alternativas de criação de superfícies vestíveis. Entretanto, um desafio persistente refere-se ao desenvolvimento de produtos que atendam às exigências de conforto comparáveis às dos tecidos convencionais, considerando os aspectos ergonômicos, sensoriais e psicológico-estéticos. Partindo dessa problemática, esta pesquisa teve como questão central investigar como a impressão 3D pode contribuir para a criação de superfícies vestíveis que proporcionem conforto ao usuário de maneira equivalente ou superior aos têxteis convencionais. Para isso, foi realizada uma revisão teórica abrangendo design de superfície, modelação paramétrica, impressão 3D aplicada ao vestuário, têxteis e conforto. Na etapa experimental, foram aprimoradas geometrias paramétricas aplicadas a superfícies impressas em material flexível, com o objetivo de maximizar a maleabilidade, adaptabilidade ao corpo e suavidade ao toque. Na sequência, conduziu-se uma pesquisa de campo utilizando métodos quantitativos e qualitativos para analisar a percepção dos usuários em relação às sensações táteis e visuais geradas pelas superfícies impressas. Os resultados indicam que, embora as superfícies vestíveis impressas em 3D ainda apresentem limitações em termos de flexibilidade absoluta e respirabilidade, determinadas configurações geométricas e materiais, especialmente com uso de filamento TPU em baixas espessuras, torna possível atingir níveis de conforto sensorial e ergonômico satisfatórios para uso vestível. Em comparação direta com tecidos convencionais, as superfícies impressas foram percebidas como mais rígidas, porém aceitáveis em aplicações específicas, como peças estruturadas. A pesquisa evidenciou ainda que o design paramétrico, ao permitir a manipulação precisa da geometria e das propriedades de superfície, é um fator determinante para a melhoria da experiência de uso. Esses achados ampliam o entendimento sobre os desafios e potencialidades da impressão 3D na moda, contribuindo para o desenvolvimento de novas abordagens projetuais em superfícies vestíveis.

**Palavras-chave:** impressão 3D; design; percepção de conforto; superfícies vestíveis; vestuário 3D.

# 3D PRINTING AS A WEARABLE SURFACE: A DESIGN CONTRIBUTION TO THE STUDY OF DISCOMFORT RELATED TO TACTILE AND VISUAL ASPECTS

## ABSTRACT

With advances in additive manufacturing, 3D printing has begun to offer new possibilities in the textile and fashion industry, expanding the alternatives for creating wearable surfaces. However, a persistent challenge concerns the development of products that meet comfort requirements comparable to those of conventional fabrics, considering ergonomic, sensory and psychological-aesthetic aspects. Based on this issue, this research had as its central question to investigate how 3D printing can contribute to the creation of wearable surfaces that provide the user with comfort equivalent to or superior to conventional textiles. To this end, a theoretical review was carried out covering surface design, parametric modeling, 3D printing applied to clothing, textiles and comfort. In the experimental stage, parametric geometries applied to surfaces printed on flexible materials were improved, with the aim of maximizing malleability, adaptability to the body and softness to the touch. Subsequently, field research was conducted using quantitative and qualitative methods to analyze users' perception of the tactile and visual sensations generated by the printed surfaces. The results indicate that, although 3D printed wearable surfaces still have limitations in terms of absolute flexibility and breathability, certain geometric and material configurations, especially with the use of TPU filament in low thicknesses, make it possible to achieve satisfactory levels of sensory and ergonomic comfort for wearable use. In direct comparison with conventional fabrics, the printed surfaces were perceived as more rigid, but acceptable in specific applications, such as structured pieces. The research also showed that parametric design, by allowing precise manipulation of geometry and surface properties, is a determining factor in improving the user experience. These findings broaden the understanding of the challenges and potential of 3D printing in fashion, contributing to the development of new design approaches in wearable surfaces.

**Keywords:** 3D printing; design; comfort perception; wearable surfaces; 3D clothing.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	18
<b>1. PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>20</b>
1.1. QUESTÃO DE PESQUISA .....	20
1.2. HIPÓTESE.....	20
1.3. OBJETIVOS DA PESQUISA .....	21
<b>2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>22</b>
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	22
2.2 EXPERIMENTAÇÕES .....	23
2.3 PESQUISA DE CAMPO .....	24
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>27</b>
3.1 DESIGN DE SUPERFÍCIE.....	27
3.2 A PERCEPÇÃO DA SUPERFÍCIE.....	32
3.3 SUPERFÍCIES VESTÍVEIS .....	36
3.4 MODELAÇÃO PARAMÉTRICA.....	40
3.4.1 Geometria.....	43
3.5 IMPRESSÃO 3D .....	45
3.5.1 Técnicas de Impressão 3D .....	49
3.5.2 Materiais Usados em Técnicas de Impressão 3D .....	50
3.6 IMPRESSÃO 3D NA MODA.....	53
3.6.1 Técnicas de Impressão 3D Utilizadas na Fabricação de Produtos de Vestuário. 56	
3.6.2 Modelagem de Deposição Fundida ( <i>Fused Deposition Modelling</i> - FDM) ....	58
3.6.3 Modelagem de Deposição Fundida em Aplicações Têxteis e de Moda .....	59
3.6.4 Fotopolimerização em cuba ( <i>Stereolithography</i> - SLA) .....	62
3.6.5 Fotopolimerização em Cuba em Aplicações Têxteis e de Moda .....	64
3.6.6 Sinterização Seletiva a Laser ( <i>Selective Laser Sintering Process</i> - SLS) .....	65
3.6.7 Sinterização Seletiva a Laser em Aplicações Têxteis e de Moda .....	66
3.7 TÊXTEIS 3D: ESTRUTURAS E CARACTERÍSTICAS .....	67
3.7.1 Geometria na Impressão 3D .....	69
<b>4 TÊXTEIS: ESTRUTURA E CARACTERÍSTICAS.....</b>	<b>77</b>
4.1 FIBRAS E FIOS .....	78
4.2 PRODUÇÃO TÊXTIL.....	82
4.2.1 Tecido Plano e Malha .....	84
4.3 PROPRIEDADES DOS TÊXTEIS .....	88
<b>5 CONFORTO.....</b>	<b>92</b>
5.1 CONFORTO SENSORIAL .....	94
5.2 CONFORTO TERMO FISIOLÓGICO .....	97
5.3 CONFORTO ERGONÔMICO .....	101
5.4 APARÊNCIA ESTÉTICA (CONFORTO PSICOLÓGICO - ESTÉTICO).....	106
5.5 PROPRIEDADES DE CONFORTO TÊXTIL.....	111
5.6 SENSAÇÕES PROVOCADAS PELO MATERIAL TÊXTIL.....	116
<b>6 EXPERIMENTAÇÕES .....</b>	<b>120</b>
6.1 DESENVOLVIMENTO DO OBJETO DE ESTUDO .....	124
<b>7 PROTOCOLO DA COLETA DE DADOS.....</b>	<b>131</b>
7.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO E CUIDADOS ÉTICOS .....	131
7.2 AMOSTRAGEM .....	132

7.3 OBJETO DE ESTUDO .....	132
7.3.1 Vestuário 3D .....	132
7.3.2 Vestuário Controle .....	135
7.4 INSTRUMENTO DE PESQUISA .....	138
7.5 PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....	141
<b>8 RESULTADOS .....</b>	<b>146</b>
8.1 RESULTADOS DO PROTOCOLO DS.....	146
8.2 RESULTADOS DO PROTOCOLO DE ENTREVISTA.....	150
<b>9 DISCUSSÃO .....</b>	<b>160</b>
CONCLUSÃO .....	177
REFERÊNCIAS.....	181
APÊNDICE A.....	197
APÊNDICE B.....	201
APÊNDICE C.....	203
ANEXO A .....	204

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Materiais e instrumentos utilizados na pesquisa.....	25
Figura 2: Procedimentos metodológicos. ....	26
Figura 3: Desenvolvimento de padrão contínuo. ....	31
Figura 4: Conexão entre texturas visuais, táteis e relevos com as percepções sensoriais. ....	37
Figura 5: Interpretação das funções da superfície segundo Schwartz (2008). ....	38
Figura 6: Processo de construção do desenho para permitir a impressão do objeto. ....	42
Figura 7: Sistemas básicos para repetição de módulos. ....	44
Figura 8: Principais componentes de uma impressora 3D (Desenho esquemático da impressora 3D Orca Bot XXL). ....	46
Figura 9: Fluxograma típico de design e fabricação para métodos 3D. ....	47
Figura 10: Histórico do desenvolvimento da técnica de impressão 3D ao longo dos anos. ....	48
Figura 11: Aplicações industriais da impressão 3D.....	49
Figura 12: Categorias principais de técnicas 3DP de acordo com a Norma ASTM F2792 .....	50
Figura 13: Linha do tempo da impressão 3D na moda: Vestuário 3D, designers, materiais, técnicas 3DP e características especiais. ....	54
Figura 14: Processo de impressão 3D de roupas. ....	55
Figura 15: Impressora do método FDM .....	58
Figura 16: (A) Estrutura de malha de trama impressa em 3D e (B) estrutura de renda. ....	59
Figura 17: <i>Bristle Dress</i> impresso em impressoras FDM usando PLA MakerBot e o Filamento Flexível MakerBot à base de poliéster. ....	60
Figura 18: <i>Verlan Dress</i> impresso em impressoras FDM usando PLA MakerBot e o Filamento Flexível MakerBot à base de poliéster. ....	61
Figura 19: Tênis <i>Zoom Vaporfly Elite Nike</i> , com cabedal fabricado em <i>Flyprint</i> .....	61
Figura 20: Esquema de impressão do método SLA.....	63
Figura 21: Vestido da Coleção <i>Hybrid Holism</i> , Iris Van Herpen. ....	64
Figura 22: Esquema de impressão pela técnica SLS.....	65
Figura 23: Vestido impresso em TPU para <i>Voltage collection</i> , Iris Van Herpen .....	66
Figura 24: Estruturas têxteis impressas em 3D. ....	70
Figura 25: A) Malha impressa em 3D; B) Malha medieval em metal.....	71
Figura 26: A) Material mesoestruturado impresso (estrutura zeta), por Andreas Bastian; B) Jaqueta bomber desenvolvida pela designer Danit Peleg. ....	72
Figura 27: A) Esquema de repetição do módulo da jaqueta bomber; B) Módulo de molas Silva (2020). ....	73
Figura 28: (A) Construção da malha convencional; (B) Construção da geometria estrutural zeta 3D.....	73
Figura 29: Diferentes geometrias para impressão 3D.....	74
Figura 30: (A) Estrutura de malha de trama contraída; (B) Elasticidade por trás da peça tricotada em trama. ....	75
Figura 31: Principais fibras têxteis e suas classificações. ....	78
Figura 32: Propriedades das fibras. ....	79
Figura 33: Tipos de fios. ....	81

Figura 34: Representação geral das estruturas têxteis mais comuns produzidas usando processos têxteis. ....	83
Figura 35: (A) Tecido construído em trama simples - vista plana e seções transversais de urdidura e trama; (B) Vista microscópica da construção do tecido .....	84
Figura 36: (A) Malha construída em urdidura <sup>1</sup> e em trama <sup>2</sup> ; (B) Vista microscópica da construção do tecido. ....	86
Figura 37: (A) Processo de obtenção do não tecido. ....	87
Figura 38: Atributos desejáveis para os têxteis, considerando a capacidade de adaptação ao corpo. ....	90
Figura 39: Propriedades da superfície do tecido para quantificação do conforto sensorial.....	95
Figura 40: Avaliação Termo fisiológica do Vestuário em 5 níveis.....	99
Figura 41: Níveis de Avaliação do Vestuário – ISO 1192:2014 .....	100
Figura 42: Movimentos realizados pelo corpo. ....	102
Figura 43: Características dominantes dos biotipos básicos segundo Willian Sheldon. ....	103
Figura 44: Qualidades desejáveis para um produto segundo lida (2005). ....	105
Figura 45: Método de avaliação de características de agradabilidade de produtos. ....	110
Figura 46: Percepção do conforto segundo Li (1999).....	117
Figura 47: Geometria floral 1 formato STL.....	120
Figura 48: Impressão geometria floral 1 em TPU com espessura de 0,6mm e 0,4mm. ....	121
Figura 49: Geometria floral 2 em formato STL. ....	122
Figura 50: Impressão geometria floral 2 em TPU com espessura de 0,6mm e 0,4mm. ....	122
Figura 51: Geometria aplicada na confecção do vestuário em formato STL. ....	123
Figura 52: Impressão geometria floral 2 em TPU com espessura de 0,4mm e 0,6mm. ....	124
Figura 53: Desenho planificado da jaqueta frente e costas. ....	125
Figura 54: Peça piloto da jaqueta, vistas: frente, costas, lateral e movimento.....	126
Figura 55: Modelagem da jaqueta em software CorelDRAW® com inserção da geometria .....	127
Figura 56: Vista da parte frente da peça em STL no software de fatiamento. ....	127
Figura 57: Amostras impressas em diferentes espessuras (0.06mm; 0.03mm e 0.01mm). ....	128
Figura 58: Maleabilidade das amostras impressas em 3D (0.03mm e 0.01mm). ....	128
Figura 59: Teste de união das partes em máquina de costura .....	129
Figura 60: Teste de soldagem (em destaque) com o ferro de solda. ....	130
Figura 61: Impressora trabalhando na impressão da peça. ....	133
Figura 62: Ferro de solda utilizado na união das partes da peça.....	134
Figura 63: Montagem da jaqueta por meio de ferro de solda a 200°. ....	134
Figura 64: Objeto de estudo (Vestuário 3D) finalizada (FRENTE E COSTAS).....	135
Figura 65: Desenho da construção da renda utilizada na peça controle. ....	136
Figura 66: Montagem da jaqueta por meio de costura em máquina reta industrial.....	137
Figura 67: Objeto de estudo (Vestuário Controle) finalizada (FRENTE E COSTAS) ...	138
Figura 68: Protocolo da coleta de dados.....	143

Figura 69: Resultados (mediana - Md, média - Me e desvio-padrão - d.p.) para os níveis de percepção sensorial da pele dos usuários, quanto aos pares de adjetivos “Áspera-Lisa”, “Rígida-Flexível”, “Quente-Fria”, “Úmida-Seca” e “Inflexível-Maleável”. .....	146
Figura 70: Resultados (mediana - Md, média - Me e desvio-padrão - d.p.) para os níveis de percepção da realização da atividade, quanto aos pares de adjetivos “Rígido-Flexível”, “Inflexível-Maleável”, “Estirado-Dobrável”, “Enrijecido-Macio” e “Restritivo-Expansivo” .....	147
Figura 71: Resultados (mediana - Md, média - Me e desvio-padrão - d.p.) para os níveis de percepção térmica dos usuários, quanto aos pares de adjetivos “Calor-Frio”, “Suor-Ausência”, “Retenção-Transferência”, “Retenção-Troca” e “Retenção-Evaporação” .....	148
Figura 72: Resultados (mediana - Md, média - Me e desvio-padrão - d.p.) para os níveis de percepção de conforto dos usuários, quanto aos pares de adjetivos “Desconfortável-Confortável”, “Incômodo-Cômodo”, “Inutilizável - Utilizável”, “Desagradável-Agradável” e “Inadequado-Adequado”. .....	149
Figura 73: Categorização dos resultados qualitativos em subcategorias conforme Bardin (2016).....	150
Figura 74: Síntese dos dados qualitativos da pesquisa .....	159
Figura 75: Síntese das categorias dos resultados da pesquisa. ....	161

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Abordagens que influenciam na configuração da característica e aparência da superfície do objeto. ....	29
Quadro 2: Características de transformação das superfícies dos materiais. ....	35
Quadro 3: Materiais usados na impressora 3D FDM. ....	51
Quadro 4: Definição dos principais tipos de fibras utilizadas na indústria. ....	79
Quadro 5: Propriedades dos têxteis. ....	89
Quadro 6: Métodos para a caracterização sensorial e instrumental das propriedades de toque de tecidos. ....	96
Quadro 7: Aspectos fundamentais do conforto/desconforto. ....	114
Quadro 8: Método Não Verbal (pares de adjetivos) <i>versus</i> ....	141

## INTRODUÇÃO

A impressão tridimensional (3D) tem ampliado suas aplicações na indústria têxtil e na moda, provocando mudanças significativas nos processos de fabricação de produtos, especialmente na criação de peças customizadas no segmento do vestuário. Pesquisas envolvendo a fabricação de superfícies têxteis impressas em 3D vêm ganhando destaque, principalmente em relação às propriedades dos materiais e das geometrias empregadas, que variam de acordo com a tecnologia utilizada no processo de impressão. No entanto, persiste um dos maiores desafios, fabricar superfícies vestíveis que atendam às exigências de flexibilidade, caimento e conforto de um vestuário convencional — condição fundamental para a sua aplicação em larga escala na indústria da moda.

Considerando a íntima relação entre roupa e usuário, torna-se imprescindível o estudo aprofundado das propriedades do material, uma vez que o tecido, é o principal elemento de interação sensorial entre o corpo e o vestuário, que ocorre pelo contato direto com a pele. Portanto, a manufatura aditiva, ao ser aplicada ao desenvolvimento de superfícies vestíveis, revela lacunas tanto em sua configuração estrutural quanto nos atributos de conforto - entre eles o conforto ergonômico, sensorial e psicológico-estético - necessários no vestuário.

Assim, o objetivo principal desta tese foi analisar a viabilidade da manufatura aditiva na criação de superfícies vestíveis que sejam confortáveis, aliando experimentação de geometrias e a análise da percepção dos usuários. Para alcançá-lo, a tese organiza-se em nove capítulos: o primeiro apresenta a proposição do problema de pesquisa, a questão de pesquisa, a hipótese e os objetivos; o segundo descreve os procedimentos metodológicos empregados; os capítulos três, quatro e cinco constituem a fundamentação teórica, abordando o design de superfície, superfícies vestíveis, modelação paramétrica,

impressão 3D, têxteis e propriedades de conforto. O sexto capítulo traz as experimentações desenvolvidas; o sétimo apresenta o protocolo da coleta de dados; o oitavo expõe os resultados obtidos; e, por fim, o nono capítulo discute os achados e apresenta a conclusão do estudo.

## 1. PROPOSIÇÃO

Apesar dos avanços na indústria têxtil e de moda, questões persistem quanto à manufatura aditiva na fabricação de superfícies vestíveis. Podendo citar a aceitação do usuário, que está diretamente ligada à estética visual dos produtos e ao conforto, considerando que um produto precisa oferecer funcionalidade, liberdade de movimentos e boa aparência.

Ainda que apresente um potencial investigativo, a impressão 3D em vestuário tem poucas pesquisas, especialmente sobre conforto e uso diário. As informações são mais concentradas na perspectiva mercadológica e nos designers que usam o método em suas coleções. Sendo assim, esta pesquisa visa contribuir para a área, a fim de deixar sua colaboração para estudos que envolvam a impressão 3D, conforto e vestuário, a partir da visão acadêmica, da construção da superfície e das análises com os usuários.

Posto isto, ao associar tecnologia e design de superfície sob a ótica do conforto, espera-se viabilizar novas perspectivas acerca do uso da manufatura aditiva na fabricação de produtos de vestuário. Com isso, é estipulada a seguinte questão de pesquisa e hipóteses:

### 1.1. QUESTÃO DE PESQUISA

*Como a impressão 3D pode contribuir para a criação de superfícies vestíveis que sejam confortáveis do ponto de vista ergonômico, sensorial e psicológico-estético em comparação aos tecidos convencionais?*

### 1.2. HIPÓTESE

Partindo do pressuposto de que a impressão 3D pode ser inserida na fabricação de superfícies têxteis vestíveis de forma parcial ou total, elaborou-se duas hipóteses:

- *O uso da impressão 3D na criação de superfícies vestíveis oferece um nível de conforto comparável ao dos tecidos convencionais, considerando aspectos ergonômicos, sensoriais e estéticos.*
- *Os materiais e a geometria utilizados nas superfícies vestíveis impressas em 3D influenciam diretamente na percepção de conforto do usuário, podendo gerar maior ou menor sensação conforto ergonômico, sensorial e psicológico-estético do usuário.*

### 1.3. OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral desta pesquisa é investigar a viabilidade do uso da impressão 3D na criação de superfícies vestíveis sob a ótica do conforto (ergonômico, sensorial e psicológico-estético) e experimentar os materiais e geometrias que podem ser utilizados.

Para isso, se estabelecem os seguintes objetivos específicos:

- Estudar o design de superfície e as superfícies vestíveis impressas em 3D;
- Estudar a geometria da superfície vestível impressa em 3D e o conceito de modelação paramétrica;
- Estudar as formas de produção e materiais que compõem as superfícies impressas em 3D;
- Compreender o conceito acerca das propriedades da superfície do tecido e as sensações provocadas pelo material;
- Experimentar materiais e geometrias no desenvolvimento e/ou aprimoramento de superfícies impressas em 3D;
- Verificar o desconforto de uma superfície vestível impressa em 3D junto ao usuário, analisando os aspectos tátil e visual.
- Fazer estudo comparativo entre superfícies têxteis vestíveis (tecidos convencionais e impressos em 3D).

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa se concentra em métodos qualitativos de natureza empírica e experimental. O estudo, conduzido por meio de uma revisão bibliográfica, possibilitou a execução de experimentos para chegar às conclusões alinhadas com os objetivos propostos. Portanto, o processo de pesquisa foi estruturado em três etapas:

- Revisão bibliográfica;
- Experimentações;
- Pesquisa de campo.

### 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica enquanto uma pesquisa exploratória proporcionou um melhor entendimento da questão de pesquisa, e dos objetivos propostos. Embora os estudos científicos sobre o tema ainda sejam escassos, o aprofundamento foi realizado por meio de áreas correlatas, em bases de dados online e fontes bibliográficas, o que possibilitou a compreensão dos conceitos. Esta etapa teve como objetivo a ampliação do conhecimento e a compreensão do assunto trabalhado, em especial os temas: superfícies vestíveis, impressão 3D e sua geometria, as propriedades têxteis e o conforto.

Ao examinar as superfícies vestíveis, procurou-se sua definição e suas noções centradas na tridimensionalidade e na fabricação digital, com o objetivo de delimitar o objeto de estudo da tese e permitir a aplicação direta da ideia. Quanto à geometria, buscou-se conhecer o conceito da modelação paramétrica e as geometrias presentes na impressão de produtos do vestuário, com o intuito de observar as formas existentes e a partir de então, aplicar melhorias ou desenvolver novas formas geométricas. Este estudo também analisou as características dos têxteis, incluindo sua construção e definição. A fim de

observar e identificar as similaridades com a fabricação aditiva, passando pelos fios, fibras, estruturas e as propriedades que configuram os tecidos.

Esta pesquisa não exigiu uma abordagem histórica dos temas, uma vez que o objetivo foi de analisar o aprimoramento e o uso da manufatura aditiva na produção têxtil, com foco no conforto do usuário. Este, enquanto último tópico da revisão bibliográfica permitiu que fossem estudadas as sensações que o material têxtil provoca quando entra em contato com a pele. Abordando principalmente a comodidade ergonômica acerca dos aspectos antropométricos aplicados na construção do produto e a aparência estética que resulta no bem-estar psicológico-estético do usuário. A fim de analisar os possíveis materiais e métodos que podem ser aplicados no desenvolvimento de uma superfície vestível impressa em 3D a fim de atingir tais aspectos.

## 2.2 EXPERIMENTAÇÕES

Nesta etapa foram realizados testes de carácter experimental, de modo empírico a fim de explorar as geometrias e materiais disponíveis para a impressão de superfícies vestíveis. Para os testes de impressão, foram utilizadas geometrias disponíveis para download em plataformas online voltadas à impressão 3D.

As impressões foram testadas conforme a realidade de um espaço Maker presente nas Universidades, podendo este me permitir maior proximidade durante a realização das impressões. Porém, a impressão das peças que compõe o objeto de estudo desta tese foi realizada em um espaço Maker (empresa) no município de Maringá/PR, por questões de técnicas de impressão e configuração de maquinário. A escolha por ambos os locais, se deu pelo uso de impressoras FDM, devido ser um processo mais comum e acessível dentro dos laboratórios, sendo possível também trabalhar com a impressão de produtos em casa.

As experimentações foram realizadas com o intuito de atingir uma melhor textura e maleabilidade da peça impressa, considerando que estes são fatores primordiais para a coleta de dados, no que tange principalmente a percepção de conforto.

A vista disso, foi possível testar a viabilidade das geometrias e então realizar um pré-teste com um usuário, para então realizar a etapa seguinte da pesquisa, com 32 participantes permitindo avaliar as sensações que a superfície vestível impressa em 3D, pode provocar no usuário de acordo com os parâmetros disponíveis na bibliografia.

### 2.3 PESQUISA DE CAMPO

Foi realizado um estudo de campo descritivo, para analisar o conforto ergonômico da superfície vestível impressa em 3D. Assim, a coleta de dados foi realizada por meio de dois questionários, sendo o primeiro com questões em formato de escala de Diferencial Semântico (DS) e, o segundo contendo questões abertas com o intuito de captar informações adicionais que não estejam presentes nas questões de cunho quantitativo. A fim de compreender melhor como tais produtos são percebidos, e quais as sensações que são provocadas pelo material quando entra em contato com a pele.

A elaboração das perguntas foi guiada inicialmente pelas variáveis identificadas no referencial teórico e estão dispostas no capítulo 7 desta tese, que trata sobre os Protocolos utilizados na coleta de dados.

Para realização da pesquisa, foi feita a submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos, aprovado pelo CAAE 82341024.6.0000.0104 (parecer ANEXO A), a fim do trabalho estar em conformidade com a Resolução 466/2012/CNS/MS, que regulamenta a

participação de seres humanos em pesquisa científica, quanto às aplicações de questionários.

A seguir, na Figura 1 estão descritos os detalhes das etapas e instrumentos que foram utilizados na pesquisa.

**Figura 1: Materiais e instrumentos utilizados na pesquisa.**



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A Figura 2, a seguir, apresenta um esquema geral da pesquisa bem como dos procedimentos metodológicos empregados e os principais temas abordados em cada um deles.

Figura 2: Procedimentos metodológicos.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são introduzidos os conceitos fundamentais para entender a superfície vestível, incluindo o design de superfície, modelação paramétrica e geometrias. O objetivo foi facilitar o entendimento do processo para as etapas futuras desta tese. Posteriormente, discute-se a impressão 3D, abrangendo técnicas, materiais e suas aplicações nas indústrias têxtil e de moda. Em seguida, são apresentadas as estruturas e características dos tecidos convencionais, destacando as propriedades dos têxteis de vestuário, com ênfase no conforto. Por fim, no último capítulo, são explorados os conceitos das sensações que o material têxtil provoca ao entrar em contato com a pele.

#### 3.1 DESIGN DE SUPERFÍCIE

O termo Design de Superfície é a tradução do inglês *Surface Design* e é utilizado para descrever a atividade de atribuir características específicas às superfícies de objetos (Rinaldi, 2009). Esta expressão começou a ser amplamente usada no Brasil a partir da década de 1980, considerada a descrição mais adequada ao campo de atuação de design. Anteriormente, os termos utilizados se referiam apenas a projetos para tecidos, como Design Têxtil e Desenho Industrial de Estamparia (Rüthschilling, 2002).

A palavra "superfície" deriva do latim, unindo o prefixo 'super', que significa 'sobre' ou 'acima', e 'fícies', que se traduz como 'face' ou 'aspecto'. Portanto, superfície pode ser interpretada como a 'face superior' ou 'externa' de um objeto. É a área visível de um corpo, expressa em duas dimensões: comprimento e largura (Michaelis, 2023). Manzini (1993, p. 193) descreve a superfície como o "localização do conjunto dos pontos em que acaba o material de que o objeto é feito e começa o ambiente exterior". Ele destaca a relevância das superfícies nas qualidades e funções dos objetos, ressaltando que elas

apresentam "qualidades sensoriais (propriedades óticas, térmicas, táteis), e valores simbólicos e culturais", tornando o objeto significativo para o usuário.

Além disso, Rüttschilling (2008) define o design de superfície como:

[...] uma atividade técnica e criativa cujo objetivo é a criação de texturas visuais e/ou tácteis, projetadas especificamente para a constituição e/ou tratamento de superfícies, apresentando soluções estéticas, simbólicas e funcionais adequadas às diferentes necessidades, materiais e processos de fabricação (Rüttschilling, 2008, p.23).

O conceito introduzido pela autora incorpora a palavra simbólica, proporcionando uma ampliação da definição já apresentada. Isso enfatiza a influência exercida sobre o consumidor durante a aquisição de um produto. Ademais, o Design de Superfície pode ser compreendido de acordo com a visão de Rosa (2017, p.20) “como um revestimento, membrana, pele, interface, elemento delimitador de formas, [...]”. “[...] podendo ser um dos elementos em que o designer intervém para buscar uma relação mais harmoniosa entre o sujeito e o produto que interage com ele” (Schwartz, 2008, p. 02).

Portanto, a superfície apresenta uma natureza dinâmica e interativa, estabelecendo uma conexão multissensorial para o indivíduo, além de atribuir:

[...] características perceptivas expressivas à Superfície dos objetos, concretas ou virtuais, pela configuração de sua aparência, principalmente por meio de texturas visuais, táteis e relevos, com o objetivo de reforçar ou minimizar as interações sensorio-cognitivas entre o objeto e o sujeito. Tais características devem estar relacionadas às estéticas, simbólicas e práticas (funcionais e estruturais) dos artefatos das quais fazem parte, podendo ser resultantes tanto da configuração de objetos pré-existentes em sua camada

superficial quanto do desenvolvimento de novos objetos a partir da estruturação de sua superfície (Schwartz, 2008, p. 146).

Assim, é possível afirmar que o design de superfície vai além de simplesmente criar padrões ou texturas, trata-se de uma atividade projetual voltada para conferir um sentido comunicativo à superfície. Isso envolve estabelecer abordagens de análise de projeto para a superfície, além de definir conceitos, critérios e características que destaquem a superfície como um elemento a ser projetado. Ademais, Schwartz (2008) e Freitas (2018) destacam as abordagens Representacional, Constitucional e Relacional (Quadro 2), que exercem influência na definição das características que moldam a aparência da superfície do objeto.

**Quadro 1: Abordagens que influenciam na configuração da característica e aparência da superfície do objeto.**

ABORDAGEM	FREITAS (2018)	SCHWARTZ (2008)
<b>Representacional</b>	trata do aspecto da Superfície pela variante do desenho, de acordo com a especialidade individual do projetista. Contudo, outros fatores como padronagem e geometria podem ser considerados.	envolve a Geometria e a Representação Gráfica.
<b>Constitucional</b>	leva em consideração a composição material da superfície e das técnicas e processos utilizados para sua conformação.	relativa aos materiais e aos procedimentos técnicos empregados no processo de confecção de um produto.
<b>Relacional</b>	cuida das analogias de qualquer natureza entre o sujeito, o objeto e o meio.	relações de qualquer natureza entre sujeito, objeto e o meio.

Fonte: Adaptado de Schwartz (2008) e Freitas (2018).

Além disso, Freitas (2009) descreve as superfícies como “[...] um modo de comunicação que envolve a percepção dos sentidos, não só por meio do sentido do raciocínio lógico e conceitual, mas pôr tudo a que representa a

comunicação e as sensações” (Freitas, 2009, p. 12). Com base nisso, compreende-se que o design de superfície é uma atividade projetual destinada a desenvolver características estéticas, funcionais e estruturais. O intuito é intensificar ou minimizar a interação entre o objeto e o sujeito, facilitando o entendimento sensorial e cognitivo dos conceitos e significados expressos por meio de formas, cores e texturas aplicadas ou construídas (Rosa, 2017).

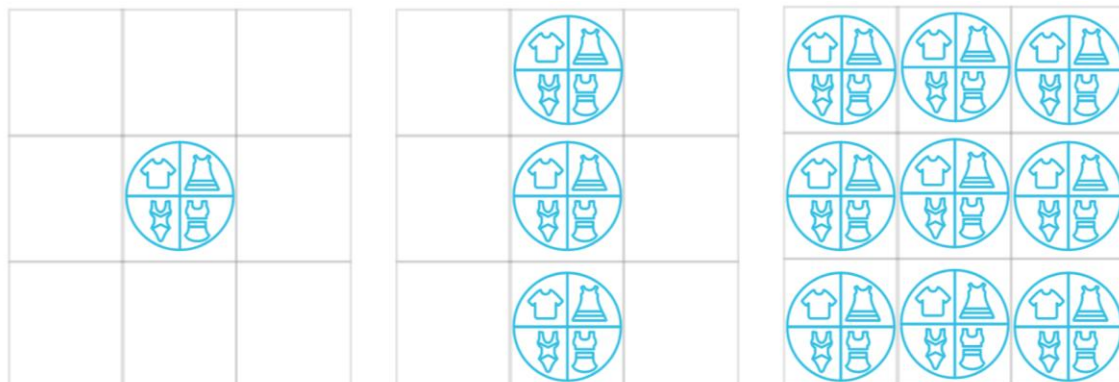
Neste estudo, o foco é direcionado à abordagem relacional do tema da investigação: a superfície, em que se avalia a percepção do usuário em relação à superfície, uma vez que o estudo se centra na percepção visual e tátil de uma superfície têxtil impressa em 3D. O objetivo foi coletar informações sobre as sensações desencadeadas por este contato. Além disso, essa abordagem engloba as relações de todas as naturezas entre sujeito, objeto e ambiente.

A Abordagem Relacional da Superfície está associada ao conceito de interface. Em outras palavras, a superfície tem um papel dinâmico de interação e troca de matéria, energia e informação entre duas entidades em contato, no contexto do design. Esta interação envolve dois elementos que compartilham o espaço de relacionamento: o usuário e o objeto. A superfície atua como um mecanismo para compreender e potencialmente conectar ambos os elementos. Importante ressaltar que a superfície não precisa ser necessariamente física, ela também pode ser virtual. Além disso, ao “desempenhar o papel de interface entre dois meios, a Superfície pode inclusive ser foco de outras áreas de estudo do Design, como, por exemplo, a Ergonomia e as Interfaces Digitais” Schwartz (2008, p. 30).

Para uma compreensão adequada das composições em um projeto de design de superfície, é preciso discernir que tudo começa com o módulo, e quando se une a outros módulos, cria-se um padrão. A proximidade desses módulos gera um campo contínuo, que pode ser aplicado em vários suportes, conforme Rinaldi (2013). Segundo Rüttschilling (2008), em um projeto de

superfícies, são produzidos padrões de desenvolvimento contínuo. Isso sugere que a repetição desses padrões resultará no revestimento de uma superfície. Ou seja, o módulo é disposto lado a lado para criar um padrão gráfico, que, portanto, gera uma superfície com padrão contínuo (Figura 3).

**Figura 3: Desenvolvimento de padrão contínuo.**



Fonte: Adaptado de Schwartz (2008, p. 61).

Rinaldi (2013) defende que a utilização repetitiva de módulos em sistemas estabelecidos, em conjunto com a compreensão de contiguidade e continuidade, pode proporcionar fluidez visual. Essa fluidez é o resultado da aplicação do alfabetismo visual através das técnicas expressivas da linguagem visual. Além disso, o entendimento de que o designer de padrões precisa dominar os efeitos da repetição na composição, bem como os elementos conhecidos da linguagem visual como ponto, linha, forma, textura, cor, direção, e outros, é crucial para o desenvolvimento do projeto, conforme destaca Rùthschilling (2008).

Assim, semelhante à linguagem visual, a mensagem pode ser primeiramente captada na superfície e, posteriormente, pode-se tentar desmontá-la. Com isso, o pensamento em superfícies permite uma representação sensorial dos fatos, em que a compreensão pode ser intensificada por meio da estimulação dos sentidos (Freitas, 2018).

Nesse contexto, a identidade comunicacional tátil do Design de Superfície, que envolve a discussão sobre a imaterialidade incorporada no projeto através de códigos sensoriais, conduz à análise da relação entre o objeto e o sujeito, especialmente no âmbito da moda.

Portanto, ao explorar as percepções cognitivas em conjunto com as características funcionais do objeto, é possível aprimorar o produto baseado nas interações entre o usuário e o objeto. Essas interações podem ser examinadas por meio da avaliação de elementos compositivos como: sentidos, percepção, materiais, acabamentos e superfície, todos considerados no objeto, podendo resultar na criação de um design universal (Dischinger, 2006).

Conforme apontado por Freitas (2018), o design tem valorizado a sensibilidade sensorial como um meio de intensificar a interação entre o produto ou objeto e seus usuários. Neste cenário, a interface pode assumir múltiplos significados e importância, variando conforme o ambiente no qual está inserida. Sob essa ótica, a autora vê a superfície têxtil como uma forma de expressão que dialoga tanto com o ambiente quanto com o público. A interação ocorre diretamente com o usuário, sendo o primeiro a ter contato com o produto.

### **3.2 A PERCEPÇÃO DA SUPERFÍCIE**

O objetivo do desenvolvimento de produtos na sociedade pós-moderna é criar construções que aprimorem as relações entre o sujeito e o objeto. Portanto, essas relações, que eram anteriormente contextualizadas, passaram a ter maior importância na concepção dos objetos, conforme Niemeyer (2004).

A configuração da superfície ganhou extrema relevância por ser diretamente perceptível e observável aos sentidos, além de ser interpretável em um nível pessoal. Conforme Schwartz (2008, p. 36), essa é a razão pela qual

isso ocorre “[...] tanto nos aspectos sensitivos inerentes quanto os cognitivos possíveis – além dos psicológicos e antropológicos existentes – na interação do sujeito com o objeto através da sua Superfície”.

De acordo com Kunzler (2003), esses aspectos podem manter a percepção do indivíduo sobre o produto, bem como as emoções associadas que influenciam sua decisão de compra. Isso ocorre porque o que é percebido pelos sentidos adiciona valor estético e ajuda a definir e qualificar um artefato (Schwartz, 2008).

Com base na compreensão de como a percepção de uma superfície ocorre, Schwartz (2008) argumenta que as necessidades a serem atendidas são definidas, estabelecendo, assim, os critérios que ficarão integrados ao produto relacionado à superfície. A percepção humana, considerada uma parte fundamental, é vista como um processo seletivo e individual, onde cada pessoa seleciona e faz suas escolhas de acordo com suas limitações físicas, instrumentais e construções culturais, sejam elas conscientes ou inconscientes. A compreensão deste aspecto, de acordo com Schwartz (2008):

[...] começa pelas sensações (enquanto fenômeno físico), que os sentidos (visão, audição, tato, olfato, paladar) provocam – podendo ou não ser ampliadas por outros mecanismos e equipamentos tecnológicos –, seguida pelas percepções (enquanto fenômeno cognitivo) que os mesmos acarretam. Essa apreensão ainda é submetida à interpretação de toda uma rede de referências que cada sujeito, enquanto ser social, constrói ao longo de sua existência e que influenciam na representação dos objetos (Schwartz, 2008, p. 38).

Diante disso, é importante esclarecer a maneira como os termos de representação e percepção são interpretados. De acordo com Chromiec e Beccari (2019, p. 2), esses conceitos são entendidos por “representação [...] o

artefato em si, e por percepção, a capacidade do ser humano de apreender a informação presente no artefato”.

A Superfície segundo Schwartz (2008), constitui-se na primeira instância de mediação física e cognitiva das interações, entre o sujeito e o objeto. Portanto, ao compreender a Superfície como um espaço sensorial, assim como definido por Barachini (2002, p. 3), em que “[...] as superfícies, como área de experimentação, criam condições múltiplas, podendo estabelecer outras inter-relações sensoriais, e, portanto, corporais ao objeto de design”.

Portanto, é possível atribuir à Superfície características que possam ou não provocar determinadas sensações e percepções relacionadas ao objeto. O objetivo é definir e caracterizar de maneira eficaz, dentro do contexto de interação com o sujeito (Schwartz, 2008).

A compreensão das superfícies envolve primordialmente os sentidos do tato e da visão, sendo especialmente relevante na concepção da superfície de um objeto. Portanto, “as qualidades visuais e táteis da superfície devem transformá-las integrando-as ao próprio objeto de design. Sua percepção instaura-se na relação entre as partes e o todo, entre o sujeito e o meio” (Barachini, 2002, p. 3).

A percepção visual está ligada à forma, que pode ser organizada ou não, estruturada ou ritmada. Essa percepção é frequentemente representada por texturas visuais, que podem ou não formar padrões - "unidades de forma que cobrem uma superfície com total regularidade", conforme Wong (2010, p.347). Esses padrões podem ser definidos com base na caracterização e na aparência de um objeto.

As variáveis mais significativas associadas à percepção tátil em objetos industriais incluem a temperatura, a dureza e a textura do material. Dessas variáveis, a aspereza, expressa pela textura tátil, é a mais facilmente percebida por diversos grupos de indivíduos. Isso torna a percepção da textura um

fenômeno universal entre as pessoas, contribuindo para a compreensão de um produto, que pode ser identificado tanto visualmente quanto pelo tato (Kunzler, 2003).

Para entender melhor, é essencial conhecer as características das superfícies dos materiais. De acordo com Freitas (2018), elas possuem quatro componentes básicos de análise: processamento, estrutura, propriedades e desempenho. O processamento altera a estrutura e as propriedades de um material, influenciando sua forma física e estado físico-químico, o que impacta diretamente no seu desempenho.

Uma variedade de transformações pode ocorrer em um material, incluindo as características intrínsecas e atribuídas (ver Quadro 3). Estas podem ser modificadas durante o processo de fabricação para transmitir os significados desejados em relação ao produto.

#### Quadro 2: Características de transformação das superfícies dos materiais.



Fonte: Adaptado de Freitas (2018).

Com base nisso, compreende-se que durante o desenvolvimento de novos produtos na indústria, a escolha da matéria-prima abrange tanto questões práticas quanto a percepção do usuário. Assim, os materiais também

envolvem considerações práticas sobre a viabilidade de uso, as possibilidades de transformação, a qualidade, a adequação aos processos de fabricação e as potencialidades intangíveis. Estas últimas vão além das características intrínsecas e intangíveis dos materiais (Freitas, 2018).

### 3.3 SUPERFÍCIES VESTÍVEIS

Nesta subseção, procurou-se apresentar várias definições de superfícies vestíveis, citando autores e pesquisadores que utilizam este termo. O objetivo é esclarecer a natureza dessas superfícies vestíveis e sua relação com a impressão 3D de peças para o vestuário. Além disso, buscamos identificar se tais peças são adequadas para o uso próximo ao corpo.

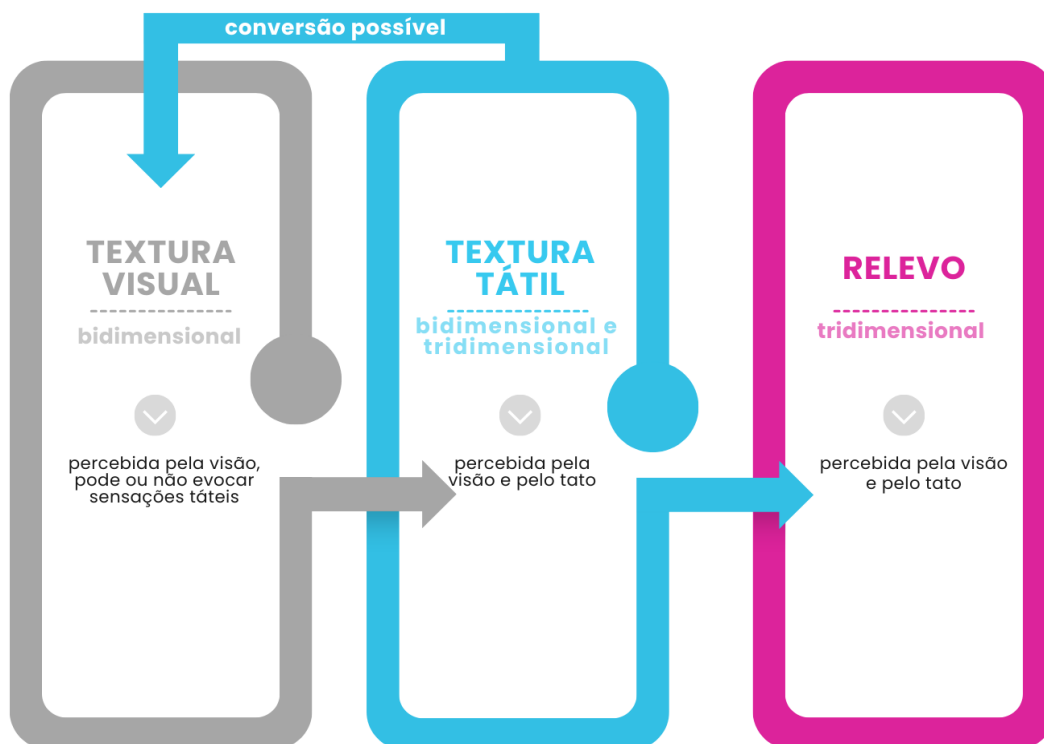
Esta discussão sobre o Design de Superfícies propõe uma reflexão aprofundada sobre a percepção sensorial. Segundo Flusser (2008), essa percepção representa uma forma de diálogo na ação comunicacional tátil, um conceito também explorado nos estudos de Freitas (2018). Essas teorias serão utilizadas na revisão desta tese, com o objetivo de contribuir para a validação da hipótese proposta.

Com base em uma abordagem processual, tentamos entender as intersecções entre o tato e a superfície, destacando como essas interações influenciam a comunicação tátil do material (Freitas, 2018). Schwartz (2008) também sustenta que há uma ligação entre texturas visuais, texturas táteis e relevos que contribuem para as percepções sensoriais, melhorando assim a compreensão abrangente das superfícies.

Rinaldi (2013) destaca que o uso de texturas na superfície dos objetos visa fomentar uma conexão com o consumidor através da percepção, estabelecendo uma emoção entre o produto e o usuário. Complementando essa ideia, Menegucci (2018) argumenta que é inviável desvincular os sentidos na percepção e interação com a superfície. Isso ocorre porque pode existir uma

conexão entre os sentidos, na qual um pode ser mais estimulado que o outro, seja pela bidimensionalidade ou tridimensionalidade (Figura 4).

**Figura 4: Conexão entre texturas visuais, táteis e relevos com as percepções sensoriais.**



Fonte: Adaptado de Schwartz (2008, p. 42).

Os aspectos tridimensionais da superfície, conforme definido por Gomes (2014), representam uma subdivisão do design. Essa subdivisão ocorre por meio de uma ação projetual que envolve pesquisa, análise e obtenção de resultados. Esses resultados podem se manifestar de várias formas, como imagens impressas entrelaçadas ou estruturas tridimensionais criadas a partir de uma variedade de matérias-primas. Além disso, essa abordagem pode ser aplicada a uma ampla gama de segmentos de produtos.

Barachini (2002) ressalta o caráter tridimensional das superfícies, pois para a autora, estas têm a função de revestir e definir o objeto, podendo ser reduzidas a configurações geométricas de duas grandezas, bidimensionalizando-

as, como extensão de uma área limitada ou parte externa do objeto, assumindo sua aparência. Todavia, as superfícies segundo a autora, são “tridimensionais por excelência, abertas e interativas, revestem e, por vezes, elas são o próprio objeto” (Barachini, 2002, p.2).

No que se refere à bidimensionalidade, Wong (2010) destaca que ela se caracteriza por uma organização visual que restringe o objeto a uma área específica, sem qualquer profundidade. Em contraste, a tridimensionalidade proporciona um espaço com profundidade física, estabelecendo uma terceira dimensão entre o comprimento e a largura.

Assim, a superfície tem a capacidade de modificar a camada externa do objeto, seja em sua totalidade ou em uma parte específica, causando um impacto mínimo na configuração do volume. Essa dinâmica sugere que o objeto começa com sua estrutura e representação bidimensional — a superfície — seguida pela estrutura e representação tridimensional, que é o volume. Portanto, as funções da superfície como caracterização (revestimento) e construção (definição), divididas em Superfície-Envoltório e Superfície-Objeto, conforme Schwartz (2008), demonstrado na Figura 5.

Figura 5: Interpretação das funções da superfície segundo Schwartz (2008).



Fonte: Elaborado pela autora com base em Schwartz (2008).

Segundo Menegucci (2018), do ponto de vista do design têxtil, o tecido, que é o produto do entrelaçamento de fibras e fios formando uma estrutura com comprimento e largura, pode ser classificado como Superfície-Objeto. Contudo, vários materiais têxteis têm a capacidade de receber melhorias como estampas, tingimentos e ornamentações, que caracterizam ou revestem sua superfície. Isso lhes confere a função de Superfície-Envoltório.

No contexto do design de moda, existe um sistema que integra o tecido e o corpo. Este último, com volumes específicos, pode ser caracterizado ou coberto pelo tecido como uma "Superfície-Envoltório". A cobertura acontece durante o processo de modelagem das roupas, onde a superfície plana do tecido é transformada em uma estrutura tridimensional. "É preciso considerar ainda que nem toda superfície têxtil configurada em roupas restringem-se ao volume corporal, pelo contrário, em alguns produtos o intuito é a composição de novas formas" (Menegucci, 2018, p. 59).

Silva (2020), colabora nesse sentido ao definir a superfície vestível como aquela que se relaciona com o corpo de modo a criar uma ligação entre ambos. Atribuindo algumas características no sentido de permitir essa interação, sendo estas, aspectos visuais, táteis, além de conforto e movimento, de modo a proporcionar o vestir uma experiência confortável.

Ao abordar a projeção de um material na indústria têxtil, é crucial definir as superfícies que serão projetadas, nomeadamente o lado direito e o avesso, ou a face interna e externa. Embora esses aspectos nem sempre estejam explorados pelo usuário, eles tornam-se relevantes em situações em que há contato sensorial. Sendo assim, é essencial possuir conhecimento sobre as propriedades do material, mais especificamente, o tecido.

Essas propriedades, sejam químicas ou físicas, são responsáveis por caracterizar as fibras, os fios e as estruturas. Quando esses elementos são articulados em um projeto, seja ele focado na superfície ou na estrutura, eles

conseguem atender às expectativas desejadas de um material (Menegucci, 2018).

Freitas (2018) argumenta que a criação de um tecido ocorre pelo processo de tecelagem que envolve a construção de uma superfície baseada em um padrão de repetição. Nesse processo, a trama e o urdume são habilidosamente entrelaçados seguindo um padrão especificado, o que resulta na estrutura final do tecido. Além disso, a autora enfatiza a importância dos padrões de repetição no desenvolvimento do tecido.

[...] além de um recurso técnico, devido às questões práticas e técnicas, é um recurso criativo de expressão. Por exemplo, a aparência da tessitura dos tecidos é também explorada em outras áreas como recurso gráfico e tátil (Freitas, 2018, p. 19).

Assim, ao analisar as superfícies vestíveis impressas em 3D, que é o foco desta pesquisa, é essencial entender as características técnicas e as propriedades sensoriais (visuais, térmicas e táteis) do material, explorando sua aplicação. Neste contexto, as propriedades sensoriais serão avaliadas nas superfícies impressas em 3D, com o objetivo de compreender a percepção do usuário a respeito das características desses objetos.

### 3.4 MODELAÇÃO PARAMÉTRICA

A modelagem paramétrica, tal como definida por Silva (2022), emergiu em resposta aos progressos contínuos nas tecnologias de *Computer Aided Design* (CAD) / *Computer Aided Manufacturing* (CAM). Essas inovações tecnológicas geraram ferramentas de informática capazes de simular propriedades geométricas e mecânicas, bem como suas variáveis correspondentes.

O desenho paramétrico é um método que emprega algoritmos e cálculos matemáticos para criar geometrias e soluções, seguindo critérios pré-

definidos. Essa abordagem de design se fundamenta na geração de geometrias a partir da determinação de parâmetros iniciais e dos elementos constituintes do projeto, que se inter-relacionam e se alteram de maneira coordenada (Silva, 2022; Woodbury, 2010).

Silva (2020) define modelação paramétrica como a conexão existente entre todos os elementos de um projeto, um processo que facilita a coordenação e o gerenciamento de modificações, sejam estas oriundas do software ou do designer. Os parâmetros, que podem ser desenhos, números ou características, delineiam o tipo de relação que será estabelecida. Assim, a operação do software é considerada paramétrica.

Segundo Woodbury (2010), a modelagem paramétrica permite ao designer estabelecer e editar relações, examinando e escolhendo a partir dos resultados gerados. Esse processo possibilita uma exploração mais profunda das ideias, facilitando a resolução de problemas por meio da investigação de alternativas de projeto. Isso é feito por meio de combinações ágeis e dinâmicas entre os critérios selecionados, o que se distingue do design convencional, onde a solução é criada por meio de manipulação.

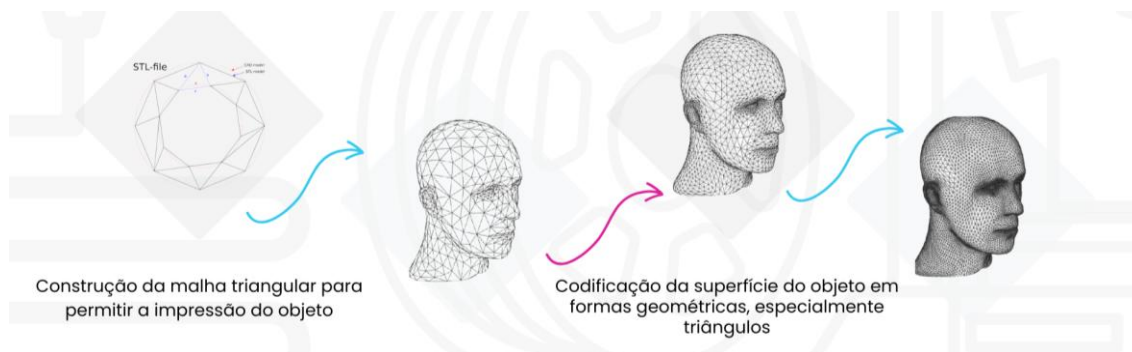
A modelação paramétrica, enquanto recurso digital, possibilita a exploração de múltiplas configurações geométricas. Por meio de softwares especializados, é possível calcular rapidamente fórmulas complexas, viabilizando a criação e manipulação de geometrias intrincadas, bem como de novas formas e curvas. Este processo se fundamenta na ideia de projetar utilizando códigos, associando a representação geométrica tridimensional dos elementos a comportamentos ou atributos específicos, conhecidos como parâmetros. Estes são elementos variáveis de um fator quantificável, que configuram um sistema de relações entre elementos (Conceição, 2018).

No contexto da modelagem paramétrica aplicada ao campo da manufatura aditiva (impressão 3D), Foggiatto e Silva (2017) destacam que este

sistema requer uma representação geométrica tridimensional dos objetos a serem produzidos. Para isso, é necessário criar um modelo geométrico 3D, comumente conhecido como formato STL – *Standard Triangle Language* ou *Standard Tessellation Language*, que será utilizado no processo de impressão. Este arquivo deve incluir a descrição das características do produto, bem como suas peculiaridades, vantagens e desvantagens.

O arquivo no formato \*STL consiste em um conjunto de triângulos interconectados que representam a superfície do objeto tridimensional, possibilitando à sua impressão (Figura 6).

**Figura 6: Processo de construção do desenho para permitir a impressão do objeto.**



Fonte: Elaborado pela autora com base em 3Dlab, online (2024)<sup>1</sup>.

A utilização da forma triangular se dá por ser a figura geométrica que mais se assemelha a vetores. Os vetores são imagens criadas a partir de equações matemáticas, linhas e curvas, utilizando pontos fixos em uma grade, dispensando o uso de pixels (Adobe, 2023). Além disso, possuem características como intensidade, direção e sentido, que são propriedades essenciais para a impressão 3D (3Dlab, 2023).

O estudo de Conceição (2018) apresenta dados experimentais sobre o desenvolvimento de uma base modelada parametricamente e a geração de amostras de padrões que podem ser aplicadas à criação de têxteis digitais. Este

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://www.3dlab.com.br/afinal-o-que-e-um-arquivo-stl/>>

estudo indica que, mesmo em uma escala reduzida, há uma possível aplicação da modelagem paramétrica no design de moda. Diante disso, a implementação de ferramentas digitais na produção de vestuário pode significar oportunidades de transformação nos processos de produção individualizados, destacando-se, sobretudo, a flexibilidade desses processos.

Neste contexto, o objetivo deste estudo é explorar a modelagem paramétrica para aprimorar as geometrias existentes. O propósito é desenvolver padrões têxteis digitais que resultem em superfícies de tecido vestíveis, proporcionando maior conforto ao usuário.

### 3.4.1 Geometria

A geometria é um campo da matemática que examina o tamanho, a forma e a posição das figuras. Estas, quando repetidas, formam uma superfície unificada por linhas que se interligam em pontos específicos. A composição dessa superfície pode seguir uma orientação horizontal, vertical ou qualquer ângulo preestabelecido. Além disso, ela pode incorporar curvas, resultando em direções variadas que geram uma malha estrutural (Tapia, 2016).

O processo de desenvolvimento de uma estrutura geométrica é semelhante à concepção de um padrão de estampa. Nele, são sugeridas conexões entre formas geométricas através de um módulo, ou desenho. Por meio da repetição deste módulo, cria-se um padrão, também conhecido como repetição ou *rapport*, que resulta no design estrutural de um material têxtil (Menegucci; Martins; Menezes, 2016).

O módulo, seja ele bidimensional ou tridimensional, é replicado por meio de encaixes. A recorrência desses módulos interligados possibilita alcançar o desenho proposto pelo designer, garantindo assim, o resultado desejado na superfície. Esse mesmo procedimento se aplica às geometrias (Silva, 2020).

Sendo assim, os padrões gráficos resultantes dos módulos devem exibir simetria, uma vez que a utilização dessa característica é fundamental para aprimorar a qualidade do design e gerar um padrão gráfico (Rinaldi, 2009).

Nesse contexto, os encaixes oriundos do processo de repetição dos módulos seguem dois sistemas fundamentais. Rüttschilling (2002) classifica-os em duas categorias: Alinhado e Não-Alinhado. O sistema Alinhado corresponde aos módulos que são organizados lado a lado, mantendo o alinhamento tanto na vertical quanto na horizontal. Por outro lado, o sistema Não-Alinhado mantém o alinhamento numa direção específica, seja vertical ou horizontal, alterando apenas o ângulo ou o espaçamento na direção contrária (Figura 7).

**Figura 7: Sistemas básicos para repetição de módulos.**



Fonte: Adaptado de Rinaldi (2009, p. 96).

Com base nisso, estabelece-se o fundamento para a formação de padrões, que, conforme Rinaldi (2009), estão presentes nos sistemas de repetição e nas estruturas geométricas. Isso permite a utilização de simetrias para gerar combinações que originam motivos gráficos, os quais podem ser incorporados a outras perspectivas envolvidas no projeto.

Assim, a aplicação da geometria no sistema de repetição de módulos permite a criação de uma estrutura impressa em 3D, que dependendo da forma geométrica usada, resulta em mecanismos articulados com comportamentos distintos para manipulação e flexão, de acordo com a forma empregada (Gürcüm et al., 2018).

Além disso, Peng et al. (2015) afirmam que as superfícies impressas em 3D são construídas pela repetição de uma geometria específica. Esta repetição é o que determina a estrutura e o movimento das superfícies. Portanto, para produzir peças de vestuário com a construção similar à de um tecido, é essencial considerar alguns fatores como geometria, técnica de impressão e material (Kim et al., 2019).

Diante de diversas abordagens sobre a tridimensionalidade na superfície vestível, Silva (2020) afirma que a mesma pode ser atingida de maneiras distintas no âmbito da impressão 3D desde formas mais complexas até mais simples de criação.

### 3.5 IMPRESSÃO 3D

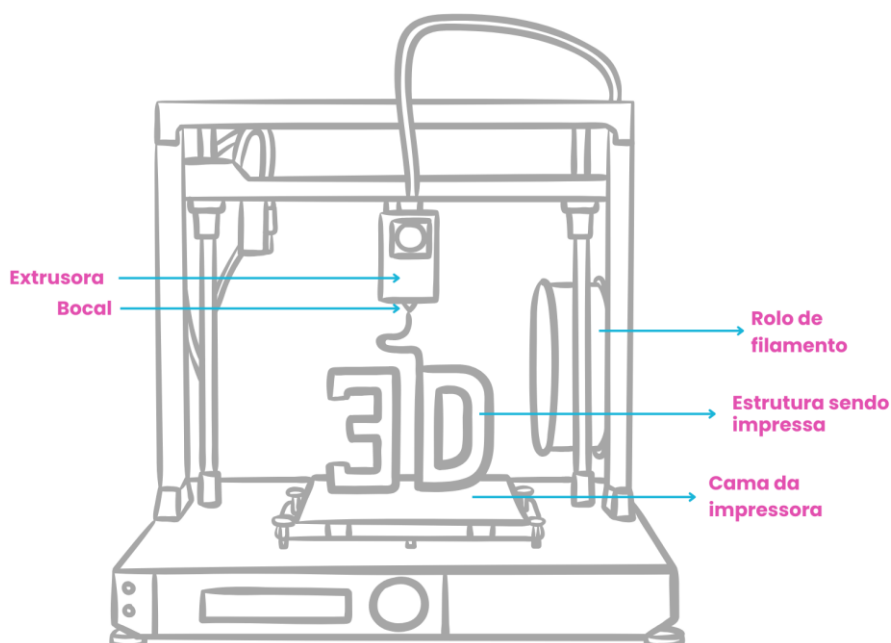
O termo "*3D Printed*", que se refere à impressão 3D, é popularmente conhecido como impressão 3D ou manufatura aditiva, refere-se a tecnologias que criam objetos físicos por meio da adição sucessiva de material. Essa definição se baseia em uma representação geométrica, conforme estabelecido na norma ISO/ASTM 52900:2021 (Spahiu, Ca Naj, Shehi, 2020).

A técnica de impressão 3D é um processo que permite a modelagem de um objeto sem a necessidade de dispositivos adicionais ou de desperdício de matéria-prima. Isso ocorre porque a adição de material é realizada camada por camada, o que garante o uso estritamente necessário para a produção do item. Neste contexto, diversos pesquisadores consideram os processos de impressão

3D sustentáveis, especialmente quando analisados sob a perspectiva do desperdício (Sitotaw et al., 2020).

Os equipamentos usados na produção de objetos tridimensionais são conhecidos como impressoras 3D. As partes fundamentais desses dispositivos incluem a extremidade quente, o bocal, a extrusora, a cama de impressão, o ventilador de resfriamento e a área de construção (Motadaka, 2019) (Figura 8).

**Figura 8: Principais componentes de uma impressora 3D (Desenho esquemático da impressora 3D Orca Bot XXL).**



Fonte: Elaborado pela autora com base em Spahiu, Canaj, Shehi (2020, p. 4).

A técnica de impressão 3D é um processo automatizado de fabricação aditiva que cria um produto através do depósito sequencial de material em camadas até que o objeto esteja completo. Este processo é semelhante ao de uma impressora a jato de tinta convencional.

No entanto, a transformação de um desenho 2D em um produto 3D é realizada através de um software de design 3D assistido por computador, conhecido como sistema CAD (*Computer Aided Design*). Esse sistema permite esboçar o produto, que será então virtualmente dividido em camadas

horizontais por um software de fatiamento, gerando a quantidade necessária para a impressão do objeto (Vanderploeg et al., 2017).

Ao contrário do método tradicional, a fabricação em 3D envolve a construção de estruturas geométricas em um ambiente virtual tridimensional. Esse processo inclui etapas de modelagem, seleção de materiais e técnicas de impressão, a própria etapa de impressão e os procedimentos de acabamento, todos necessários para a criação de um produto finalizado (Luo, Ma, Yin, 2020). (Figura 9).

**Figura 9: Fluxograma típico de design e fabricação para métodos 3D.**

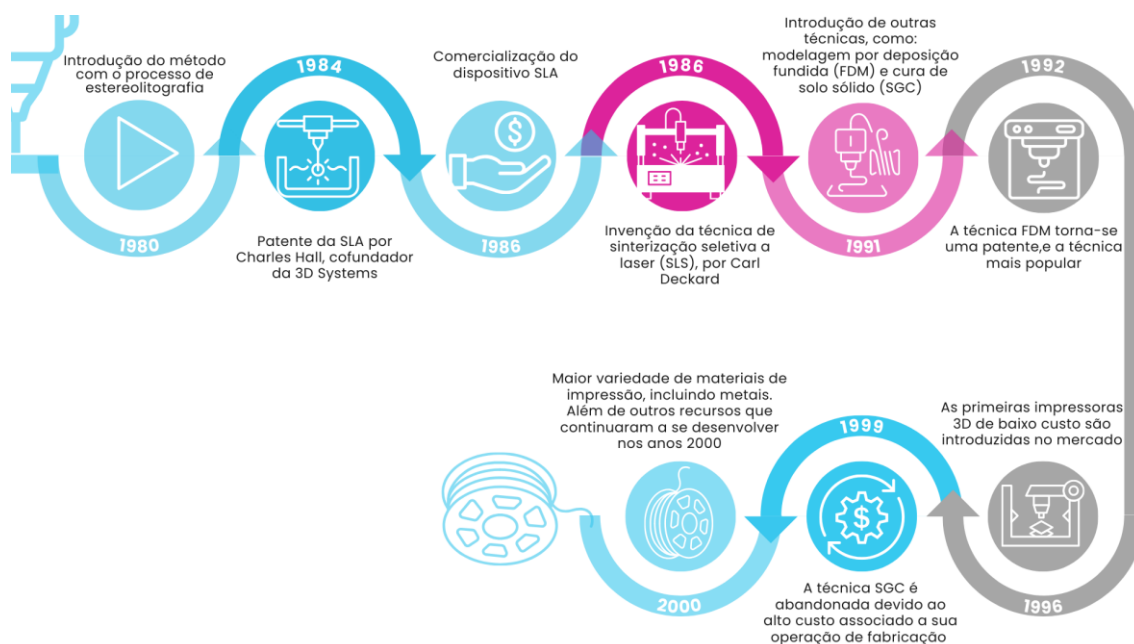


Fonte: Elaborado pela autora com base em Luo, Ma, Yin (2020).

O conceito de impressão 3D foi apresentado pela primeira vez no setor de produção na década de 1980. O inventor japonês Hideo Kodama, do Instituto Municipal de Pesquisa Industrial de Nagoya, o introduziu como um dispositivo para prototipagem rápida, utilizando um fotopolímero sob luz UV.

Desde então, a tecnologia 3D começou a desempenhar um papel crucial na terceira revolução industrial, particularmente a partir de 1984 (Lonjon, 2021). A Figura 10 ilustra a linha do tempo do desenvolvimento inicial da impressão 3D.

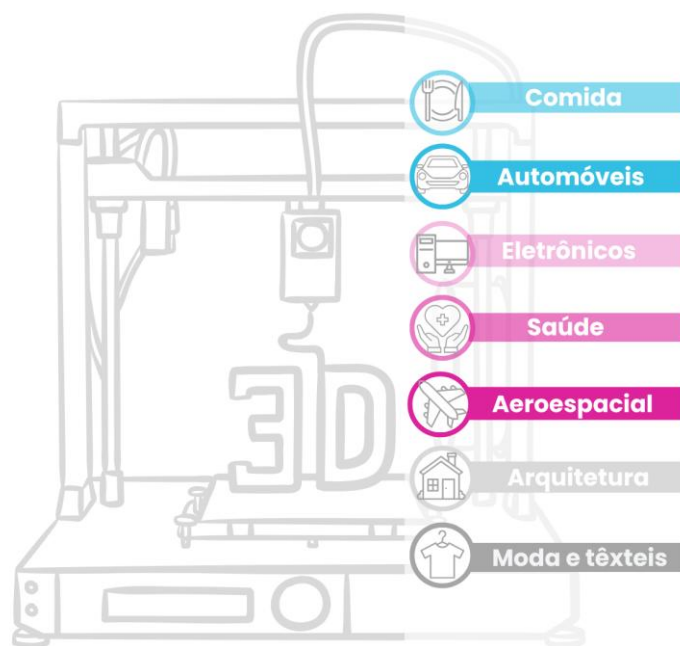
**Figura 10: Histórico do desenvolvimento da técnica de impressão 3D ao longo dos anos.**



Fonte: Elaborado pela autora com base em Lonjon (2021).

Com os progressos na indústria de impressão 3D e a adoção de novas tecnologias em diversos setores, a impressão se tornou popular. Isso ocorre devido ao seu amplo espectro de aplicações e como uma alternativa aos métodos convencionais de fabricação. Ela é utilizada para criar desde peças médicas e odontológicas, componentes para eletrônicos e eletrodomésticos, produtos de moda, até modelos arquitetônicos e equipamentos esportivos (Lee; Eom; Lee, 2019) (Figura 11).

**Figura 11: Aplicações industriais da impressão 3D.**



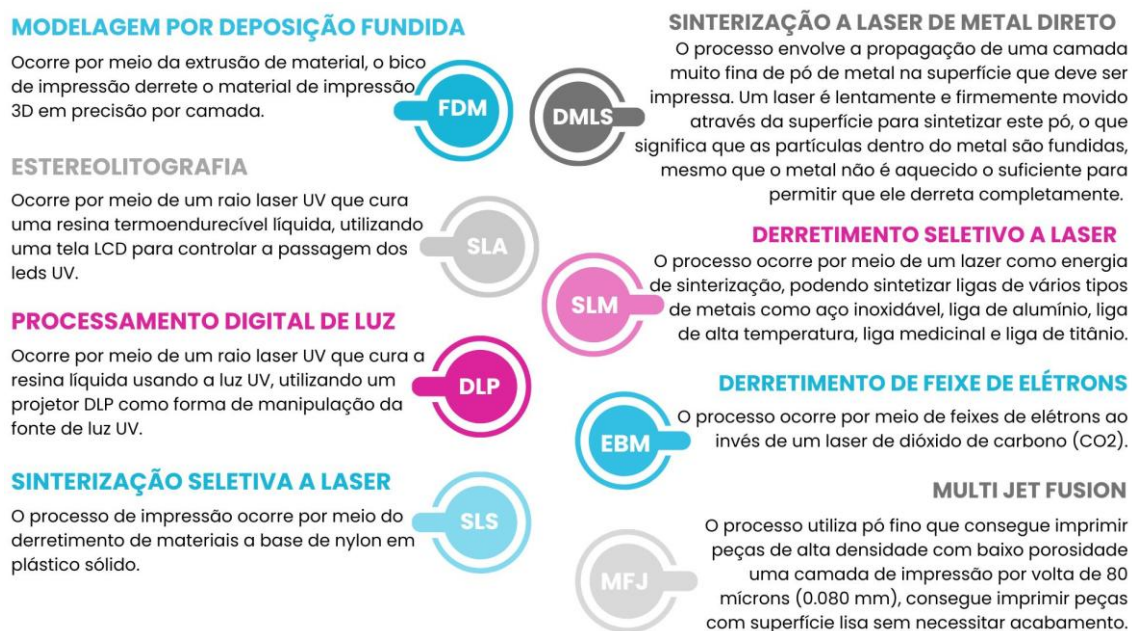
Fonte: Adaptado de Dip et al. (2020, p. 162).

A impressão 3D tem o potencial de causar um impacto significativo na cadeia de suprimentos tradicional. Isso se deve à simplificação do processo de fabricação, que minimiza a necessidade de armazenamento, embalagem e transporte. Este método depende unicamente de arquivos de dados e de matérias-primas para produzir os produtos (Dip et al., 2020). Além disso, a impressão 3D é considerada eficiente em termos de recursos, uma vez que os produtos são impressos utilizando apenas a quantidade exata de material necessário, evitando assim qualquer desperdício durante a produção.

### **3.5.1 Técnicas de Impressão 3D**

Os métodos de impressão 3D podem ser divididos de acordo com o Padrão ISO/ASTM 52900:2021, que sugere as categorias principais (Figura 12).

**Figura 12: Categorias principais de técnicas 3DP de acordo com a Norma ASTM F2792**



Fonte: Elaborado pela autora com base em Chakraborty, Biswas (2020).

Cada uma destas técnicas apresenta suas limitações específicas. Algumas podem ter propriedades mecânicas insatisfatórias devido à densificação incompleta, outras podem ser restritas quanto aos tipos de polímeros que podem ser utilizados. Além disso, existem aquelas que possuem requisitos específicos de processamento e impressão (Chakraborty, Biswas, 2020). Há que se destacar que na indústria têxtil e de moda algumas tecnologias como FDM, SLA e SLS, são comumente usadas na fabricação destes produtos (Dip et al., 2020);

As seções subsequentes detalham essas técnicas, uma vez que o foco desta tese é explorar as mais empregadas na produção de estruturas têxteis e itens de moda e vestuário.

### 3.5.2 Materiais Usados em Técnicas de Impressão 3D

Os materiais empregados no processo de impressão 3D provêm de origens poliméricas, sintéticas ou naturais. Quando combinados, podem exibir características distintas e oferecer propriedades específicas que só são

alcançadas através da mistura dos elementos de cada material (Dip et al., 2020). Normalmente, esses materiais se apresentam na forma de filamentos sólidos, pó ou líquido. O Quadro 4 mostra os materiais mais comumente utilizados como filamento na técnica de FDM.

**Quadro 3: Materiais usados na impressora 3D FDM.**

 <b>VANTAGENS</b>	<b>FILAMENTOS</b>	 <b>DESVANTAGENS</b>
Termalmente estável	<b>PLA - ÁCIDO POLILÁTICO</b>	Diminuição de força na ruptura
Flexibilidade	<b>ABS - ACRILONITRILA BUTADIENO ESTIRENO</b>	Tende a entupir o bocal da impressora
Flexibilidade, maciez e impermeabilidade	<b>TPU - POLIURETANO TERMOPLÁSTICO</b>	-
Alta resistência química, durabilidade e flexibilidade	<b>*NÁILON - POLÍMERO OBTIDO PELA REAÇÃO DE ÁCIDO ADÍPICO COM A HEXAMETILENODIAMINA</b>	-
Melhor estabilidade térmica	<b>PETG - POLIETILENO TEREFALATO MODIFICADO COM GLICOL</b>	Tende a desgastar o bocal, devido a alta temperatura de impressão

\*IMPRESSÃO TAMBÉM EM SLS

Fonte: Adaptado de Dip et al. (2020, p. 193).

Ademais, Silva (2020) ressalta que a tecnologia SLS tem se destacado como a preferida entre os designers para a produção de superfícies, sendo o náilon o material mais frequentemente utilizado.

Os filamentos sintéticos são amplamente utilizados na impressão 3D, principalmente quando possuem características como resistência à tração, alta taxa de fluxo de fusão e alta resistência à quebra, conforme destacado por Kabir, Mathur e Seyam (2020). A melhoria dessas propriedades tem sido particularmente notável no caso do ácido polilático (PLA) na técnica de FDM. Além disso, materiais como acrilonitrila butadieno estireno (ABS), náilon e poliuretano termoplástico (TPU) também são proeminentes no uso dessa técnica de impressão.

O filamento de Ácido Polilático (PLA) é amplamente usado em impressões no setor médico, graças à sua capacidade de fornecer o suporte crucial para essas aplicações e ser gradualmente absorvido ao longo do tempo. Quando combinado com o náilon, torna-se um elemento comum na impressão 3D de roupas. Pesquisas demonstram que o PLA puro exibe maior extensibilidade e resistência à tração, além de ser capaz de imprimir itens leves e semelhantes à renda, com texturas reluzentes, ao usar PLA suave. No entanto, o PLA rígido e o náilon, quando utilizados na impressão SLS, podem ser muito desafiadores para aplicações têxteis típicas, como roupas (Spahiu, Canaj, Shehi, 2020).

O filamento de Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) é um termoplástico vastamente empregado na indústria, tendo sido um dos pioneiros na impressão 3D. Caracteriza-se por um aspecto fosco e é oferecido em uma variedade de cores. Enquanto termoplástico rígido, o ABS exibe uma robusta resistência a impactos e uma flexibilidade superior ao PLA, variando conforme a geometria. É recomendado para a impressão de protótipos que requeiram essas propriedades. Ademais, o material fornece maior praticidade no acabamento, viabilizando finalizações com lixas ou usinagem, e é solúvel em acetona, proporcionando uma finalização mais refinada (Silva, 2020).

O náilon, frequentemente utilizado na impressão 3D, destaca-se por sua leveza e resistência. Este material proporciona benefícios notáveis, incluindo alta tolerância química e durabilidade excepcional. Isso o torna ideal para projetos que exigem resistência física e acomodação de encaixes. Quando comparado a outros polímeros, é considerado a melhor escolha para projetos que requerem flexibilidade e durabilidade. Além disso, tem a capacidade de ser tingido antes ou depois do processo de impressão (Redwood; Schöffner; Garret, 2017).

O filamento de Poliuretano Termoplástico (TPU), também conhecido como FLEX no universo da impressão 3D, é um material flexível. É altamente recomendado para a fabricação de protótipos e peças finais, devido à sua característica elástica que permite que ele seja facilmente esticado ou dobrado. Além disso, o TPU é um material macio, impermeável, resistente ao frio e aos raios UV (Dddrop, 2023).

Existem diversos filamentos disponíveis no mercado, mas os mais acessíveis para impressão em FDM nos FabLabs são os de PLA, ABS e TPU. Eles se destacam não apenas pelo preço acessível, mas também pela facilidade de compra. Além disso, é possível encontrar esses polímeros no mercado em uma variedade de cores, nomenclaturas e combinados com diferentes materiais.

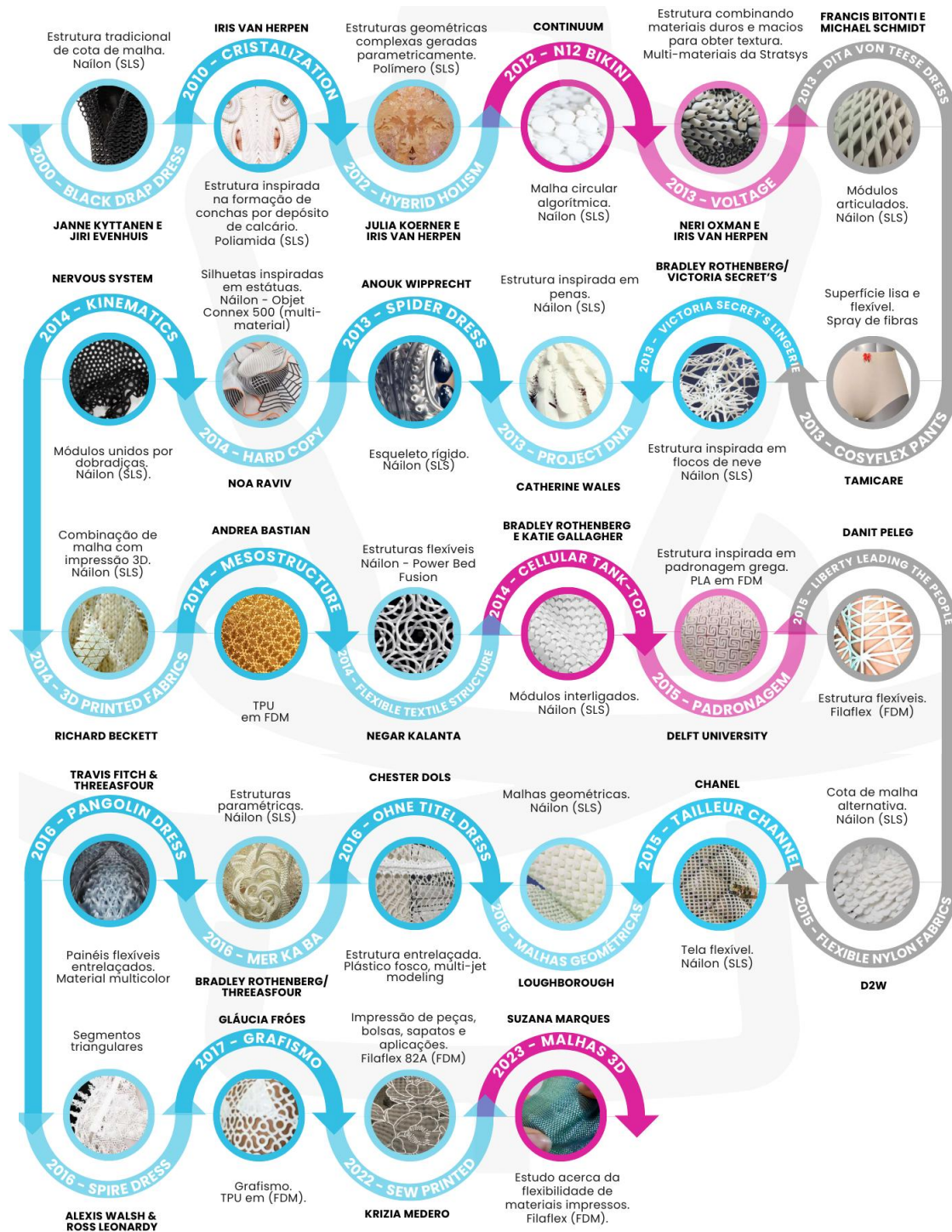
### 3.6 IMPRESSÃO 3D NA MODA

A tecnologia de impressão 3D está se tornando mais prevalente na indústria têxtil, graças à sua capacidade de produzir itens personalizados que são, em sua maioria, acessíveis e de baixo custo. Além disso, a impressão 3D tem o potencial de simplificar a cadeia de suprimentos, reduzindo o tempo de comercialização e acelerando o processo de prototipagem (Uysal, Stubb, 2019).

Apesar de seu rápido desenvolvimento, a impressão 3D ainda enfrenta desafios significativos na seleção de técnicas e materiais adequados. Dessa forma, avançar na produção de tecidos impressos em 3D permanece um desafio considerável, especialmente quando se trata de replicar o conforto e a durabilidade das vestimentas tradicionais. Alguns estudos experimentaram combinar tecnologias antigas e novas, particularmente no que diz respeito ao processo de tecelagem. A aplicação de impressão 3D em superfícies têxteis tem sido explorada, possibilitando a criação de novos tecidos multicomponentes e propriedades ópticas inovadoras (Stoykova, 2020). Em seus estudos, Silva (2020) realça as inovações mais significativas no campo do vestuário 3D. O marco

inicial ocorreu nos anos 2000, com o desenvolvimento da primeira peça de vestuário impressa em 3D (Figura 13).

**Figura 13: Linha do tempo da impressão 3D na moda: Vestuário 3D, designers, materiais, técnicas 3DP e características especiais.**

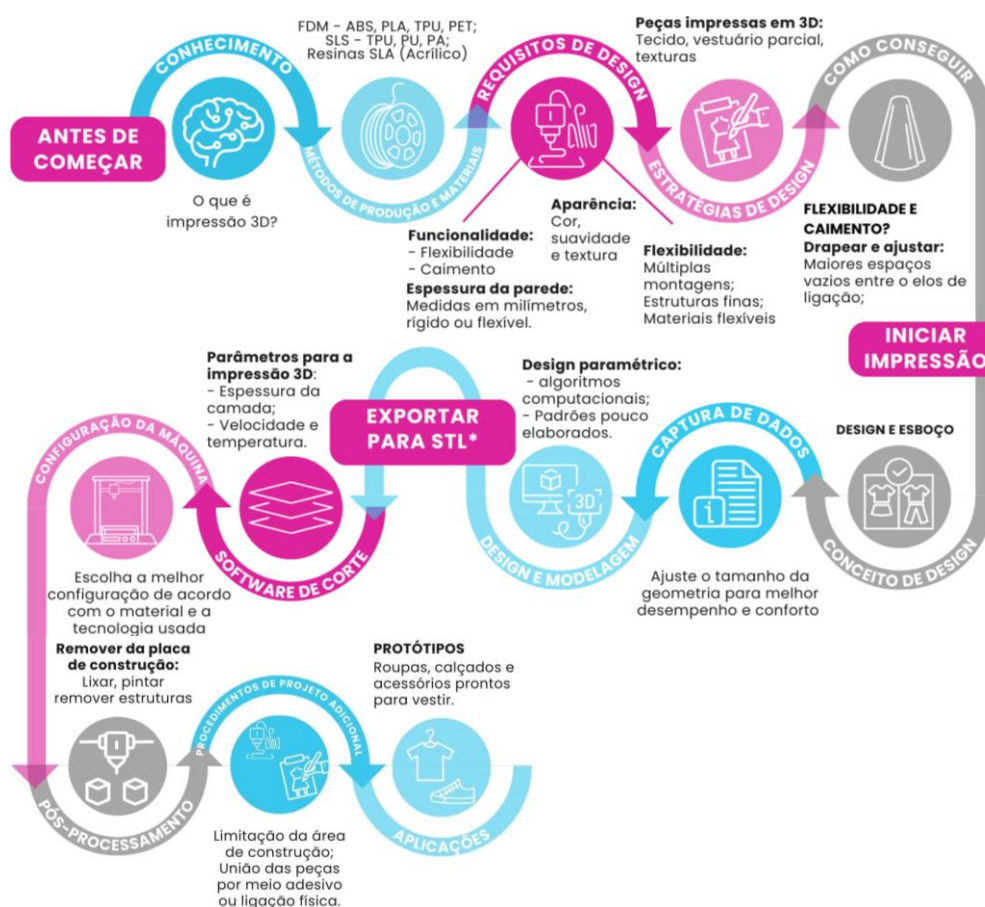


Fonte: Elaborado pela autora com base em Silva (2020, p. 64-65).

Embora a linha do tempo apresente diversos nomes, Silva (2020) afirma que o propósito não era enumerar todos os projetos existentes. O escopo primário era ressaltar aqueles que estão interligados à moda e que ganharam relevância ao longo do tempo. Adicionalmente, duas recentes descobertas na esfera da moda e têxtil foram incluídas para enriquecer o contexto. A partir desta análise, é possível observar a evolução das superfícies têxteis, bem como os processos e materiais predominantes utilizados.

Ainda existem publicações comerciais discutindo os métodos de impressão 3D utilizados por designers e pela indústria da moda, há uma notável escassez de informações detalhadas sobre a aplicação dessa tecnologia para a produção em larga escala de produtos comercializáveis. Portanto, diretrizes mais sistematizadas sobre o processo de impressão 3D de roupas (Figura 14) oferecem um alicerce robusto para projetos focados na moda.

Figura 14: Processo de impressão 3D de roupas.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Stoykova (2020, p. 73).

Apesar do método proposto por Stoykova (2020) parecer simples, existem diversos fatores que devem ser considerados durante o desenvolvimento de produtos. O conforto é especialmente importante, e a identificação dos atributos necessários para alcançá-lo é um dos principais pontos a serem abordados nesta tese.

### 3.6.1 Técnicas de Impressão 3D Utilizadas na Fabricação de Produtos de Vestuário

Considerada uma das técnicas mais sofisticadas na produção de itens, a tecnologia de impressão 3D é a fusão do design assistido por computador com a fabricação assistida por computador. Empregada na confecção integral ou parcial de produtos, com materiais líquidos ou sólidos durante o processo de impressão.

Nos últimos anos, a aplicação desta tecnologia vem se expandindo na indústria têxtil e da moda. Ela está sendo integrada aos métodos de fabricação, maquinários, softwares e soluções que possibilitam a produção de tecidos, roupas, calçados e acessórios por meio da impressão 3D (Chakraborty, Biswas, 2020).

Segundo Silva (2020), a fabricação de roupas com a tecnologia de impressão 3D, é uma nova abordagem para a fabricação de vestuário, sendo necessária devido à capacidade de concretizar a modelagem de maneira virtual. Isso contribui significativamente para uma revolução nos processos de criação de roupas, minimizando etapas presentes no método de produção tradicional. Este último começa com uma superfície plana transformada por meio de modelagem e costura numa peça tridimensional adequada para vestir o corpo.

Apesar de ganhar espaço no mercado, a comercialização de peças ainda enfrenta obstáculos. O tempo de produção, o custo da matéria-prima e outros

aspectos como conforto e flexibilidade tornam-se inviáveis quando comparados aos métodos tradicionais. Para que o produto tenha um aspecto mais suave, permitindo a confecção de roupas adequadas para uso diário.

Ao discutir tecnologia, é evidente que o progresso é constante, seja no desenvolvimento de novos materiais ou na inovação de impressoras, ampliando as oportunidades para a produção de produtos. Por exemplo, polímeros líquidos como látex, silicone, poliuretano e Teflon, bem como fibras têxteis tradicionais como algodão, viscose e poliamida, já foram testados na produção de filamentos (Yap; Yeong, 2014).

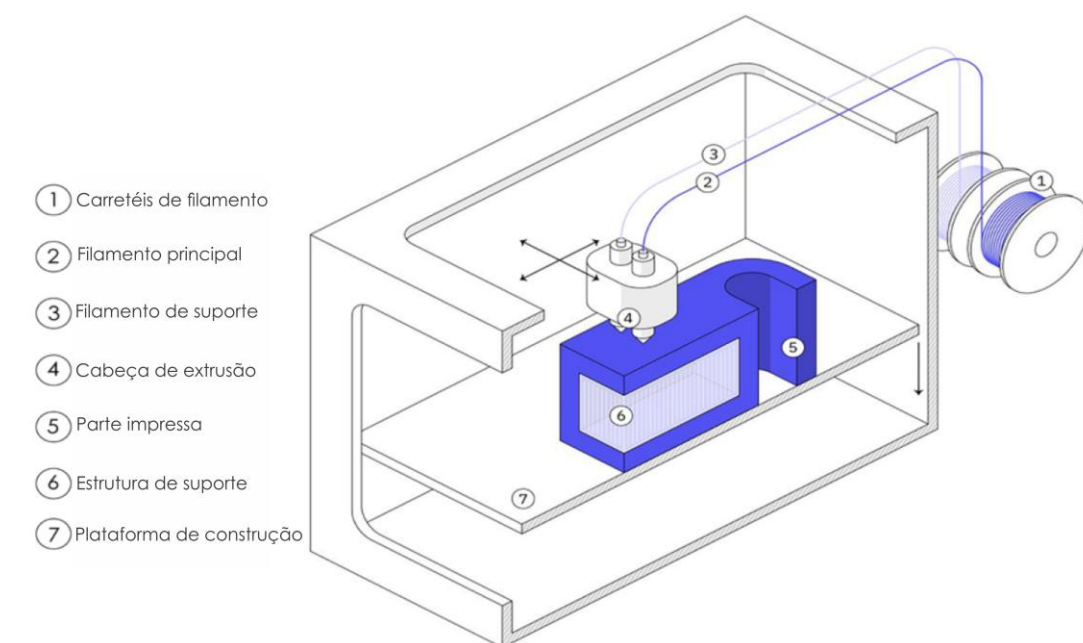
Apesar de existir resistência em relação ao uso da impressão 3D na produção têxtil, as soluções atuais incluem a modificação e adaptação da estrutura entrelaçada dos fios, presente no processo tradicional de fabricação têxtil. Além disso, o uso de materiais elásticos proporciona maior flexibilidade e movimento à estrutura impressa, contribuindo para um produto mais confortável tanto fisicamente quanto visualmente, além de proporcionar um melhor caimento.

A próxima seção deste capítulo é dedicada à explanação dos métodos de manufatura aditiva empregados na produção de vestuário. Conforme descrito por Chakraborty e Biswas (2020), esses podem ser categorizados em fusão em leito de pó, também conhecida como estereolitografia (SLA), processo de ligação, ou sinterização seletiva a laser (SLS), e modelagem de deposição fundida (FDM). O objetivo é compreender as técnicas de fabricação, os materiais empregados, suas propriedades e suas aplicações comerciais na indústria têxtil e de moda.

### 3.6.2 Modelagem de Deposição Fundida (*Fused Deposition Modelling - FDM*)

A técnica de impressão 3D chamada de modelagem por deposição fundida (FDM) é popular por ser simples de usar e ter um custo mais baixo. É muito usada tanto em indústrias como em casa. Esse método, a impressora segue comandos de um arquivo CAD para criar as peças. Depois que o software processa os dados, o bocal se move nos eixos X e Y, depois sobe no eixo Z para fazer uma camada do produto. Isso se repetirá até que o produto esteja completo. Assim, cria-se um fluxo de polímero fundido que é extrudado camada por camada para a fabricação das peças (Stoykova, 2020) (Figura 15).

Figura 15: Impressora do método FDM



Fonte: Adaptado de Stoykova (2020, p. 13).

O processo em camadas acontece inicialmente dentro do software CAD, onde o objeto projetado é "fatiado". Cada camada inicia com o contorno do objeto, seguido do mecanismo de preenchimento. Durante a impressão, é essencial seguir alguns parâmetros de controle, como a temperatura, a taxa de

alimentação do filamento, a largura da extrusão, a velocidade de plotagem linear e a espessura da camada, entre outros (Chakraborty, Biswas, 2020).

Geralmente, o material usado na impressão 3D é um filamento termoplástico, como o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), Ácido Polilático (PLA) ou o poliuretano termoplástico (TPU).

### 3.6.3 Modelagem de Deposição Fundida em Aplicações Têxteis e de Moda

Pesquisadores criaram diversos tipos de tecidos e estruturas de malha trama, caracterizadas por pontos visíveis, bem como estruturas de renda em formatos de painéis, utilizando o processo FDM. Melnikova, Ehrmann e Finsterbusch (2014) empregaram a tecnologia FDM para elaborar uma malha trama (Figura 16 a) e um padrão de renda (Figura 16 b).

Figura 16: (A) Estrutura de malha de trama impressa em 3D e (B) estrutura de renda.



Fonte: Chakraborty, Biswas (2020, p. 8).

O maquinário usado no método FDM, conhecido como impressora 3D de mesa tem como uma de suas fabricantes a empresa *Makerbot Nova York, NY* EUA, que se destaca por sempre estar presente na fabricação de produtos de

moda e vestuário. Os vestidos '*Verlan*' e '*Bristle*' foram desenvolvidos em 2013 com impressoras FDM usando PLA e outros materiais de filamentos flexíveis (MakerBot, 2021a).

O *Bristle Dress* (Figura 17) é um vestido impresso em 3D projetado no *Workshop New Skins Brumal Bodies: Computational Design for Fashion Winter* em 2014, e impresso em 3D em impressoras MakerBot® Replicator® Desktop 3D. Criado por estudantes de várias indústrias de design e utilizou design computacional, uma tendência emergente na indústria da moda. Como resultado do workshop, o designer Francis Bitonti criou um vestido de alta costura personalizável e disponível para download no site da MakerBot ou na plataforma Thingiverse.com, para poder ser impresso em casa.

**Figura 17: *Bristle Dress* impresso em impressoras FDM usando PLA MakerBot e o Filamento Flexível MakerBot à base de poliéster.**



Fonte: Businesswire, online (2024).<sup>2</sup>

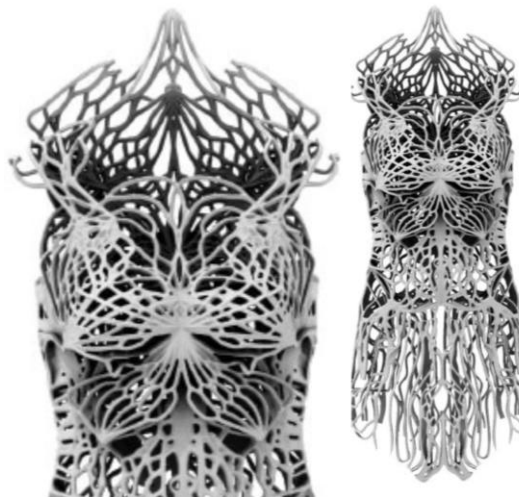
O "*Vestido Verlan*" (Figura 18), outra criação do designer Francis Bitonti, foi produzido usando duas impressoras 3D MakerBot® Replicator® Desktop. O material principal usado foi o Filamento Flexível MakerBot, conhecido por sua maciez, flexibilidade e movimento natural em conjunto com o corpo. Para a

---

<sup>2</sup> Disponível em:  
<<https://www.businesswire.com/news/home/20140312006034/en/MakerBot-Designer-Francis-Bitonti-Collaborate-Skins-Workshop>>.

parte superior do vestido, foram utilizados os filamentos PLA da MakerBot (MakerBot, 2021b).

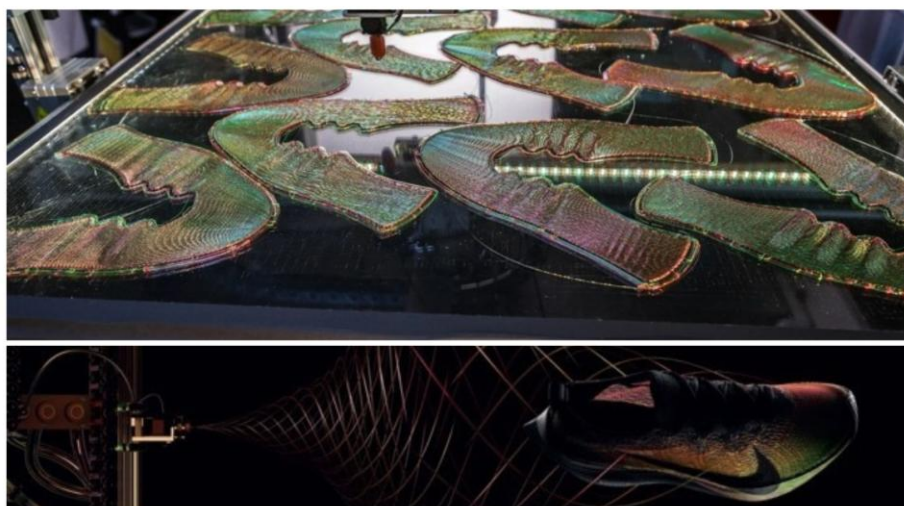
**Figura 18: *Verlan Dress* impresso em impressoras FDM usando PLA MakerBot e o Filamento Flexível MakerBot à base de poliéster.**



Fonte: Makerbot, online (2024)<sup>3</sup>.

Além desses exemplos, no setor de calçados, temos o *Flyprint* da Nike. Este é um dos primeiros tecidos impressos em 3D usando a técnica FDM para uso comercial em calçados. Foi utilizado para construir o primeiro cabedal por meio de impressão 3D no modelo *Zoom Vaporfly Elite* da marca (Figura 19).

**Figura 19: Tênis *Zoom Vaporfly Elite* Nike, com cabedal fabricado em *Flyprint***



Fonte: Sneakrsbr, online (2024)<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <<https://www.makerbot.com/stories/design/makerbot-explorers-francis-bitontis-new-skins/>>.

O *Flyprint*, composto por polímeros sintéticos, foi desenvolvido para solucionar a questão da absorção de água e permitir uma personalização quase integral do cabedal. Além disso, oferece um desempenho superior em comparação com os materiais convencionais usados na produção de calçados, conforme citado por Sneakers (2018).

Com base nos exemplos fornecidos, nota-se que a técnica de impressão FDM permite a produção de componentes individuais de um item. Esses, portanto, podem ser posteriormente montados para obter o produto.

Assim, a impressão 3D pode ser uma estratégia eficaz e prática para integrar a impressão na produção tradicional de tecidos ou peças de roupa, com o objetivo de satisfazer as necessidades específicas dos usuários.

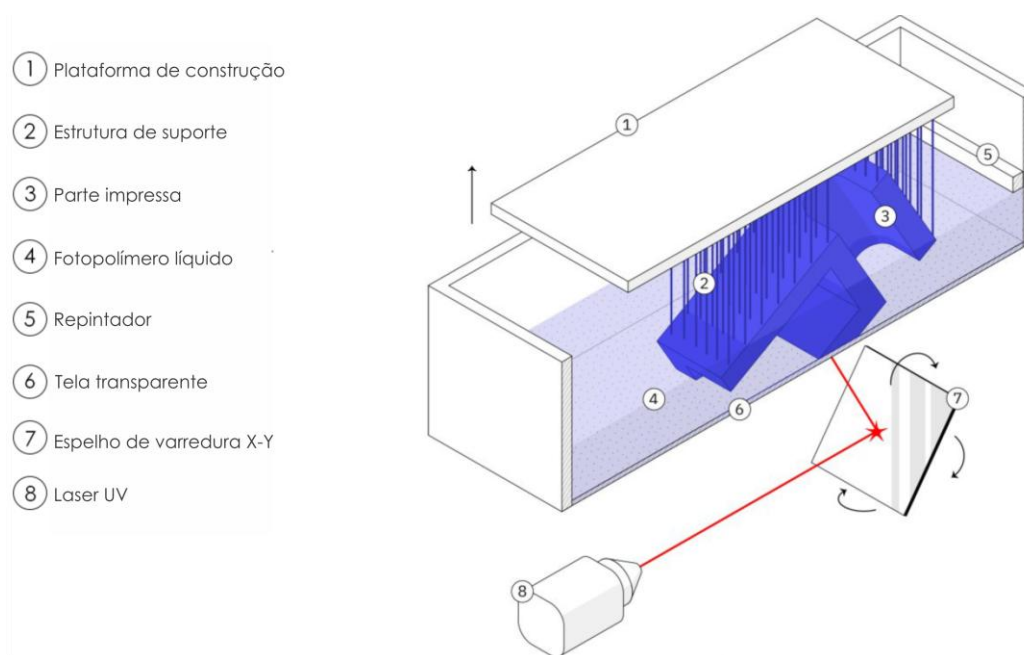
#### 3.6.4 Fotopolimerização em cuba (*Stereolithography - SLA*)

A estereolitografia é um método de impressão 3D que utiliza materiais como fotopolímeros - resinas plásticas líquidas. Quando essa resina é exposta à luz ultravioleta (UV) ou luz visível, ela se transforma em um material sólido, e um processo conhecido como fotopolimerização catiônica ou reação de radical livre. O sistema de estereolitografia é composto por quatro componentes-chave: um reservatório que contém resina de fotopolímero, um laser ultravioleta, uma plataforma de construção que se desloca em direção ao reservatório, e uma plataforma gerenciada por computador conforme ilustrado na Figura 20 (Chakraborty, Biswas, 2020).

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://sneakersbr.co/a-nike-foi-alem-do-solado-e-resolveu-criar-o-primeiro-cabedal-impreso-em-3d-o-flyprint/>>.

**Figura 20: Esquema de impressão do método SLA.**



Fonte: Adaptado de Stoykova (2020, p. 12).

O laser ultravioleta é usado para curar e fortalecer um objeto através da formação de camadas e é gradualmente unida até a completa finalização do produto (Stoykova, 2020). Contudo, as propriedades materiais desse processo são frequentemente sensíveis à umidade. Além disso, a exposição à luz solar pode levar à continuação do processo de secagem, afetando as propriedades mecânicas e a aparência do material (Lussenburg, 2014).

As principais vantagens do SLA são a alta precisão e o bom acabamento superficial, assemelhando-se a peças moldadas por injeção. No entanto, as propriedades materiais deste processo muitas vezes são sensíveis à umidade, e a exposição à luz solar pode fazer com que o material continue no processo de secagem, que afeta as propriedades mecânicas e a aparência do mesmo (Lussenburg, 2014).

Em relação às desvantagens, Stoykova (2020) menciona pontos como a necessidade de remover os suportes criados ao redor do produto durante a produção. Outros aspectos negativos incluem o tempo de impressão, o alto custo do material de impressão e a gama limitada de cores disponíveis.

### 3.6.5 Fotopolimerização em Cuba em Aplicações Têxteis e de Moda

A técnica de fotopolimerização tem se destacado no universo da moda, especialmente através das criações da renomada designer holandesa Iris Van Herpen. Em seus projetos, a designer utiliza a impressora Mammoth, cujas dimensões são de 210 cm x 70 cm x 800 cm, para impressões em grande escala. Os componentes usados na confecção dos vestidos são impressos de forma parcial, o que implica um meticuloso trabalho de montagem e finalização inteiramente artesanal para unir as partes. Um exemplo notável dessas peças é o vestido da coleção "Hybrid Holism" (Figura 21), que ilustra o casamento harmonioso entre a tecnologia de impressão e a arte manual.

**Figura 21: Vestido da Coleção *Hybrid Holism*, Iris Van Herpen.**



Fonte: Iris Van Herpen, online (2024)<sup>5</sup>.

Silva (2020) salienta que o método tem várias vantagens, particularmente em relação à sua precisão. No entanto, a limitação de materiais para esta técnica pode ser uma desvantagem ou restrição da tecnologia.

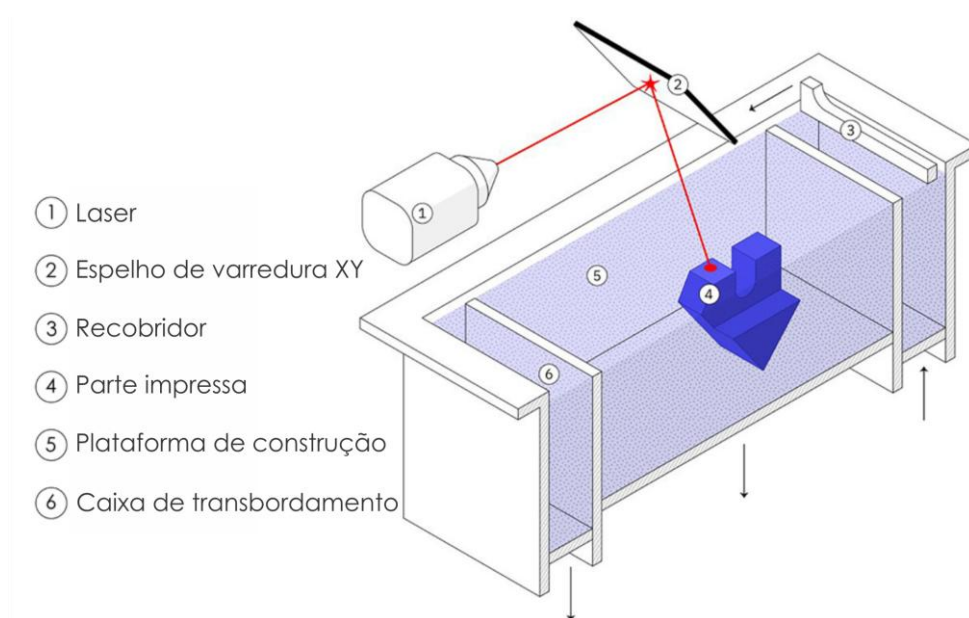
---

<sup>5</sup> Disponível em: <<https://www.irisvanherpen.com/collections/hybrid-holism/runway-15#img-10103>>.

### 3.6.6 Sinterização Seletiva a Laser (*Selective Laser Sintering Process - SLS*)

A sinterização seletiva por laser (SLS) utiliza a tecnologia de feixe de luz controlada por computador para construir objetos camada por camada, por meio de um software de fatiamento. Então o objeto é desenvolvido pela fusão seletiva, com um feixe de laser de varredura, formado com o pó do material escolhido depositados sequencialmente em camadas bidimensionais por meio do processamento (Figura 22).

Figura 22: Esquema de impressão pela técnica SLS.



Fonte: Adaptado de Stoykova (2020, p. 13).

O pó não fundido pelo laser funciona como um material de suporte, que pode ser removido com ar comprimido e, posteriormente, reutilizado em parte. Para reduzir os gradientes térmicos e a energia necessária ao laser, o pó é pré-aquecido a uma temperatura inferior. Cada camada digitalizada representa uma seção transversal solidificada do modelo CAD fatiado do objeto (Stoykova, 2020).

Este é um processo à base de partículas semelhante ao SLA, mas, em vez de um polímero líquido, um material em forma de grânulos é usado. Estes são sinterizados, após isso, uma nova camada é adicionada por rolos ao topo, dessa forma, o laser constrói o produto em camadas bidimensionais. As partículas que não são fundidas pelo laser atuam como um material de apoio, que pode ser removido usando ar comprimido e, posteriormente, parcialmente reutilizado (Chakraborty, Biswas, 2020).

### 3.6.7 Sinterização Seletiva a Laser em Aplicações Têxteis e de Moda

A designer Iris Van Herpen é conhecida pelas suas criações usando impressão 3D. A designer utilizou-se do processo de impressão SLS para projetar um vestido para coleção *Voltage*, onde o SLS foi aplicado para fundir os materiais e produzir inúmeras camadas delicadas de uma linha tecida. Essas camadas criaram uma textura semelhante a rendas. O vestido foi tingido de preto, pois o material utilizado na impressão TPU - termoplástico de poliuretano é originalmente um pó branco. O material e o método de construção conferem ao vestido um visual (Stoykova, 2020) (Figura 23).

**Figura 23: Vestido impresso em TPU para *Voltage* collection, Iris Van Herpen**



Fonte: Iris Van Herpen, online (2024)<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Disponível em: <<https://www.irisvanherpen.com/collections/voltage/behind-the-scenes-1>>.

Notória por suas criações inovadoras em impressão 3D, a designer utilizou o processo de Sinterização Seletiva a Laser (SLS) para conceber um vestido para a coleção Voltage. Nesse processo, o SLS foi empregado para fundir os materiais e gerar numerosas camadas finas de um tecido. Este procedimento resultou em uma textura semelhante à renda. O vestido foi colorido na cor preta, visto que o TPU, material utilizado na sua confecção, é originalmente um pó branco. Tanto o material quanto o método de construção atribuem ao vestido uma aparência distinta (Stoykova, 2020).

Estudos realizados por Beecroft (2019) indicam que o uso de SLS em pó de náilon poderia ter um grande potencial para a impressão de estruturas tubulares de malha baseadas em têxteis, com maior flexibilidade e propriedades mecânicas superiores. O pesquisador também ressaltou o potencial de uso futuro dessa tecnologia em indústrias relacionadas ao vestuário. Além disso, Silva (2020) destaca que a tecnologia SLS tem sido a mais utilizada pelos designers na produção de superfícies, com o náilon sendo o principal material empregado.

### **3.7 TÊXTEIS 3D: ESTRUTURAS E CARACTERÍSTICAS**

A impressão 3D de materiais de vestuário, mesmo em sua fase inicial, já pode ser vista como uma revolução na indústria têxtil e da moda. Isso acontece porque essa tecnologia permite a criação de uma estrutura completa de roupas em um ambiente virtual. Os materiais utilizados na confecção de vestuário a 3D são predominantemente impressos pela técnica de FDM, devido ao seu baixo custo, facilidade de manuseio e ampla variedade de matérias-primas (filamentos), quando comparada a outras técnicas (Dip et al., 2020).

A manufatura aditiva possibilita a análise do design integrada à sua configuração, apresentando uma composição diferente daquela usada na produção de roupas. Isso resulta na criação de estruturas e formas para

entrelaçar os fios de maneira que não sejam mais tecidos, mas sim forme uma superfície vestível (Silva, 2020).

A partir de construções de tecidos tradicionais traduzidas em código digital, diferentes configurações são testadas para produzir materiais impressos em 3D, com formas semelhantes à malha ou tecido plano. Além disso, alterando a geometria (forma) e o tamanho da impressão, as propriedades de dobra das estruturas impressas em 3D podem ser manipuladas e resultar em produtos que atendam às características dos têxteis convencionais (Spahiu, Canaj, Shehi, 2020).

As superfícies estruturadas e produzidas pela técnica de manufatura aditiva tendem a ser rígidas e sólidas. No entanto, pesquisas conduzidas por Melnikova et al., (2014) revelam a construção de estruturas flexíveis capazes de se moldar de acordo com o formato e o movimento de objetos, numa tentativa de fabricar tecidos com maior flexibilidade.

Embora ainda não seja possível replicar as características do tecido convencional com estruturas semelhantes projetadas e impressas em 3D, pode-se atingir alguns graus de permeabilidade e flexibilidade (Brooke, 2021). Ademais, a estrutura de laçadas, comumente encontrada em tecidos de malha, pode ser substituída pela geometria vinculável da manufatura aditiva, demonstrando a flexibilidade e a maleabilidade necessárias (Dip et al., 2020).

As estruturas têxteis tridimensionais possuem a capacidade de explorar as propriedades mecânicas dos materiais empregados na impressão. Adicionalmente, a utilização e montagem de conexões entre as geometrias podem ocasionar o deslocamento linear das partes que as constituem, proporcionando, assim, a flexibilidade do material (Beecroft, 2019).

Existem duas abordagens possíveis para a produção de têxteis impressos em 3D. A primeira consiste na criação de uma nova textura de superfície 3D em qualquer tecido já existente. A segunda abordagem envolve a impressão de

estruturas têxteis em 3D, com base em simulações de estruturas de malhas e tecidos planos.

Geralmente, as superfícies estruturadas e produzidas usando a técnica de impressão 3D tendem a ser rígidas e sólidas, dependendo do material utilizado e do método de impressão. No entanto, quando se trata de desenvolver estruturas que permitam a movimentação dos objetos, é possível obter têxteis com propriedades mais flexíveis (Dip, et al., 2020).

Para imprimir um tecido 3D, é preciso inicialmente criar dados estruturais em um software CAD. Esses dados incluem a geometria que será replicada para formar módulos. Esses, portanto, estabelecerão um padrão que compõe a superfície do projeto. A próxima etapa é converter este projeto em um formato padrão de impressão 3D, que irá "fatiar" o desenho para ser impresso camada por camada (Rashid, 2019).

### 3.7.1 Geometria na Impressão 3D

Um tecido convencional é geralmente estruturado em forma de plano ou malha, e a maneira como é tecido ou tricotado pode ser ajustada para atingir a aparência e as propriedades desejadas. Similarmente, na impressão 3D, a manipulação de diferentes estruturas permite criar produtos com características relevantes para o vestuário. Além disso, a estrutura do tecido impacta a sensação ao toque, a fluidez e a aparência do material, sendo um elemento crucial para o sucesso de um projeto têxtil (Silva, 2020).

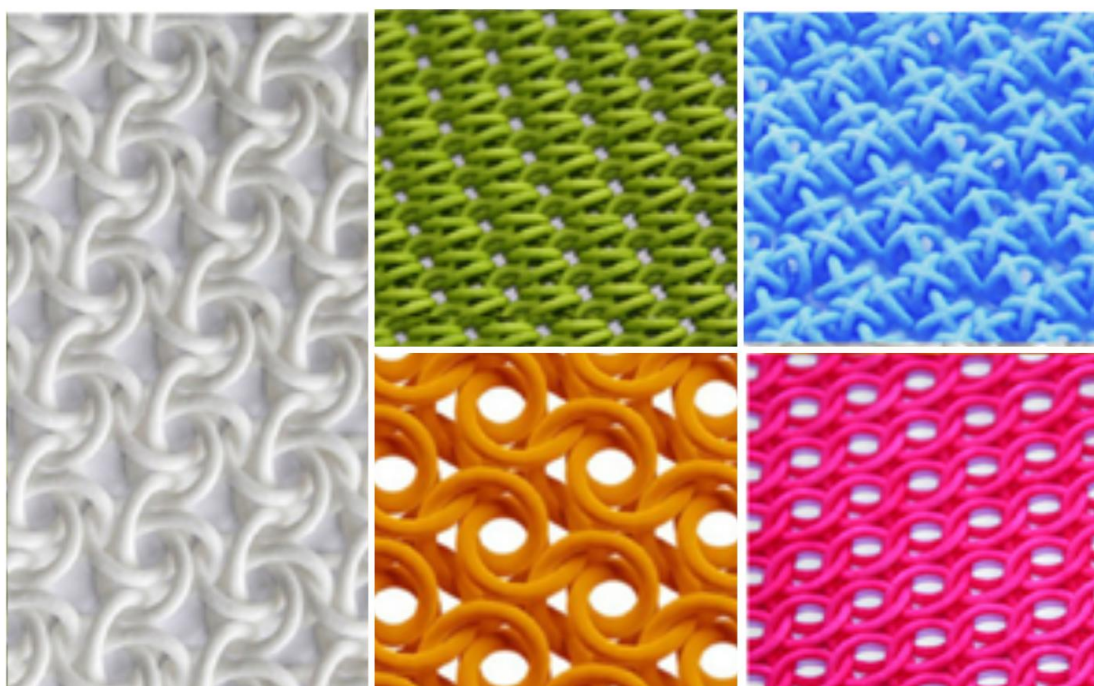
A superfície têxtil impressa em 3D é obtida através de uma estrutura composta por módulos geométricos recorrentes. Esses módulos são formados por geometrias, que são, por definição, figuras geométricas que se repetem e se conectam em pontos específicos. Essas figuras podem ser organizadas em sequências horizontais e verticais, em ângulos pré-determinados, ou até mesmo

em curvas. Independentemente da direção, todas devem resultar em uma malha estrutural consistente (Tapia, 2016).

Silva (2020) apresenta estudos que destacam a variedade de estruturas geométricas empregadas na formação das superfícies têxteis. Nessa perspectiva, a dimensão e o formato da geometria aplicada na construção final geram os mecanismos articulados. Esses mecanismos permitem atingir um comportamento único na manipulação e flexão de um modelo impresso em 3D (Gürcüm et al., 2018; Peng et al., 2015).

Observa-se que a criação da estrutura têxtil em 3D inicia-se com a elaboração e a repetição de módulos geométricos. Estas unidades exibem ligações que funcionam como um sistema de conexão entre as partes formadas, agindo como uma espécie de dobradiça ou costura para uni-las. Os módulos, que podem variar em tamanho ou serem justapostos, formam uma geometria através da simetria de rotação. Além disso, o entrelaçamento pode gerar um encaixe semelhante à estrutura de um tricô (Figura 24).

**Figura 24: Estruturas têxteis impressas em 3D.**



Fonte: Elaborado pela autora com base em Silva (2020, p. 56).

As possibilidades de impressão 3D para estruturas têxteis flexíveis exibem uma flexibilidade esperada, utilizando estruturas interligadas descontínuas. Estas são frequentemente referidas como montagens múltiplas, pois são compostas por partes separadas, montadas posteriormente (Hague, Dickens, Hopkinson, 2005).

A exemplo, as peças fabricadas em cota de malha impressas em 3D de Jiri Evenhuis e Janne Kyttanen nos anos 2000 (Figura 25), assemelham-se a malha de metal usada nas armaduras da Idade Média, devido à configuração dos elos entrelaçados - na forma de loops (rotações) fechados e outras geometrias de interligação fechada -, chamados de montagens múltiplas. Essas montagens resultam em estruturas maleáveis devido às partes integradas entre si, em função dos anéis interligados e estruturas articuladas (Lussenburg, 2014; Dip et al., 2020).

**Figura 25: A) Malha impressa em 3D; B) Malha medieval em metal.**



Fonte: (A) 3D systems, online (2024); (B) Medieval, online (2024)<sup>7</sup>.

Portanto, em termos de flexibilidade, pode-se dizer que o têxtil impresso em 3D só será articulável se for construído com segmentos

---

<sup>7</sup> Disponível em: (A) <<https://au.3dsystems.com/blog/foc/foc-textiles-to-permanent-collection-at-moma>>; (B) <[https://medieval.fandom.com/pt/wiki/Armadura\\_de\\_Malha](https://medieval.fandom.com/pt/wiki/Armadura_de_Malha)>.

articulados, onde em vez de esticar, o tecido terá a capacidade de se estender devido ao movimento dentro dos loops presentes na geometria.

Outro exemplo é a estrutura Zeta, criada por Andreas Bastian, que apresenta movimento e fluidez. Isso se deve à polarização e ao direcionamento das linhas em padrão zigue-zague, a um ângulo de 45° a partir do eixo vertical. Esta estrutura é parte das peças da coleção da designer Danit Peleg, impressas em filamento TPU (Kim et al., 2019) (Figura 26).

**Figura 26: A) Material mesoestruturado impresso (estrutura zeta), por Andreas Bastian; B) Jaqueta bomber desenvolvida pela designer Danit Peleg.**



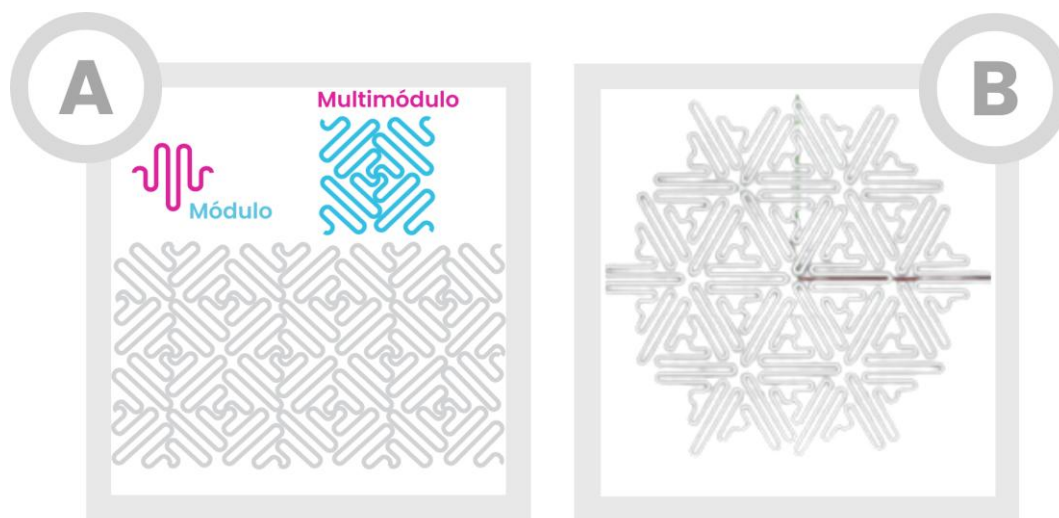
Fonte: (A) 3D print, online (2024); (B) Danit Peleg, online (2024)<sup>8</sup>.

A pesquisa de Silva (2020) descreve o desenvolvimento do "Módulo Molas", que utiliza a simetria de translação de um formato em espiral. O objetivo era criar uma superfície que apresentasse distorção multidirecional, visando alcançar uma elasticidade flexível. Este módulo é semelhante ao usado no desenvolvimento da Jaqueta Bomber, criada pela designer israelense Danit Peleg, em 2014 (Figura 27).

---

<sup>8</sup> Disponível em: (A) <<https://3dprint.com/2739/bastian-mesostructured/>>; (B) <[www.danitpeleg.com/the-birth-of-venus/](http://www.danitpeleg.com/the-birth-of-venus/)>.

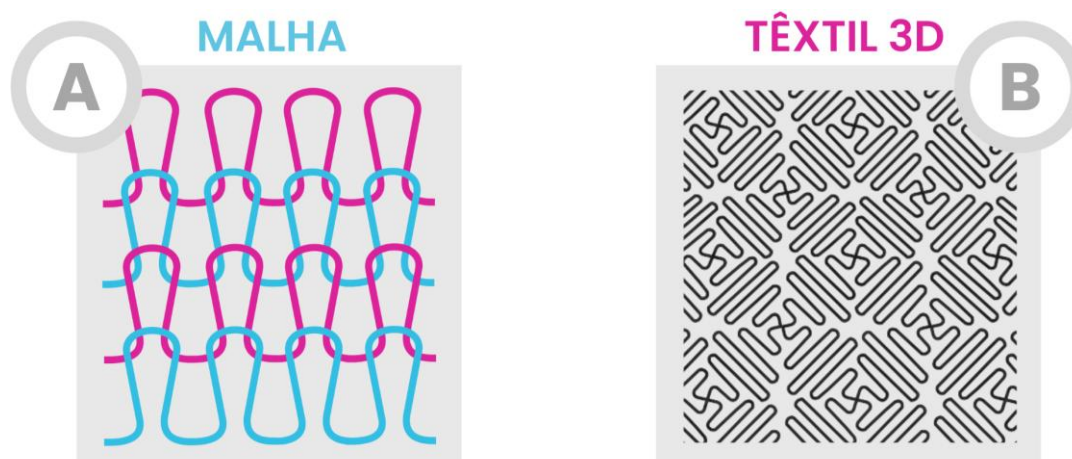
Figura 27: A) Esquema de repetição do módulo da jaqueta bomber; B) Módulo de molas Silva (2020).



Fonte: Adaptado de Silva (2020, p. 105, 131).

Assim, entende-se que as configurações de geometria e sua aplicação nos sistemas de módulos, multimódulos e repetição, são similares à formação de um tecido. Esse processo de construção da tecelagem cria a estrutura do tecido e, na produção da malha, o padrão geométrico assemelha-se às laçadas resultantes na malharia, conforme apontado por Lussenburg (2014) (Figura 28).

Figura 28: (A) Construção da malha convencional; (B) Construção da geometria estrutural zeta 3D.



Formada com as laçadas entrelaçando-se horizontal e verticalmente, os pontos de malha passam a configurar uma estrutura simétrica, como uma matriz, constituída de carreiras e colunas (ELSASSER, 2010).

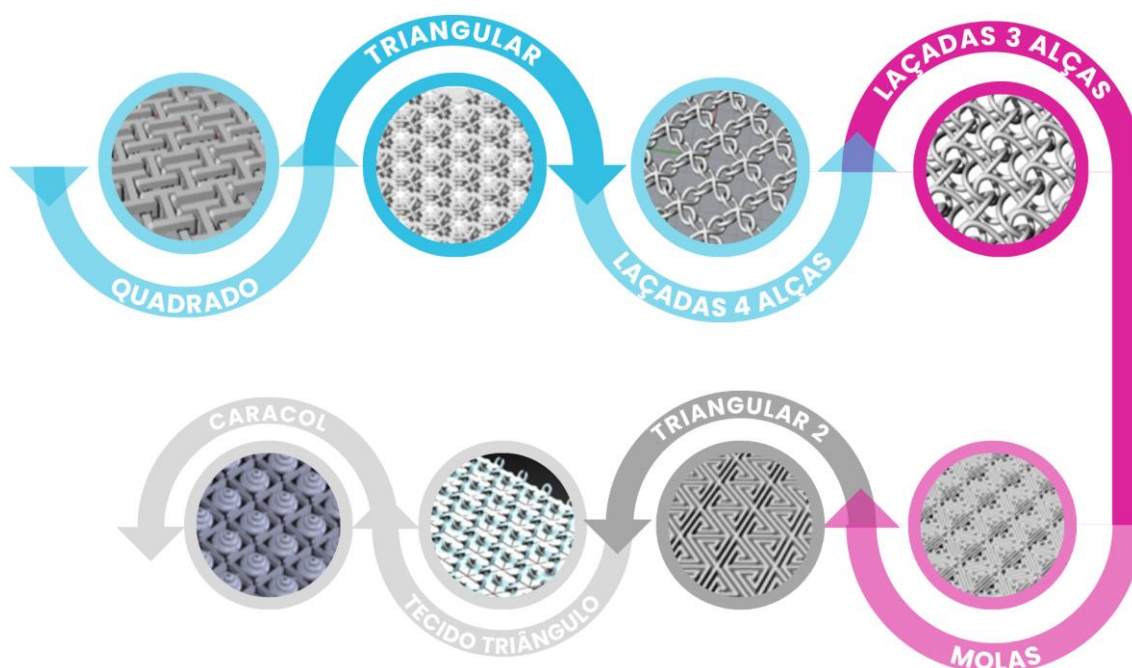
Geometria zeta, construção da estrutura do têxtil 3D em ângulo de 45°, seu formato permite a distorção no sentido vertical e horizontal (TAPIA, 2016).

Fonte: Elaborado pela autora com base em Tapia (2016).

No processo de impressão 3D, a "tecelagem" dos filamentos é realizada pela interligação de módulos através de elos ou sistemas de conexão. Esses elementos permitem a repetição até a formação de uma superfície similar a um tecido. Nesse contexto, o tamanho e a forma da geometria aplicada na estrutura final resultam em mecanismos articulados.

Esses mecanismos possibilitam um comportamento distinto na manipulação e flexão de uma estrutura impressa em 3D (Gürcüm et al., 2018; Peng et al., 2015). A Figura 29 exibe as geometrias usadas na criação de produtos de vestuário impressos em 3D, de acordo com as pesquisas de Silva (2020) e Hornburg (2019).

**Figura 29: Diferentes geometrias para impressão 3D.**

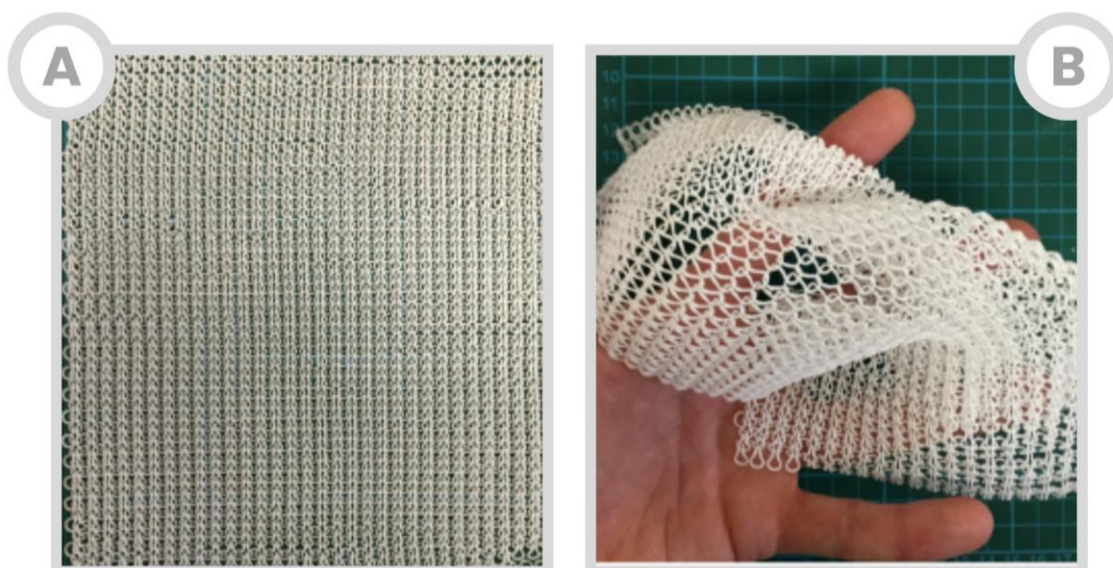


Fonte: Adaptado de Silva (2020, p. 119-132); Hornburg (2019, p. 340-341).

Com base nas geometrias apresentadas, observa-se uma semelhança: todas formam elos ou estabelecem conexões entre os módulos. Dentre estas, uma se sobressai na criação de superfícies para produtos comerciais de vestuário, conforme destacado por Silva (2020).

Além dos formatos já mencionados, existem outras geometrias utilizadas na produção de vestuário, referidas como malhas 3D, conforme Kim et al., (2019). Como um exemplo ilustrativo, Beecroft (2019) evidenciou em sua pesquisa a viabilidade de empregar a técnica de Sinterização Seletiva a Laser (SLS) com pó de náilon para imprimir estruturas de tricô de trama única e dupla (Figura 30).

**Figura 30: (A) Estrutura de malha de trama contraída; (B) Elasticidade por trás da peça tricotada em trama.**



Fonte: Adaptado de Beecroft (2019, p.6).

Quando impressas em diversas espessuras, estas estruturas exibem propriedades mecânicas como flexibilidade, resistência e elasticidade, tornando-as potencialmente adequadas para a indústria têxtil. Pesquisas adicionais em variados tipos de materiais em pó, por exemplo, o poliuretano termoplástico (TPU), podem resultar em tecidos mais suaves, mais adequados para aplicações na moda (Beecroft, 2019).

As malhas tridimensionais podem ser impressas a partir de um arquivo com extensão \*.STL, disponível gratuitamente em sua maior parte em plataformas online, como a Thingiverse. Nessa plataforma, é possível baixar o

arquivo e proceder com a impressão. Essa operação requer apenas o filamento, uma impressora e um software de modelagem 3D, tal como o SolidWorks®.

Embora ainda haja algumas restrições ligadas às características essenciais de uma peça de vestuário, como o ajuste e o conforto, a tecnologia de impressão 3D modifica a estrutura convencional do tecido - formada pelo entrelaçamento de fios na trama e no urdume, ou em carreiras e colunas no caso das malhas -, matéria-prima utilizada na construção do vestuário. Essa mudança apresenta uma perspectiva inovadora para a construção do tecido, em que o material é produzido ao juntar pequenas geometrias, manipuladas com conectores flexíveis até se obter um módulo maior. Este módulo, então, é conectado a outros para formar uma peça completa, o que pode influenciar a estética da peça final (Gürcüm et al., 2018).

Desse modo, ao tratar-se do desenvolvimento de superfícies por meio de tecnologia de impressão 3D, torna-se necessário o estudo da geometria e sua relação com o processo de formação e conceituação de uma superfície bidimensional por meio de malhas geométricas e softwares gráficos.

## 4 TÊXTEIS: ESTRUTURA E CARACTERÍSTICAS

O termo "têxtil" refere-se a uma variedade de produtos fabricados a partir de uma vasta gama de componentes. Estes podem ser naturais, sintéticos ou compostos e se apresentar em formas como fibras, filamentos, fios ou tecidos (Sarina, 2021). Os têxteis são materiais criados a partir do entrelaçamento de fios, desempenham diversas funções, entre as quais se destaca a proteção do corpo humano a partir da fabricação de roupas, cobrindo o corpo e protegendo-o das intempéries. Além das funções básicas que desempenham desde a sua origem, os têxteis agora possuem um papel estético na sociedade. Eles são usados para autoexpressão, personalização e representação da condição social de uma classe.

Os produtos feitos a partir de materiais têxteis são geralmente identificados com base na matéria-prima usada em sua produção. Normalmente, o nome da fibra é usado para descrevê-los, tais como camisa de algodão, cachecol de lã, parka de náilon, entre outros (Stoykova, 2020).

Os têxteis possuem uma vasta gama de aplicações, incluindo usos domésticos como carpetes, revestimentos de móveis, roupas de cama, cortinas e toalhas. No setor industrial, são empregados em tecidos filtrantes, materiais de absorção de ruído, correias transportadoras, cordas e mangueiras. Adicionalmente, são usados para reforçar materiais compostos na área geotécnica (DIP et al., 2020). Recentemente, uma nova aplicação foi adicionada ao campo têxtil: a estrutura de tecido impressa em 3D (Chakraborty; Biswas, 2020).

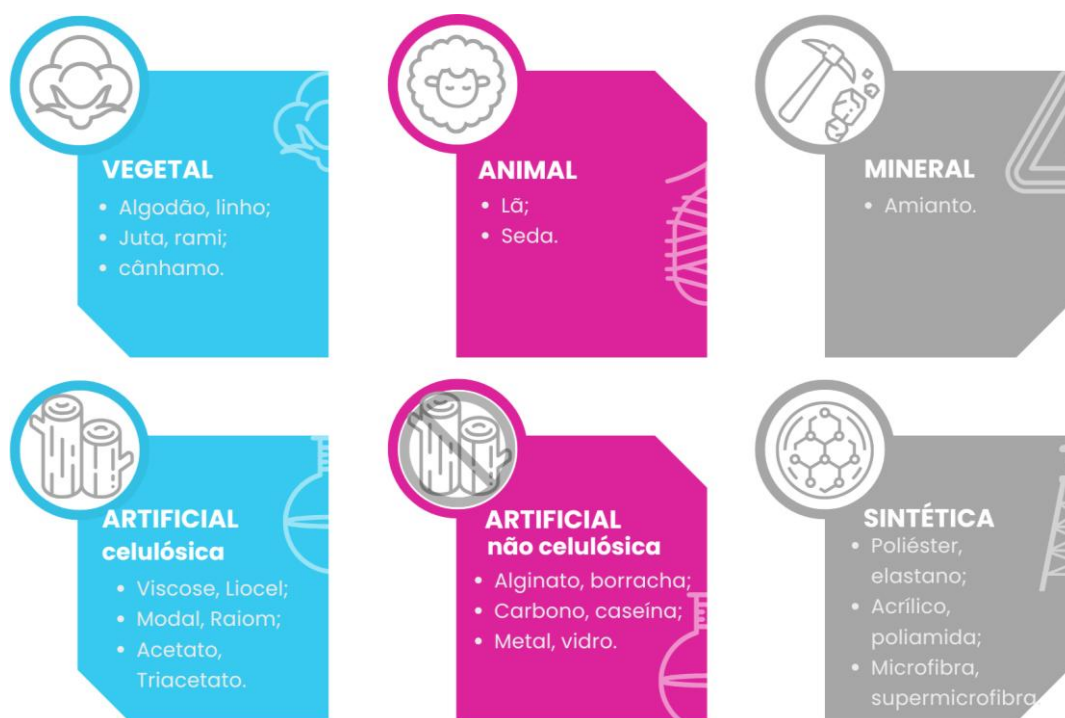
As definições de fios e fibras serão apresentadas nas próximas seções, juntamente com os métodos de produção e as propriedades dos materiais têxteis.

## 4.1 FIBRAS E FIOS

As fibras, materiais longos, finos e flexíveis, formados a partir de fios, constituem a base de todos os produtos têxteis. Elas podem ser classificadas em três categorias distintas: naturais, artificiais e sintéticas, cada uma com suas características e qualidades únicas.

A maneira pela qual as fibras são tecidas e o comprimento do fio — curto ou longo — impacta tanto no desempenho quanto na estética do tecido (Udale, 2015). A Figura 31 apresenta as principais fibras empregadas na produção de tecidos para a indústria de vestuário e outros setores industriais.

**Figura 31: Principais fibras têxteis e suas classificações.**



Fonte: Adaptado de Bem (2021, p. 38).

É essencial entender as definições dos principais tipos de fibras utilizadas na indústria, após a apresentação delas. Estas podem ser naturais, oriundas de fontes vegetais, animais ou minerais, ou sintéticas e/ou artificiais, conforme o Quadro 5.

#### Quadro 4: Definição dos principais tipos de fibras utilizadas na indústria.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Udale (2015); Stoykova (2020).

Além das mencionadas, há outras fibras naturalmente encontradas ou fabricadas de forma artificial. Estas possuem propriedades que determinam seu uso na indústria, sendo assim, é crucial entender tanto as fibras quanto suas características. Há uma variedade de propriedades vitais das fibras empregadas na fabricação de têxteis. Segundo Goswami et al. (2004), essas propriedades podem ser categorizadas como dimensionais, físicas, mecânicas e gerais (Figura 32).



Fonte: Adaptado de Stoykova (2020, p. 24).

**Propriedades dimensionais:** são determinantes para a qualidade do material, incluindo o comprimento, a proporcionalidade de finura e a configuração da seção transversal. No aspecto longitudinal, é essencial que os filamentos tenham pelo menos 6 a 7 mm para garantir que possam ser utilizados na produção de fios. No entanto, filamentos mais curtos podem ser empregados na fabricação de não-tecidos. Filamentos mais finos são mais fáceis de torcer, resultando em fios de maior flexibilidade e textura, com um caimento sofisticado e brilho acentuado, devido ao reflexo da luz sem distorções.

**Propriedades físicas:** os dois fatores principais a considerar são a densidade e a ondulação das fibras. A densidade influencia tanto o peso quanto o volume dos tecidos. Por outro lado, a ondulação da fibra facilita o entrelaçamento das fibras, formando um fio. Quanto mais emaranhadas estiverem as fibras, mais resistente será o fio produzido.

**Propriedades mecânicas:** os fatores que determinam o desempenho da fibra, e conseqüentemente do tecido, incluem resistência, alongamento, flexibilidade, recuperação e rigidez à flexão.

**Propriedades gerais:** as características de atrito, umidade e térmicas são fundamentais. Coeficientes de fricção baixos podem resultar na perda de resistência do fio devido ao deslizamento. No entanto, coeficientes altos podem dificultar o manejo do fio. Umidade e as propriedades térmicas são cruciais para o conforto do tecido final. Fibras que absorvem água contribuem para manter a pele seca, enquanto a capacidade de retenção de calor ajuda a manter a temperatura da pele consistente.

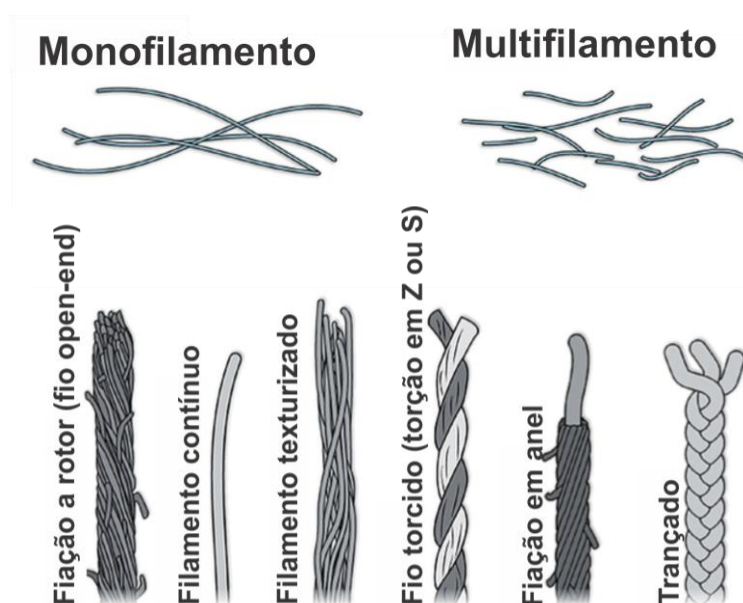
Segundo Goswami et al., (2004), existem diversos fatores que influenciam as características dos tecidos durante o processo de produção têxtil,

como a maciez, durabilidade, resistência à abrasão e química, além da proteção ultravioleta.

O fio é definido como uma série linear de filamentos ou fibras, torcidos ou unidos de outras formas, processados puros ou em combinação, possuindo notáveis propriedades de resistência à tração e elasticidade. Dentre os vários tipos de fios produzidos comercialmente, é possível perceber uma ampla gama de funções e designs aplicáveis (Stoykova, 2020).

A produção de fios se dá pelo processo de fiação, que se divide em três etapas sequenciais. Primeiramente, ocorre a trefilação das fibras, em que as fibras do cordão inicial são alinhadas ao longo do eixo do fio na densidade correta. O próximo passo é a união das fibras, garantindo coesão suficiente para a formação de fios homogêneos. Este processo pode ser realizado por torção, emaranhamento, enrolamento ou junção das fibras, os quais são categorizados de acordo com sua formação. Finalmente, os fios são enrolados em uma bobina ou outro tipo de embalagem. Conforme Lewin (2007), os fios podem ser classificados em duas categorias básicas, dependendo do tipo de fibra (Figura 33).

Figura 33: Tipos de fios.



Fonte: Adaptado de Stoykova (2020, p. 20).

- **Monofilamento** - fios com apenas um filamento;
- **Multifilamento** - muitos filamentos são torcidos juntos para formar fios multifilamentos;
- **Fios descontínuos ou torcidos** - são definidos como fios montados de fibras torcidas juntas para formar um fio contínuo conforme as propriedades exigidas.

Existem diferentes fios, fibras e métodos de fiação que podem ser utilizadas no processo de produção têxtil, em que para cada uma, haverá uma classificação conforme as propriedades físicas e de desempenho necessárias para o têxtil.

## 4.2 PRODUÇÃO TÊXTIL

Ainda no século XVII, a fabricação têxtil era manual, feita por mulheres com fibras naturais. Após a revolução industrial, esse processo automatizou-se com tecnologias emergentes. No século XIX surgiram as primeiras fibras artificiais, seguidas por sintéticas no século XX, com aumento da produção pós-Segunda Guerra Mundial.

Nesse cenário de inovações e transformações, é impossível ignorar o impacto do poliéster na indústria têxtil. Desenvolvido em meados do século XX, esse material sintético se consolidou como um marco na modernização da fabricação têxtil, sobretudo após a Segunda Guerra Mundial, quando a demanda por tecidos duráveis e de baixo custo explodiu. No contexto brasileiro,

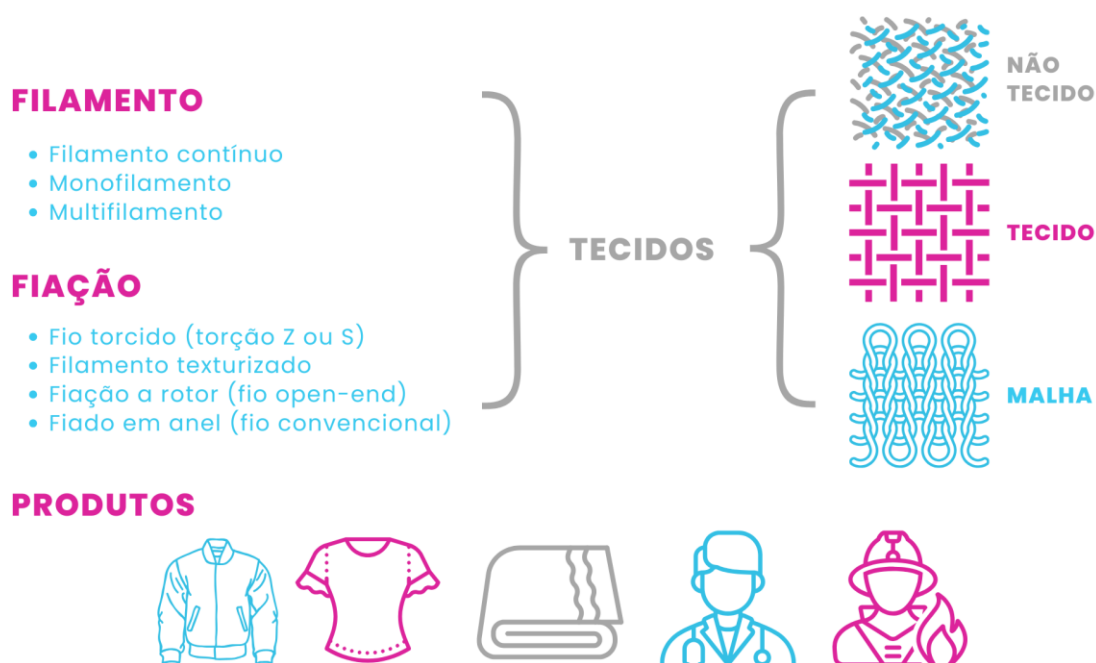
“[...] após o término do conflito bélico, mesmo com a inserção do algodão e o desenvolvimento fabril, os maquinários ficaram obsoletos em relação a outros países, como os Estados Unidos da América (EUA), a França e a Inglaterra, que já produziam, além dos fios naturais, os fios não naturais (artificiais e sintéticos). [...] Fios como o náilon e o poliéster eram

produzidos em grande escala pelas indústrias química e petroquímica com elementos derivados do petróleo” (Vasques, 2018, p. 25).

Embora este seja apenas um recorte de um grande contexto de avanços históricos, cabe destacar que a indústria têxtil vive em constante evolução, introduzindo novas fibras e métodos de produção inovadores. O objetivo principal deste século é criar fibras que sejam não apenas sustentáveis e funcionais, mas também personalizáveis para atender às necessidades específicas dos usuários (Horrocks; Anand, 2015).

O processo de produção têxtil consiste na criação de uma estrutura a partir de diversas fibras, que se adequa às especificidades do produto de vestuário que se pretende fabricar. Nessa perspectiva, podemos identificar três tipos de estruturas: tecidas, tricotadas e não tecidas (Figura 34).

**Figura 34: Representação geral das estruturas têxteis mais comuns produzidas usando processos têxteis.**



Fonte: Adaptado de Chatterjee, Ghosh (2020).

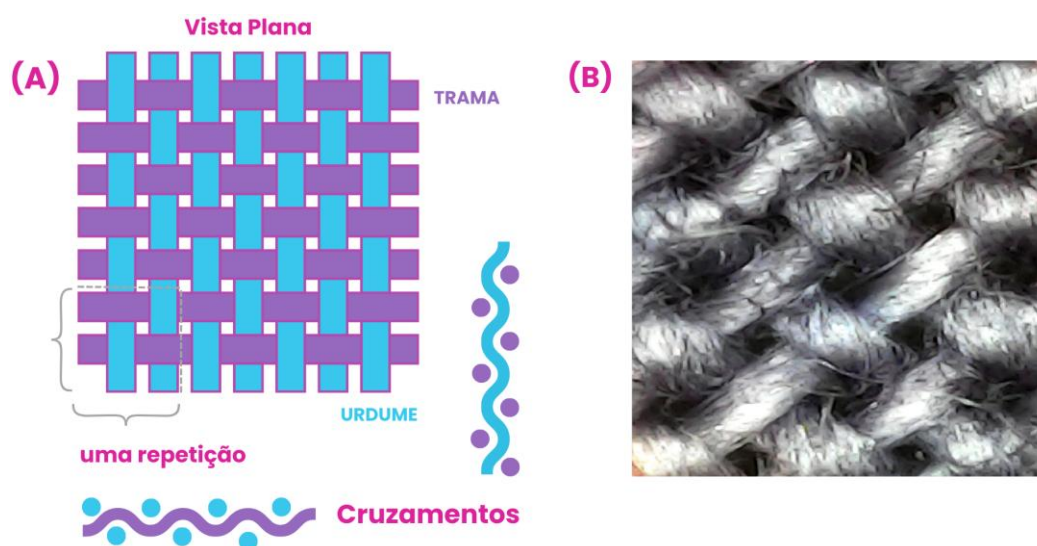
Dito isso, entende-se que os tecidos são categorizados com base em sua estrutura, isto é, na maneira como os fios são entrelaçados para formar o tecido. Espera-se que as estruturas têxteis resultem em características notáveis como boa resistência mecânica, aparência agradável, caimento adequado e o efeito pretendido em termos de estabilidade, elasticidade e tamanho.

No próximo tópico, serão descritas as principais estruturas, para podermos entender melhor como se processa a formação a partir dessas configurações.

#### 4.2.1 Tecido Plano e Malha

A tecelagem é o processo pelo qual dois conjuntos de fios são entrelaçados para criar uma estrutura plana. Esses conjuntos de fios são identificados como a trama e o urdume. Eles são entrelaçados em um ângulo reto: o urdume é disposto verticalmente e a trama, horizontalmente. A interseção perpendicular desses fios resulta na formação do tecido (Stoykova, 2020) (Figura 35).

**Figura 35: (A) Tecido construído em trama simples - vista plana e seções transversais de urdidura e trama; (B) Vista microscópica da construção do tecido**



Fonte: Adaptado de Sondhelm (2000, p. 63); Acervo Tecidoteca UEM (2024)<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Imagem obtida pela autora durante a análise de um tecido plano em Microscópio Profissional Digital Zoom 1600x Usb Cam 2.0 Mp, no decorrer da participação no Projeto de Extensão Tecidoteca UEM.

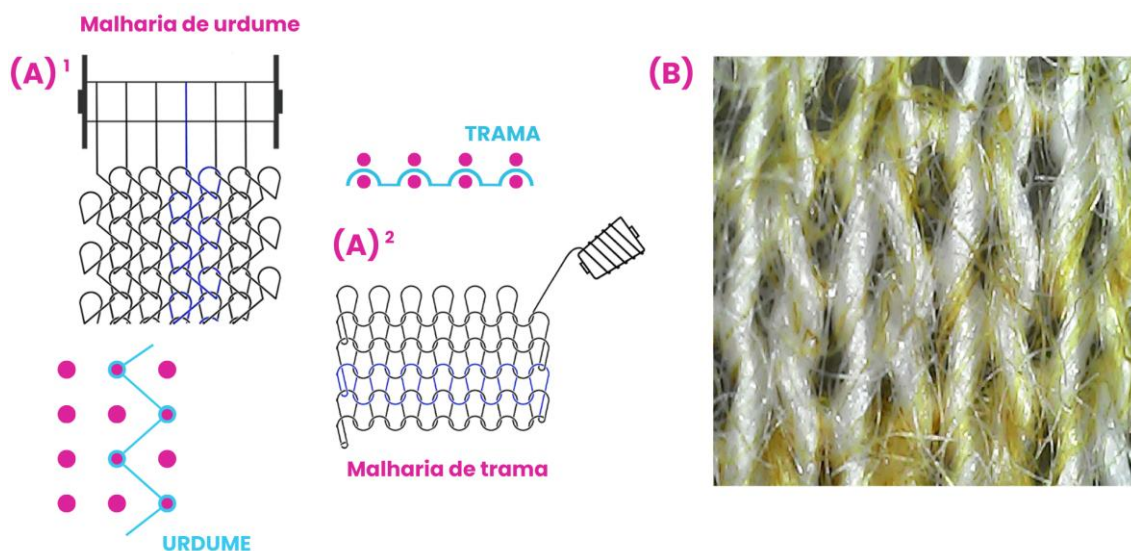
Os fios de urdume correm ao longo do tecido, enquanto os fios de trama estão dispostos na largura dele. Um terceiro elemento compõe o tecido: a ourela. É uma pequena faixa nas extremidades do tecido - geralmente feita com larguras de 0,5 a 1 cm - com maior densidade de fios, garantindo uma estrutura que não desmanche facilmente. Geralmente, os tecidos são estáveis e fortes, menos elásticos, mas mais fáceis de cortar e costurar do que estruturas de malha (Sondhelm, 2000).

O termo malharia é usado para descrever a criação de uma superfície composta por fios que se entrelaçam e se apoiam tanto lateral quanto verticalmente. Essa estrutura confere maior elasticidade e flexibilidade, uma vez que os pontos de conexão dos fios são móveis, permitindo que as laçadas deslizem umas sobre as outras quando tensionadas.

A superfície resultante apresenta dimensões instáveis e pouco rígidas, o que a torna facilmente deformável sob tensão. Além disso, ela é flexível, permeável e pode fornecer calor, variando de acordo com fatores como o tipo de fibra e a densidade da malha (Horrocks; Anand, 2000).

O tricô de urdidura e o de trama são duas das técnicas de tecelagem mais frequentemente utilizadas na construção desse tipo de estrutura têxtil. A principal diferença entre os dois reside na direção em que o fio é introduzido. No tricô de urdidura, o fio é inserido longitudinalmente, promovendo a torção do fio. Por outro lado, no tricô de trama, o fio é inserido de maneira transversal (Carpi; Pucciani; De Rossi, 2007) (Figura 36).

Figura 36: (A) Malha construída em urdidura<sup>1</sup> e em trama<sup>2</sup>; (B) Vista microscópica da construção do tecido.



Fonte: Adaptado de Horrocks; Anand (2000, p. 96); Acervo Tecidoteca UEM (2024)<sup>10</sup>.

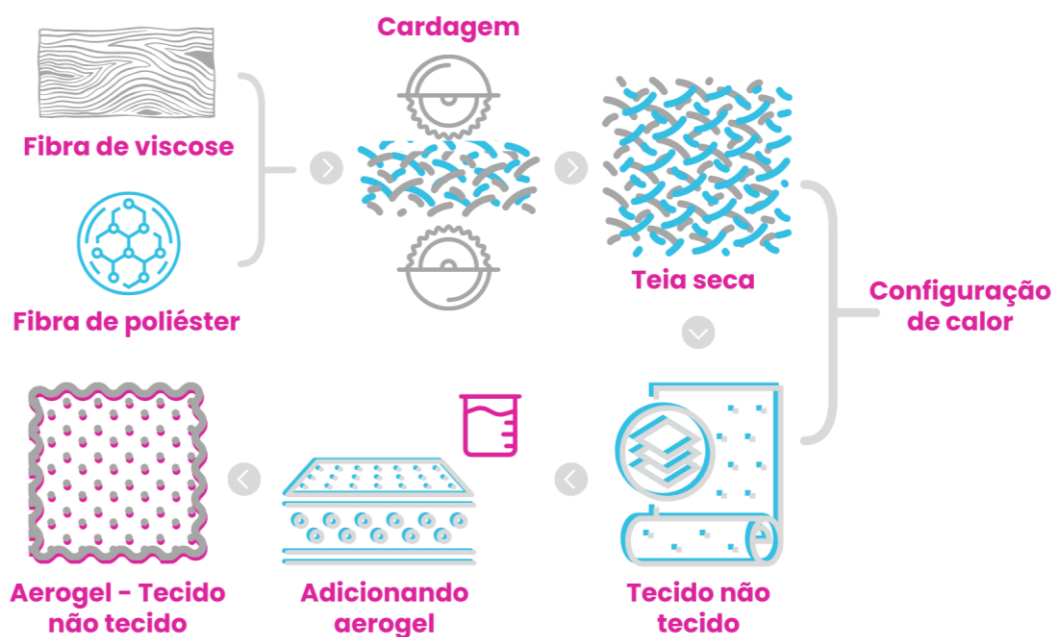
Comparados aos tecidos planos, os tecidos de malhas podem não apresentar a mesma estabilidade, força e flexibilidade, no entanto, superam em termos de caimento. As estruturas tricotadas estão propensas a um fenômeno conhecido como relaxamento, que modifica permanentemente sua forma. O relaxamento seco é um processo que ocorre logo após a produção, causado pela retirada da tensão aplicada durante o processo de fabricação. Um relaxamento adicional pode ser obtido ao submergir o tecido em água e aquecê-lo. No decorrer do uso, o relaxamento se manifesta gradualmente, seja por desgaste, lavagem ou uso indevido (Stoykova, 2020).

Os tecidos não-tecidos são estruturas planas, flexíveis e porosas, formadas pelo acúmulo direto de camadas de fibras ou filamentos têxteis, dispostos em formato de véu ou manta. Ao contrário de outras estruturas, não apresenta uma organização definida de sentido e direção. A composição desses tecidos ocorre por meio de camadas fundidas do material, resultando em uma mistura de fibras, cuja união é feita por meio de métodos de entrelaçamento

<sup>10</sup> Imagem obtida pela autora durante a análise de um tecido plano em Microscópio Profissional Digital Zoom 1600x Usb Cam 2.0 Mp, no decorrer da participação no Projeto de Extensão Tecidoteca UEM.

mecânico, ligação térmica ou adesiva (Smith, 2000). Diferente das outras estruturas, essa não possui uma ordenação de sentido e direção. Sua formação é feita em camadas aglutinadas do material, formando uma combinação das fibras, usando métodos de entrelaçamento mecânico, ligação térmica ou adesiva (Smith, 2000) (Figura 37).

Figura 37: (A) Processo de obtenção do não tecido.



Fonte: Adaptado de Bhuiyan et al. (2020 p. 2408).

Historicamente, a indústria de não-tecidos evoluiu de diferentes setores das indústrias têxtil, de papel e de polímeros, e hoje possui uma identidade separada e distinta. Os principais segmentos de mercado para tecidos não-tecidos em termos de volume são em higiene, construção, lenços umedecidos e filtração.

A principal diferença entre os não-tecidos e os tecidos de malha ou tecidos plano, é o fato de os dois últimos serem feitos de fios. Como o fio não é usado para não-tecidos, seu processo de produção é mais rápido e simples. O fator comum a todos os processos de produção de não-tecidos é que eles são

realizados em duas etapas: a primeira etapa é a preparação das fibras, a segunda etapa é o processo de colagem (Stoykova, 2020).

Durante a etapa de preparação das fibras, estas são organizadas em uma estrutura denominada teia – camada delgada de fibras que, quando empilhadas, formam uma manta. Essa união pode ocorrer por meio de ligações mecânicas, com a amarração dos fios auxiliada por agulhas e água sob alta pressão. As ligações químicas utilizam um aglutinante em formato líquido, espuma ou pó. Já as ligações térmicas, usam o calor como principal estratégia de colagem (Smith, 2000).

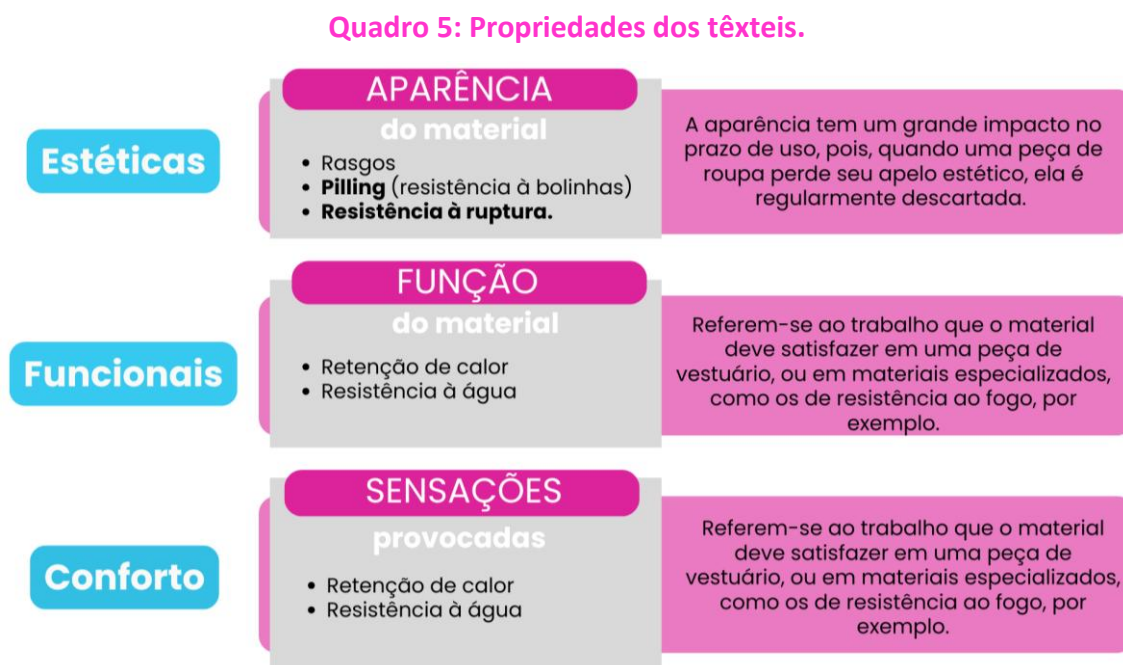
As características dos materiais não-tecidos, conforme descritas por Smith (2000), são influenciadas por diversos fatores. Esses incluem o tipo de fibra, o agente ligante e a orientação das fibras. Fibras menores são favorecidas por diversas razões: proporcionam uma distribuição de filamentos mais uniforme, resultando em poros de menor tamanho, o que leva a uma filtragem mais eficiente, uma textura mais suave e tecidos mais leves.

### **4.3 PROPRIEDADES DOS TÊXTEIS**

A grande maioria dos materiais têxteis, independentemente da sua estrutura ou categoria, necessita atender a determinadas características para ser valorizado no seu respectivo mercado. Estas características incluem a qualidade, a suavidade, a flexibilidade e a resistência. Tais atributos são derivados do processo de fabricação do tecido, que se estende desde procedimentos como extrusão, texturização e torção do fio até a tecelagem (Chatterjee; Ghosh, 2020). Portanto, no desenvolvimento de um método distintamente diferente para a fabricação de têxteis, deve-se basear na compreensão da relação estrutura-propriedade do material fibroso.

Embora haja uma diversidade de materiais, os têxteis compartilham várias particularidades comuns que os tornam apropriados para uso em

vestuário. Essas características podem ser classificadas em três grupos principais: propriedades estéticas, funcionais e de conforto, conforme descrito por Stoykova (2020) no Quadro 5.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Li (2010); Stoykova (2020).

Por isso, não há consenso sobre quais são as características dos têxteis mais importantes, visto que cada tecido apresenta uma função diferente e pode apresentar uma ou um conjunto de propriedades em sua condição final, o tecido. Existe uma particularidade que pode ser vista como um requisito essencial para os têxteis, a flexibilidade, sem ela não é possível criar uma roupa usável (Stoykova, 2020).

Existem também, algumas outras propriedades, frequentemente utilizadas ao retratar materiais, como panejamento, toque e suavidade. O panejamento é caracterizado pela graciosidade com que um tecido envolve algo, em função de sua resistência à flexão e seu próprio peso (Emirhanova; Kavusturan, 2008). Está relacionado a propriedades como flexibilidade, coeficiente de atrito (compressão) e propriedades de superfície (suavidade) (Li, 2010). Essas propriedades podem se manifestar nos materiais em diversos

graus, dependendo da peça de roupa. Por exemplo, uma textura com alto caimento pode ser usada em um vestido, mas não é necessária ao desenhar um blazer. Portanto, eles não devem ser vistos como requisitos, mas como meios para retratar as propriedades dos têxteis (Stoykova, 2020).

Estudos de Li (2010), Lussemburg (2014) e Stoykova (2020), diferentes atributos são desejáveis para os têxteis (Figura 38).

**Figura 38: Atributos desejáveis para os têxteis, considerando a capacidade de adaptação ao corpo.**



Fonte: Adaptado de Lussemburg (2014, p. 33).

A maioria dessas características estão ligadas ao que as pessoas experimentam, apresentadas em extremos, como rígido e flexível na drapeabilidade. Elas também se vinculam a aspectos subjetivos e mensuráveis, que quando combinadas, expressam a qualidade de um tecido. Essa lista de propriedades será usada ao longo desta tese como uma indicação descritiva das propriedades das superfícies têxteis impressas em 3D, especialmente na etapa da pesquisa de campo.

Visto que os tecidos são a principal superfície vestível utilizada na construção de produtos do vestuário, as propriedades de conforto serão aprofundadas na seção a seguir, a fim de buscar embasamento teórico para desenvolvimento desta tese.

## 5 CONFORTO

O conforto, no contexto do design de vestuário, constitui uma experiência sensorial e emocional complexa, que se manifesta durante ou após a interação do usuário com o produto, e está diretamente associada à sensação de bem-estar, ausência de incômodo e adaptação ao corpo e ao ambiente. Deste modo, o indivíduo tem um papel de grande relevância para identificar os aspectos que precisam ser aprimorados para que haja conforto, pois, o usuário é quem experimenta a sensação e, portanto, só ele poderá determinar a intensidade dessa necessidade em cada situação (Menegon, 2013; Longhi; Merino, 2020).

A complexidade do conceito de conforto tem sido discutida em diversas pesquisas e por autores da ergonomia e do design centrado no humano, uma vez que o conforto é o objetivo central da ergonomia, estudado durante a interação de um indivíduo com um objeto, esse sentimento subjetivo se manifesta em alguma medida, estando intrinsecamente ligado ao ambiente e ao contexto no qual é avaliado. Portanto, a ergonomia busca compreender o que leva um indivíduo a sentir um equilíbrio em suas funções, resultado na ausência de desconforto (Longhi; Merino, 2020).

lida e Guimarães (2018) definem conforto como uma sensação subjetiva de bem-estar, geralmente caracterizada pela ausência de tensões localizadas sobre o corpo. Sensações que variam entre os indivíduos por meio da percepção de conforto ou desconforto, que pode ser positiva ou negativa, e apresentam os diferentes níveis de sensibilidade ou resistência às condições que afetam seu estado de conforto.

Como mencionado por Heinrich, Carvalho e Barroso (2009), o conforto é definido pela ausência de desconforto. Isso ocorre porque sua percepção é mediada por fatores fisiológicos e o sistema nervoso periférico não transmite

sensações positivas de conforto, transmitindo apenas sinais de estresse interpretados como desconforto.

Por se tratar de uma avaliação subjetiva e que varia de indivíduo para indivíduo, muitas vezes não sendo um fator decisivo na seleção das peças de vestuário, a roupa enquanto “segunda pele” que protege, comunica e interage diretamente com o corpo. Portanto, torna a sensação de conforto um requisito essencial para o vestuário, assim como apontam Sabrá (2009) e Broega (2007), o conforto no vestuário deve ser compreendido de maneira holística, considerando dimensões como o conforto termofisiológico, sensorial, ergonômico e psicológico-estético. Diante disso, é válido justificar também a adaptação das roupas, de forma que elas ofereçam conforto, mobilidade, bom caimento, segurança, e ainda sejam confortáveis para o usuário.

Nesse sentido, a escolha da matéria-prima e o design estrutural do produto exercem papel determinante nessa experiência. Longhi e Merino (2020), corroboram afirmando que os materiais têxteis possuem papel fundamental, não somente como uma barreira entre o corpo e o ambiente, mas também por gerar sensações térmicas e táteis decorrentes desse contato.

Na indústria da moda, no entanto, o conforto é muitas vezes negligenciado em prol de decisões estéticas ou mercadológicas. Gonçalves e Lopes (2007) ressaltam que os aspectos técnicos são pouco visíveis ao consumidor e, portanto, menos priorizados na concepção do produto. Contudo, indústrias que consideram as qualidades técnicas, ergonômica e estéticas (Iida, 2005) de forma integrada e, tendem a desenvolver produtos mais satisfatórios, competitivos e alinhados às reais expectativas de seus públicos.

Silveira (2008) contextualiza essa problemática entre as funções estéticas e simbólicas com os fatores de uso na relação usuário/consumidor e aborda a importância de processos técnico-funcionais no desenvolvimento da modelagem do vestuário, beneficiando a usabilidade do produto, que é um dos

critérios para o bom desempenho das funções estéticas, ergonômicas e técnicas na interface corpo/roupa.

Dependendo do desenvolvimento e das tecnologias aplicadas em seu processo, o vestuário pode não atender a essas exigências, gerando desconforto, assim, a interação entre corpo e material depende, portanto, de variáveis técnicas e simbólicas, o que exige do designer uma abordagem interdisciplinar sensível às necessidades do usuário.

Para Broega (2007) o conforto total do vestuário divide-se em quatro aspectos fundamentais: Conforto Sensorial de Toque (conjunto de várias sensações neurais, quando um têxtil entra em contato direto com a pele); Conforto Termofisiológico (estado térmico e de umidade confortável à superfície da pele, que envolve a transferência de calor e de vapor de água através dos materiais têxteis ou do vestuário); Conforto Ergonômico (capacidade que uma peça de vestuário tem de vestir bem e permitir a liberdade dos movimentos do corpo) e o Conforto Psicoestético (percepção subjetiva da avaliação estética, com base na visão, toque, audição e olfato, que contribuem para o bem-estar total do portador), apresentados nas seções a seguir.

## 5.1 CONFORTO SENSORIAL

O conforto sensorial percebido pelo usuário resulta da sensação tátil provocada pelo tecido quando entra em contato com a pele do usuário, sendo esta, uma das propriedades utilizadas para avaliar um material têxtil (Nagamatsu, 2019). Para Neves (2022, p. 18), o conforto sensorial é resultado das tensões feitas sobre o material, e como este toque é transmitido a pele, além de estar associado ao deslizamento das pontas dos dedos na superfície do tecido – [...] “sua rigidez ou o caimento (drapé), rugosidade e coeficiente de

atrito [...]”, que apresenta propriedades relevantes na análise do usuário para a quantificação do conforto sensorial (Figura 39).

**Figura 39: Propriedades da superfície do tecido para quantificação do conforto sensorial.**



Fonte: Elaborado pela autora com base em Neves (2022).

As propriedades da superfície do tecido também são consideradas relevantes no processo de compra dos produtos, visto que ao realizar o contato diretamente com a pele, a superfície possui uma forte relação com a decisão de compra do consumidor, pois durante a compra de uma peça de vestuário, uma das práticas mais utilizadas pelos consumidores é apreciar o conforto do tecido por meio do toque. Isso se dá, ao fato de que neste primeiro contato físico as características do produto são percebidas através do sistema sensorial do indivíduo, em que é identificado o conforto ou uma emoção hedônica positiva ou negativa (Nagamatsu, 2019).

As sensações provocadas por este contato estão associadas as formas de como o corpo responde aos estímulos do contato da roupa quando ela é vestida, gerando estímulos que são percebidos pelos receptores sensoriais que irão originar as respostas fisiológicas e psicológicas em conformidade aos

estímulos físicos, apresentando os requisitos fundamentais para o material têxtil, a flexibilidade, maciez e a rigidez do tecido. Além disso, a maneira como o tecido é confeccionado também transmite sensações que causam um sentimento agradável, por meio da modelagem, montagem e acabamento da peça, visto que estes também fazem parte do controle da pressão que o vestuário faz sobre o corpo e o toque designado pelo conforto sensorial (Broega; Silva, 2010).

Todos estes aspectos que compõem o julgamento criado pelo consumidor enquanto veste o vestuário, tem como suporte as experiências anteriores, seja com produtos similares ou com influência nas intenções comportamentais, podendo também estar associado as diferenças sociais, ambientais e culturais. A avaliação de conforto sensorial dos tecidos também pode ser feita a partir de testes físicos e mecânicos instrumentais, utilizados por vários investigadores para a caracterização sensorial e instrumental das propriedades de toque dos tecidos, apresentados no Quadro 6 a seguir (Nagamatsu, 2019).

**Quadro 6: Métodos para a caracterização sensorial e instrumental das propriedades de toque de tecidos.**

	MÉTODO	DESCRIÇÃO	PRINCÍPIOS DE MEDIÇÃO
<b>KES (1972)</b>	Kawabata Evaluation System	Conjunto de quatro aparelhos que medem 16 parâmetros.	Tração, flexão, cisalhamento, compressão superfície (atrato e rugosidade superfície), peso, espessura.
<b>FAST (1987)</b>	Fabric Assurance by Simple Testing	Conjunto de três aparelhos que medem 4 parâmetros. Método simples e rápido na execução comparado ao KES.	Compressão, tração, cisalhamento e flexão.

Fonte: Adaptado de Martins (2005) e Nagamatsu (2019).

Em relação ao vestuário, estes métodos acabam por ofertar maior precisão nos resultados, pois a avaliação não está restrita somente a análise do usuário, uma vez que são ferramentas desenvolvidas com o intuito de promover a sensação de conforto no vestir. Para esta tese, optou-se por trabalhar a análise do usuário, considerando que serão tratadas as percepções de conforto durante o uso do produto, não limitando-se apenas na análise do material têxtil.

O conforto desejado, segundo Nagamatsu (2019), pode ser percebido por um número limitado de propriedades. Sendo assim, a qualidade física dos tecidos é estudada a partir das perspectivas funcionais como, resistência térmica, capacidade de absorção de umidade e a sensação tátil (atrito e rugosidade) na pele. Podendo ser medidos com auxílio dos componentes elementares do toque, em termos mecânicos e físicos, como: as propriedades de tração; flexão; compressão; corte; e propriedades de superfície. Alinhado à última, coeficiente de atrito médio, desvio linear do atrito médio, desvio linear da espessura. Posto isso, as interações corpo-vestuário (térmicas e mecânicas) desempenham funções muito importantes na determinação do estado de conforto do portador (Broega, 2007).

## 5.2 CONFORTO TERMO FISIOLÓGICO

Conforme Neves (2022), o conforto térmico é um conceito que considera como a transferência de calor e umidade influenciam no equilíbrio da temperatura do corpo, gerando uma sensação de bem-estar fisiológico. Assim como acontece com o conforto sensorial, a percepção térmica e o nível de conforto podem variar de indivíduo para indivíduo, abrangendo os extremos de frio e calor.

De acordo com a normativa ISO 7730:2005, o conforto fisiológico pode ser descrito como "o estado mental em que o indivíduo expressa satisfação com o ambiente térmico". Esta definição também pode ser diretamente relacionada

ao vestuário, já que as pessoas atingem um estado de satisfação e conforto térmico quando não precisam adicionar ou remover roupas para se sentirem confortáveis com a temperatura (Nagamatsu, 2019).

Em vista disso, o vestuário funciona como uma ferramenta que leva em consideração a transferência de calor e umidade por meio da roupa. É importante ressaltar que a temperatura da superfície da pele de uma pessoa pode variar dependendo de cada parte do corpo. Por exemplo, mãos e pés geralmente são mais frios se comparados ao restante do corpo. Isso indica que a temperatura da pele pode ser influenciada pelo clima ambiente, afetando assim, a sensação de conforto ao vestir ou despir uma peça de vestuário (Sabir; Doba Kadem, 2016).

Adicionalmente, Broega (2007) discute os fatores significativos para o conforto térmico de um produto têxtil. Estes incluem o isolamento térmico, a permeabilidade ao ar, o vapor de água e o isolamento contra água líquida. A avaliação dessa variação de conforto vai além da análise sensorial subjetiva, podendo ser mensurada por testes que fornecem resultados mais precisos e quantitativos (Neves, 2022).

De acordo com Nagamatsu (2019), a avaliação do conforto térmico e fisiológico do vestuário é uma tarefa complexa que pode ser conduzida por meio de instrumentos ou testes de uso. No entanto, a percepção do conforto do usuário é influenciada por uma série de fatores. Esses incluem a temperatura e a movimentação do ar, a umidade, os diferentes tipos de vestuário, os níveis de atividade e a temperatura radiante, entre outros elementos (Abreu et al., 2011).

A norma que estabelece os critérios para avaliação dos valores de isolamento térmico, conforme citado por Broega (2007), foi originada em 1993 e posteriormente atualizada em 2014. Essa norma é conhecida como ISO 11092:2014, que é destinada aos têxteis e trata sobre os efeitos fisiológicos, especificamente as medições da resistência térmica ao vapor de água em

condições de estado estacionário, também conhecido como teste de placa de proteção de suor.

Segundo a norma, o conforto de temperatura fisiológico em condições "normais" na presença de transpiração imperceptível, é determinado pelo índice de permeabilidade ao vapor de água relacionado ao calor. Este índice estabelece uma relação entre a resistência térmica e a resistência ao vapor de água de um tecido (Neves, 2022). Com base nisso, os estudos de Broega (2007) introduzem o conceito do "triângulo de avaliação do vestuário". Esse modelo foi desenvolvido por centros de pesquisa especializados na ciência do conforto que apresenta os níveis de avaliação termo fisiológica do vestuário (Figura 40).



Fonte: Adaptado de Broega (2007, p. 77).

O triângulo é desenvolvido fundamentado na ISO 1192:93, no qual o alicerce representa testes instrumentais simples usados na aferição de transferência de calor, porém, esses dados não são coletados conforme a opinião do usuário.

Contrário ao vértice mais alto do triângulo representa as experiências de avaliação de campo, utilizando condições reais de consumidores usando peças de vestuário. Os cinco níveis de avaliação do vestuário segundo a ISO 1192:2014, caracterizam-se conforme apresentado na Figura 41.

**Figura 41: Níveis de Avaliação do Vestuário – ISO 1192:2014**



Fonte: Elaborado pela autora com base em Broega (2007); Nagamatsu (2019) e ISO 1192:2014.

Nesse contexto, é importante destacar que estudos voltados ao conforto térmico fisiológico requer a participação de usuários para obter resultados mais precisos, com o objetivo de simular ou prever o nível de conforto. Vale frisar que as propriedades dos materiais também desempenham um papel significativo na sensação de conforto.

Cada tipo de fibra e tecido possui características distintas de isolamento térmico, permeabilidade ao vapor de água e ao ar. Essas propriedades podem proporcionar sensações variadas quando o tecido entra em contato com a pele por meio de uma peça de vestuário (Nagamatsu, 2019).

Além disso, o vestuário transcende sua função primária de proteger ou cobrir a pele contra variações de temperatura, tornando-se um sistema que interage dinamicamente com o corpo, ultrapassando as questões de equilíbrio térmico. Portanto, é imprescindível avaliar a adequação de uma peça de roupa em relação ao conforto no uso, ou seja, a liberdade de movimento que a peça oferece ao usuário durante o uso (Martins, 2019).

### 5.3 CONFORTO ERGONÔMICO

O conforto ergonômico segundo Martins (2019) é a capacidade que uma peça tem de “vestir bem”, permitindo a liberdade de movimentos do corpo estando relacionada com a forma deste corpo e com o ajuste da peça ao mesmo. Para atingir tal conforto é necessário tratar questões como, a forma do corpo e as medidas antropométricas deste. Portanto, a modelagem, o corte e a costura são fatores essenciais para obter a liberdade de movimento em um produto têxtil, uma vez que a forma do produto pode auxiliar ou limitar a realização de movimentos (Neves, 2022).

Considerando os estudos de Emidio (2018), o contato direto do produto de vestuário com o corpo tem capacidade para afetá-lo sobre diversos aspectos, em especial os fisiológicos que se compreende na anatomia e antropometria – “ciência que trata das medidas físicas corporais, em termos de tamanho e proporções, que são os dados de base para a concepção ergonomia de produtos” (Iida, Guimarães, 2018, p. 182).

Nos estágios iniciais do desenvolvimento de vestuário, alguns parâmetros são fornecidos. Eles abordam questões sistemáticas relacionadas à estrutura humana, proporções e movimentos. Tais aspectos podem ser impactados durante o uso de uma peça de roupa.

Os movimentos mais realizados estão concentrados nos membros superiores (ombro, braço, antebraço e mão), onde são realizados movimentos de flexão, extensão, adução e rotação, inclinação; e os membros inferiores (joelho, tornozelo e pés), responsáveis por sustentar o peso do corpo e ficar na posição ereta e de movimentação (Figura 42) (Emídio, 2018).

**Figura 42: Movimentos realizados pelo corpo.**



Fonte: Adaptado de Snell (1984).<sup>11</sup>

Quando se trata de vestuário, aspectos relacionados à realização de movimentos podem ser explorados por meio de estudos do corpo que serão vestidos. Esses estudos se baseiam em medidas estáticas — também conhecidas como antropometria estática ou estrutural — que são comumente utilizadas na modelagem tradicional de roupas do dia a dia (Sabrá, 2009; lida, 2018). Também se baseiam em medidas dinâmicas, conhecidas como antropometria dinâmica ou funcional. Essas medidas consideram o corpo em movimento, especialmente em movimentos de grande amplitude, como os praticados em esportes, usadas na confecção de vestuário esportivo. Isso permite que o produto se adeque aos parâmetros antropométricos do indivíduo (Martins, 2019; Neves, 2022).

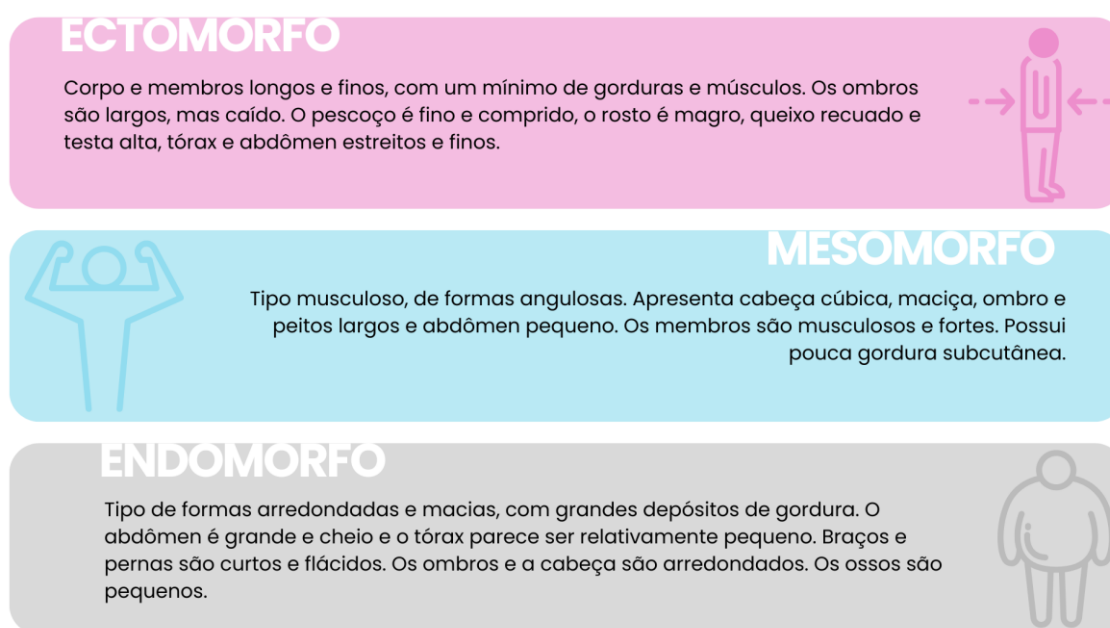
Portanto, ao considerar o conforto ergonômico em peças de vestuário, é crucial entender os aspectos da Ergonomia Física. Essa é uma das três principais áreas de estudo da ergonomia, definidas por lida e Guimarães (2018)

<sup>11</sup> Disponível em: <<https://goo.gl/Ymdhf3>>.

como a que "ocupa-se das características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica, relacionadas com a atividade física [...]" (lida, Guimarães, 2018, p. 6).

Considerando que para obtenção do conforto deve ser respeitado o corpo em sua real forma e dimensão, cabe destacar que a população é composta por diferentes tipos físicos e, que todo indivíduo apresenta proporções específicas em cada segmento do corpo (Martins, 2019). Segundo lida e Guimarães (2018), Willian Sheldon realizou estudos sobre os tipos físicos em uma população de 4.000 estudantes. Através de análises de fotografias e estudos antropométricos, ele definiu três tipos básicos (biotipos) de corpo humano: ectomorfo, mesomorfo e endomorfo (Figura 43). Estes foram baseados em características físicas dominantes.

**Figura 43: Características dominantes dos biotipos básicos segundo Willian Sheldon.**



Fonte: Adaptado de Arnoni (2023, p. 51).

Os biotipos descritos são caracterizados, respectivamente, por possuírem corpos alongados e estreitados em áreas como o abdome, que evidenciam uma circunferência abdominal reduzida. Essas características

contrastam com outros tipos físicos os quais apresentam músculos visíveis e volumosos. Além disso, há biotipos com formas corporais mais arredondadas, que se devem a um acúmulo maior de gordura (lida; Guimarães, 2018).

Além dos aspectos definidos pelo estudo, Sheldon observou que uma significativa parcela da população não apresenta características físicas exclusivas de nenhum desses tipos básicos. Em vez disso, exibem uma combinação de dois tipos que podem ser: mesomorfo-endomorfo, endomorfo-ectomorfo ou ectomorfo-mesomorfo (Martins, 2019).

Martins (2019, p. 28) discute as variantes e evoluções corpóreas da população, sugerindo que é possível considerar o conforto ergonômico como um aspecto fundamental, “um conceito multidisciplinar que, para além das condicionantes antropométricas, considera outras questões, como materiais têxteis e os processos de confecção (costuras)”.

Os materiais têxteis desempenham um papel fundamental no conforto ergonômico. No que diz respeito à estrutura, tecidos mais firmes necessitam de modelagem elaborada para aumentar o conforto. Isso exige a utilização de recursos, como pences e recortes, para promover a tridimensionalidade por meio de ajustes aos volumes e contornos do corpo.

O efeito contrário é observado em malhas ou tecidos que contêm elastano, uma vez que esses materiais são capazes de se adaptar facilmente ao corpo, eliminando a necessidade de modelagens mais complexas. Além disso, o tipo de costura deve ser compatível com o material têxtil utilizado, garantindo a elasticidade adequada de acordo com o tecido e prevenindo que a peça fique repuxada quando vestida (Martins, 2019).

Por outro lado, Emídio (2018, p. 84) aborda a projeção do vestuário como um processo fundamentado no público-alvo e em seus dados antropométricos. Essas informações permitem identificar antecipadamente as características da forma do corpo por meio de pontos de referência, como

circunferências e comprimentos. Esses aspectos são analisados não somente no contexto antropométrico, mas também em aspectos "funcionais, formais, ergonômicos, sensoriais, entre outros". Portanto, a otimização de roupas para interação com o usuário, focando no conforto ergonômico, engloba fatores humanos como a ergonomia e a antropometria (adaptação ao corpo), a fisiologia e a anatomia humana (aplicação precisa de seus conhecimentos), a biomecânica (facilidade de movimento) e o sempre presente fator psicológico associado (Martins, 2019).

Por fim, ao considerarmos um produto sob a perspectiva ergonômica, todos têm a função primordial de atender a determinadas necessidades humanas, isso ocorre porque, eles interagem com o ser humano, principalmente no vestuário. Assim, para garantir uma interação satisfatória, os produtos devem apresentar qualidade técnica, ergonômica e estética (Iida, 2005) (Figura 44).

**Figura 44: Qualidades desejáveis para um produto segundo Iida (2005).**



Fonte: Elaborado pela autora com base em Iida (2005, p.331).

As três qualidades mencionadas por Iida (2005) são inerentes a praticamente todos os produtos. Durante o desenvolvimento de um produto, é

natural que uma dessas qualidades se destaque sobre as outras, dependendo do objetivo e dos desafios específicos. Contudo, o mais importante é o resultado geral, que deve atender às necessidades e desejos dos consumidores e do mercado.

Contudo, quando se trata de um produto de vestuário, a estética do produto geralmente se revela o aspecto mais atraente para o consumidor. Ainda assim, deve oferecer mais do que apenas uma aparência esteticamente agradável e harmonia visual; ele também precisa proporcionar conforto ergonômico ao usuário. O vestuário, atuando como uma segunda pele, transcende a função estética, sendo também uma manifestação tátil e sensorial do indivíduo. Portanto, é essencial manipular, experimentar e avaliar as propriedades de uso do produto em relação ao corpo do indivíduo (Broega; Silva, 2010; Emídio, 2018).

#### **5.4 APARÊNCIA ESTÉTICA (CONFORTO PSICOLÓGICO - ESTÉTICO)**

Braga (2020) associa o bem-estar na sociedade atual à adequação do vestuário do indivíduo. Ele expressa sua individualidade por meio da roupa, no contexto social e profissional, de acordo com sua posição econômica e em relação aos seus pares. O conforto psicológico também é discutido, abordando aspectos que tratam da percepção subjetiva da avaliação estética, ou seja, da aparência, com base na visão, toque, audição e olfato (Menegucci; Santos Filho, 2012).

Para Martins (2019), o conforto psicológico-estético está relacionado ao ambiente socioeconômico e cultural do usuário, com as tendências de moda e com a imagem que ele pretende passar para os outros por meio da roupa que ele usa. Tais premissas, quando não comunicam o esperado, deixam o utilizador psicologicamente desconfortável.

O conceito de conforto psicossocial, conforme descrito por Slater (1986, apud Martins, 2019), mantém-se constante e relevante, uma vez que a estética de um produto é considerada uma das variáveis significativas para um indivíduo em seu ambiente social. O vestuário, nesse contexto, desempenha um papel crucial ao facilitar o reconhecimento, a diferenciação e a identidade, elementos esses que são refletidos na roupa.

Quando a peça de vestuário está alinhada com as últimas tendências ou possui um apelo estético atraente, ela proporciona um conforto psicológico ao usuário. Este fator contribui para que a pessoa se sinta melhor consigo mesma. Ao abordar as propriedades têxteis neste contexto, consideramos elementos como cor, textura, caimento e design dos tecidos (aspecto estético), capazes de serem integrados em um único produto (Martins, 2019).

Silva e Abreu (2012), destacam que a percepção do produto pelo consumidor está associada a aspectos como "estar bem-vestido" e a posição social. Portanto, as marcas utilizam esses elementos como estratégias de mercado para diferenciar seus produtos, influenciando assim o comportamento de compra e o preço de venda.

O sentimento de satisfação torna-se evidente nesse contexto quando o consumidor adquire produtos de marcas ou designers renomados. Essas aquisições contribuem para a formação de sua imagem, aumentando significativamente seu conforto psicológico. A aparência, portanto, desempenha um papel crucial, o *good style* e o *quality to fit* (o bom estilo e o qualidade adequada) essenciais para obter o conforto psicológico (Nagamatsu, 2019).

Complementando, Martins (2019) discute a diferenciação e a confirmação de identidade individual como aspectos vinculados aos produtos oferecidos pelas marcas, sejam eles exclusivos ou personalizados. Assim, o setor de vestuário, que é constantemente impulsionado por tendências de moda ou

por uma estética atraente, faz com que o consumidor se sinta mais confiante ao usar um determinado produto (Nagamatsu, 2019).

No entanto, de acordo com Braga (2020), é crucial entender que além dessa satisfação, é necessário compreender também como a percepção e a sensação de conforto psicológico estão ligadas a fatores pessoais, socioculturais, ambientais e ao modo de se vestir, além da própria posição social.

O bem-estar psicológico vai além da estética proporcionada pelas roupas que vestimos. Ele inclui também os estímulos físicos provocados pelo contato do tecido com a pele, demonstrando sua intrínseca conexão “ligada ao estilo de roupa adotado, a textura da superfície do vestuário, do caimento do tecido sobre o corpo, a capacidade de cobrir e revelar partes do corpo e as características dos tecidos quanto à capacidade de resiliência” (Braga, 2020, p. 60). Por essas razões, os elementos que definem e expressam códigos e símbolos, conforme Abreu et al., (2011), são utilizados por designers de moda com o objetivo de comunicar sentimentos de pertencimento e identidade.

Com base nisso, a avaliação do conforto psicológico - estético requer métodos que possibilitam a análise de sensações subjetivas, diretamente a partir das opiniões das pessoas, sendo o foco principal destas medições. A única maneira de capturar percepções psicológicas é através da escala de medições de sensações subjetivas. Este processo envolve a escolha de categorias que são uma série de classificações, com atributos específicos de um objeto. Isso ocorre porque, até o momento, não existe dispositivo capaz de medir pensamentos e sentimentos de maneira objetiva.

As escalas são desenvolvidas com base em testes psicológicos que têm a capacidade de avaliar atitudes e estruturas cognitivas. A cognição, quando associada a processos, envolve uma série de elementos como sentido, percepção, atenção, identificação, formação de conceitos, categorização, representação e organização do conhecimento, memória, linguagem, tomada

de decisão e resolução de problemas (Nobre; Tobias; Walke, 2016). Esses testes refletem os padrões comportamentais e afetivos do indivíduo (Li, 2001; Braga, 2020).

De acordo com Broega et al. (2017), a relevância dos fatores que determinam o conforto psicossocial ou psicológico - estético varia de indivíduo para indivíduo. Essa variação ocorre, pois, estas classificações envolvem aspectos do estilo de vida, dos valores sociais e culturais, da personalidade, das aspirações e das crenças. Assim, a valorização desses fatores pode diferir de pessoa para pessoa, seja em relação ao prazer estético, ao prazer sensorial ou ao conforto termo fisiológico.

Como exemplo, Martins (2019) cita os sapatos stiletos de ponta fina, que para algumas mulheres valoriza a imagem e a estética de poder, e embora apresente problemas de conforto físico associados ao formato dos sapatos, muitas mulheres ainda utilizam a vista do conforto psicossocial.

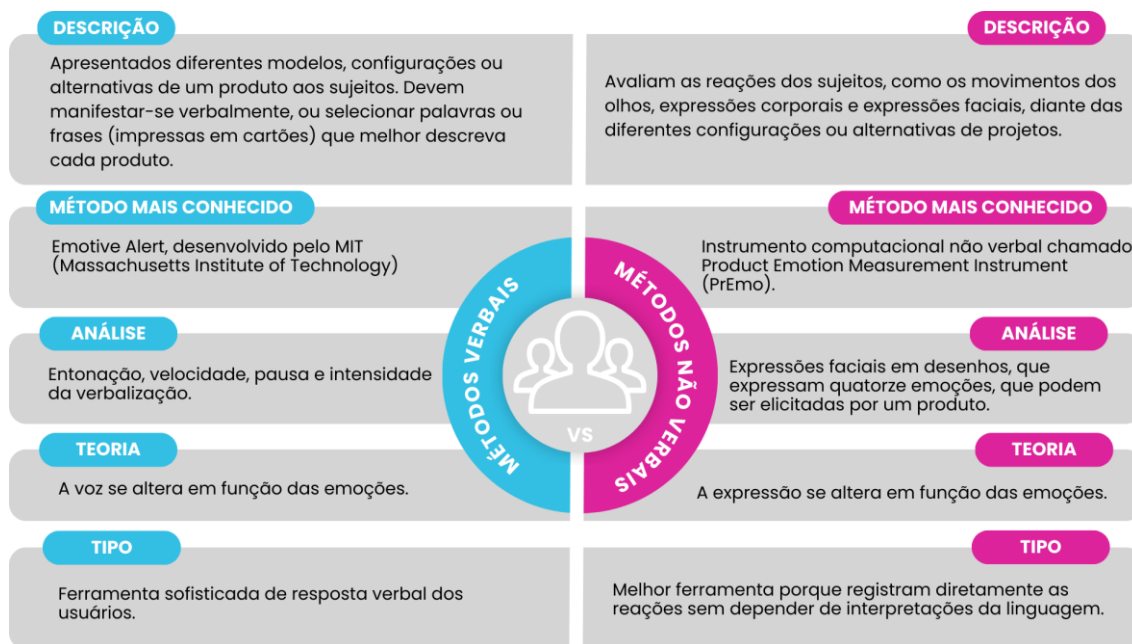
Neste cenário, é importante destacar a relevância do conforto psicossocial em relação a outros tipos de conforto. Este frequentemente se sobressai, com potencial para equilibrar a experiência do produto entre o prazer psicológico e físico. Em contraste com o exemplo anterior, o tênis de caminhada está sempre trazendo inovações que englobam o conforto sensorial, ergonômico e termo fisiológico, as quais são acompanhadas por uma estética atraente do produto (Martins, 2019).

Assim, Lida e Guimarães (2018) discutem os conceitos tradicionais da ergonomia, enfocando a funcionalidade, segurança e conforto dos produtos para aprimorar a usabilidade. Entretanto, a partir da década de 1990, o campo da ergonomia expandiu seu escopo para incluir a dimensão do prazer, explorando a atratividade dos produtos e serviços, movendo-se além do nível físico/fisiológico para o psicológico/emocional.

No campo da moda, entender o consumidor e suas preferências é vital para criar produtos que atinjam um alto nível de satisfação estética. Isso possibilita a oferta de uma experiência psicológica - estética positiva. No entanto, determinar quais características são consideradas atraentes ou agradáveis não é uma tarefa simples (Martins, 2019).

Conforme Lida e Guimarães (2018), pesquisadores desenvolveram uma variedade de métodos para analisar diferentes configurações de produtos já existentes. Esses métodos se enquadram em duas categorias principais: verbais e não verbais (Figura 45).

**Figura 45: Método de avaliação de características de agradabilidade de produtos.**



Fonte: Elaborado pela autora com base em Lida e Guimarães (2018, p. 262-263).

Portanto, nota-se que a atratividade de um produto está vinculada a fatores emocionais, englobando outras características como preço, marca e tendências atuais. Lida e Guimarães (2018) atestam que a atratividade incorpora tais características em um produto com o objetivo de evocar respostas emocionais no usuário, visando promover a aceitação, desejo e prazer por meio dos produtos.

Conseqüentemente, nota-se que a atratividade do produto está ligada a fatores emocionais, que incluem outras características como preço, marca e tendências atuais. Iida e Guimarães (2018) argumentam que a atratividade incorpora tais características em um produto, com o objetivo de desencadear respostas emocionais no consumidor, incentivando a aceitação, desejo e prazer através dos produtos.

Logo, produtos com alta satisfação tendem a receber avaliações mais positivas em termos de técnica e usabilidade. Nesse contexto, Martins (2019) define o conforto psicológico-estético como uma área que trata de elementos intangíveis, ligados a sentimentos, autoimagem, relações sociais e outras emoções, todos presentes no âmbito das ciências sociais e humanas.

No âmbito dos produtos de moda, é essencial buscar a harmonização dos elementos de conforto, que incluem aspectos psicossociais, sensoriais, termo fisiológicos e ergonômicos. O objetivo é desenvolver produtos que combinem usabilidade, funcionalidade e prazer.

Este conceito é perceptível na personalização de produtos e na valorização da individualidade, especialmente em que o consumidor participa ativamente do processo de produção. Essa participação promove prazer por meio de conexões emocionais, facilitando a conquista do conforto psicológico a partir dessa vivência (Martins, 2019).

Assim, ao evocar emoções positivas no consumidor, o produto aumenta a satisfação. Isso se transforma em um elemento crucial que aprimora a interação entre o produto e o usuário, enriquecendo assim as características de usabilidade (Iida; Guimarães, 2018).

## **5.5 PROPRIEDADES DE CONFORTO TÊXTIL**

À medida que o desenvolvimento tecnológico avança e a disseminação de informações se acelera, Nagamatsu (2019) destaca que as expectativas dos

consumidores em relação aos produtos estão crescendo. Agora, além da estética, muitos anseiam por um desempenho funcional superior e por conforto.

Assim, fatores ligados ao conforto tornaram-se os critérios principais para satisfazer as expectativas dos consumidores, visando aprimorar a interação entre o usuário e suas roupas. Conectado a isso, a criação de novos materiais visando o conforto tem incentivado pesquisas sobre avaliações têxteis sob enfoques termo fisiológicos e sensoriais, tais como: "resistência térmica, capacidade de absorção de umidade e sensação tátil na pele" (Nagamatsu, 2019, p. 31).

Com base nisso, Broega (2007) afirma que a sensação de conforto dos consumidores de roupas depende das propriedades sensoriais e termo fisiológicas dos tecidos. Além disso, as condições ambientais e o nível de atividade física dos usuários também afetam a percepção de conforto das roupas, criando variáveis que aumentam a complexidade da avaliação e quantificação das roupas. Esses aspectos são avaliados de maneira empírica, pelo toque e pela percepção de bem-estar ao se vestir, por meio de uma avaliação subjetiva, baseada em sensações e experiências, sem qualquer fundamento científico.

Apesar do caráter subjetivo de análise do conforto, é possível realizar uma apreciação objetiva a partir de alguns parâmetros aplicados ao setor têxtil, que se trata da aplicação de questionários de crítica subjetiva ao utilizador a partir de diagramas ilustrados onde são registradas as considerações dos indivíduos, e os resultados posteriormente são utilizados na interpretação e construção da modelagem do vestuário (Silva, Broega, Menezes, 2017).

Posto isto, antes de comprar ou utilizar uma peça de vestuário, uma das propriedades mais decisivas na escolha do consumidor está relacionada à sensação que o tecido provoca quando entra em contato com a pele por meio

do toque, ampliando a decisão de compra/escolha para além dos aspectos de design e estilo do produto. A sensação, portanto, irá indicar de forma positiva ou negativa o conforto ou desconforto do usuário ao manusear e/ou vestir o produto (Menegucci; Santos Filho, 2012).

De acordo com Longhi e Merino (2020), a sensação gerada pelo material têxtil é crucial em peças de vestuário. Por fim, esses são produtos que usamos diariamente e têm contato direto com a pele. O têxtil desempenha um papel significativo na concepção do produto, não apenas como uma barreira de proteção entre o corpo e o ambiente, mas também como um gerador de sensações térmicas e táteis. Além disso, está associado a um "estado agradável de harmonia fisiológica, psicológica e física entre o ser humano e o ambiente" (Broega, 2007, p.5).

A prioridade atribuída à segurança do ser humano durante o desenvolvimento de produtos em diversos setores da indústria é frequentemente negligenciada quando se trata da interação do indivíduo com o vestuário. Isso abrange o uso e as características estruturais dos materiais empregados na produção das roupas, em que se busca um equilíbrio entre proteção e conforto (Philippe et al., 2003).

Kamalha et al. (2013) destacam que mesmo usando roupas iguais, as pessoas podem sentir diferentes níveis de conforto. Essas diferenças podem ser atribuídas às propriedades específicas das fibras e dos tecidos. Portanto, o conforto de uma peça de vestuário pode ser descrito como uma condição neutra de bem-estar psicológico, fisiológico e físico que um indivíduo experimenta ao usá-lo em certas condições ambientais.

No contexto da indústria de vestuário, Slater (1997, apud Menegucci e Santos Filho, 2012) define conforto como um estado de prazer e harmonia fisiológica, física e psicológica entre o indivíduo e o ambiente. Este estado

também é caracterizado pela ausência de dor e desconforto quando se está em uma condição neutra.

De acordo com o autor, o conforto é categorizado em quatro aspectos fundamentais, enquanto Goldman (2005) o divide em quatro funções primárias (Quadro 8). Adicionalmente, Nagamatsu (2019) afirma que cada um desses aspectos é composto por um conjunto de atributos que exercem influência sobre o desempenho do vestuário.

Quadro 7: Aspectos fundamentais do conforto/desconforto.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Slater (1997) e Goldman (2005).

As definições apresentadas sugerem variadas classificações de conforto. Goldman (2005) associa essas classificações ao produto de vestuário, enquanto Slater (1997) explora de forma mais detalhada, identificando a matéria-prima - neste caso, o tecido - como um elemento significativo na determinação do conforto.

Com base nessas categorizações, entende-se que a avaliação do nível de conforto é realizada por meio de um estado mental que surge na ausência de conforto. Segundo Noyes (2001), esse nível pode ser avaliado por meio de uma declaração pessoal sobre o quão confortável o indivíduo se sente. Nos estudos de Paschoarelli (2003), esta avaliação pode ser feita a partir de parâmetros pré-estabelecidos, sendo estes critérios negativos (desconforto) e positivos (conforto).

Menegucci e Santos Filho (2012) afirmam que a avaliação, baseada em descrições individuais positivas de sensações como "aperto, pinicação, coceira, ou frio, quente, áspero, úmido, grudento, etc.", pode ser uma tarefa complexa. Isso tende a levar a uma compreensão ampla do conforto como um estado neutro de dor e desconforto (Menegucci; Santos Filho, 2012, p.3).

Dito isso, as roupas, sendo uma necessidade fundamental e universal para os seres humanos, desempenham um papel que pode ir além das características sensoriais e fisiológicas, envolvendo outros fatores como estilo, cor e tamanho. Esses elementos estão ligados ao conforto ergonômico e à estética psicológica. O último é um aspecto que engloba cultura, religião, tendências da moda, personalidade e outras características individuais, podendo até mesmo superar a funcionalidade do produto (Abreu et al., 2011).

Portanto, a interação entre o usuário e o vestuário impulsionou o desenvolvimento de novos produtos que satisfazem funções específicas, integradas com qualidade técnica, ergonômica e estética (Iida, 2005). Esses fundamentos teóricos orientam o tema desta tese, que analisa os elementos

associados ao Conforto Sensorial Tátil, Ergonômico e Psicológico-Estético, a partir da percepção do indivíduo ao interagir com a superfície têxtil impressa em 3D, através do entendimento das questões fisiológicas, físicas e mecânicas envolvidas.

## 5.6 SENSAÇÕES PROVOCADAS PELO MATERIAL TÊXTIL

O material têxtil, seja tecido plano ou malha, é considerado o componente principal de uma peça de vestuário. Sua interação direta com a pele do usuário pode gerar sensações de conforto ou desconforto, perceptíveis através do contato com esses materiais (Silva, Broega, Menezes, 2017).

Broega et al., (2010) argumentam que o conforto ou desconforto proporcionado pelo material têxtil é dependente das propriedades sensoriais de toque e das características termofisiológicas dos tecidos. Essas características devem ser consideradas na criação do vestuário, juntamente com outros aspectos, como as propriedades físicas, térmicas e mecânicas.

De acordo com Nogueira (2011), a sensação do tecido em contato com a pele varia significativamente tanto dentro de uma população quanto entre populações de diferentes países. As sensações geradas pelo material são resultadas da interação do têxtil com a pele, provocadas por receptores sensoriais, como receptores de dor, toque (pressão e vibração) e temperatura (quente e frio). Cada receptor está diretamente ligado ao cérebro por uma fibra nervosa e quando ativado pela interação do têxtil com a pele transmite uma mensagem a respeito da sensação gerada.

A avaliação das sensações induzidas por um material, a partir da perspectiva do usuário, pode ser vista como subjetiva, uma vez que se baseia nos sentidos e experiências individuais. Assim, ao avaliar o conforto de uma peça de vestuário, deve-se começar pelos aspectos objetivos durante a escolha da matéria-Em seguida, devem ser considerados os fatores ergonômicos e de

usabilidade no desenvolvimento do design da peça. Por fim, os fatores subjetivos ligados a aspectos sociais, culturais e estéticos devem ser abordados (Silva, Broega, Menezes, 2017).

O vestuário pode ser descrito como uma camada criada sobre o corpo. Essa camada, por meio da interação entre o corpo, o ambiente e o material, provoca sensações. De acordo com Monteiro (2009), essas sensações estabelecem um estado de interação dinâmica e constante, mediados por processos físicos, fisiológicos e psicológicos, conforme ilustrado na Figura 46.

Figura 46: Percepção do conforto segundo Li (1999).



Fonte: Monteiro (2009, p. 21).

Considerando o exposto, pode-se concluir que a percepção de conforto ou desconforto deriva da interação entre os vários aspectos do sistema corporal humano, vestuário e ambiente. Além disso, Longhi e Merino (2020) sustentam que a sensação gerada pelo material têxtil comumente se manifesta através de um incômodo térmico e tátil, o qual pode resultar no conforto ou desconforto do usuário.

A sensação ao tocar um material têxtil, conforme descrito por Nogueira (2011), pode ser caracterizada pelos termos "picar" ou "causar coceira". Isso acontece quando o material interage com a pele, ativando os receptores sensoriais do tato. A aspereza do produto pode intensificar essa sensação, especialmente se a pele desliza sobre ele, gerando um desconforto.

Nogueira (2011, p.18) afirma que "o contato entre o material e a pele, quando há fricção, produz menos atrito em materiais de superfícies lisas do que em materiais de superfícies mais ásperas". Dentro deste contexto, Longhi e Merino (2020) sustentam que as percepções surgem predominantemente após a execução de atividades físicas que induzem o usuário à transpiração. Quando o tecido entra em contato com a pele, resulta em uma experiência térmica de frescor ou calor. Além disso, o sentimento provocado pelo toque do tecido pode variar entre a aspereza e a maciez.

De acordo com Silva, Broega e Menezes (2017), o conforto sensorial - que é a sensação resultante do toque - é um dos elementos cruciais a serem considerados ao avaliar o conforto de um produto. A interação do vestuário com a pele faz com que ele funcione como uma segunda pele. Isso vai além da simples estética, pois o papel principal da roupa é a proteção, conforme apontado por Broega (2007).

Diante do exposto, conclui-se que a percepção de conforto ou desconforto é resultado de uma complexa interação entre os aspectos fisiológicos do corpo humano, o vestuário e o ambiente ao redor. O material têxtil, em especial, desempenha um papel essencial nessa dinâmica, pois suas propriedades térmicas e táteis podem amplificar sensações de bem-estar ou incômodo, dependendo de fatores como textura, atrito e condições de uso, como atividades físicas que intensificam a transpiração. Esse entendimento destaca a importância de avaliar o conforto sensorial - especialmente no que diz respeito à textura e ao toque do tecido na pele - como um elemento

fundamental na escolha e desenvolvimento de produtos de vestuário. Na próxima seção, serão apresentadas as experimentações realizadas, com base nas referências levantadas na revisão bibliográfica.

## 6 EXPERIMENTAÇÕES

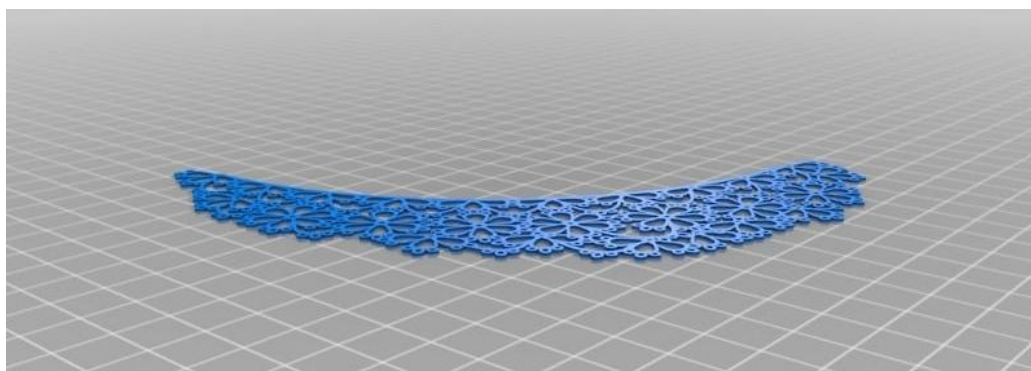
As experimentações realizadas buscaram reproduzir geometrias já existentes em sites de impressão 3D, em ambiente acadêmico utilizando materiais e equipamentos disponíveis na Universidade Estadual de Maringá – Local onde foi desenvolvida apenas essa etapa da pesquisa -, considerando que a rede de Fab Labs universitários pode apresentar semelhanças quanto a disponibilidade destes equipamentos e materiais, verificando assim, as possibilidades de construção nestes ambientes.

Foi utilizado o filamento TPU (poliuretano termoplástico) e uma impressora FDM, por serem os recursos mais comuns na impressão 3D e em Fab Labs. A escolha pelo TPU se deu devido às suas propriedades, especialmente a flexibilidade, característica desejável em produtos vestíveis.

Os testes, permitiram analisar o comportamento tátil das geometrias e dos filamentos, para posteriormente aplicar a geometria ao desenvolvimento da peça de roupa utilizada na pesquisa de campo acerca da percepção de conforto.

Para a primeira amostra, utilizou-se um arquivo obtido do site Thingiverse, cuja geometria foi selecionada por seu design semelhante a uma renda (Figura 47).

**Figura 47: Geometria floral 1 formato STL.**



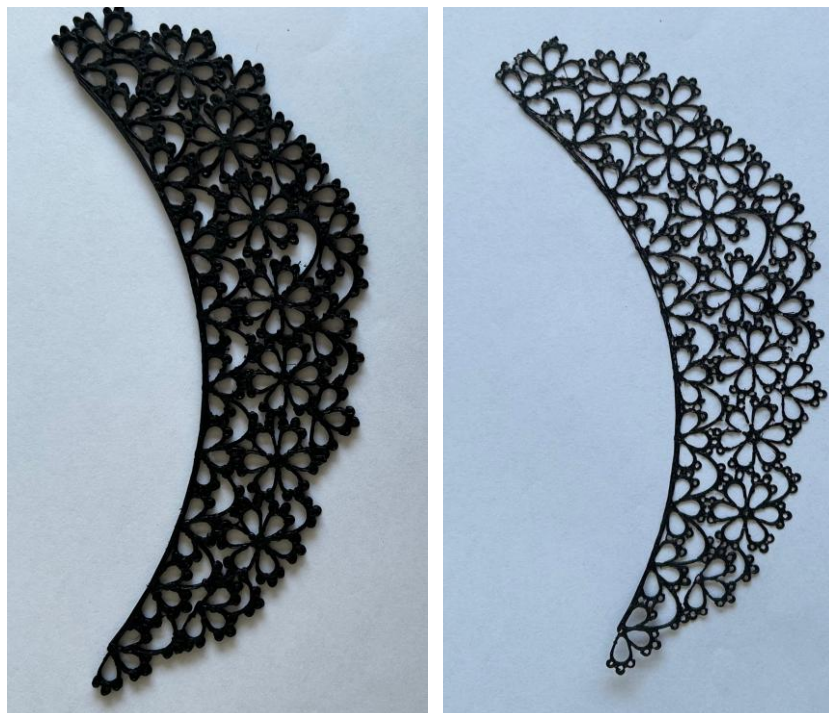
Fonte: Thingiverse, online (2024)<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Disponível em: < <https://www.thingiverse.com/thing:2084122>>.

A amostra impressa, baseada nessa geometria da plataforma, foi confeccionada em filamento TPU, com duas camadas de 0,2 mm, resultando em uma espessura total de 0,4 mm, como ilustrado na Figura 48 a seguir.

**Figura 48: Impressão geometria floral 1 em TPU com espessura de 0,6mm e 0,4mm.**



Fonte: Acervo da autora (2024).

Essa geometria apresentou problemas de aderência entre camadas, o que comprometeu a estética da amostra. Isso ocorreu devido aos detalhes extremamente pequenos que compõem o desenho, dificultando a qualidade da impressão. Como a análise desta tese considera o conforto sensorial, optou-se por não utilizar essa geometria.

O segundo teste utilizou uma geometria disponível no site Tinkercad, cujo design também se assemelha a uma renda (Figura 49).

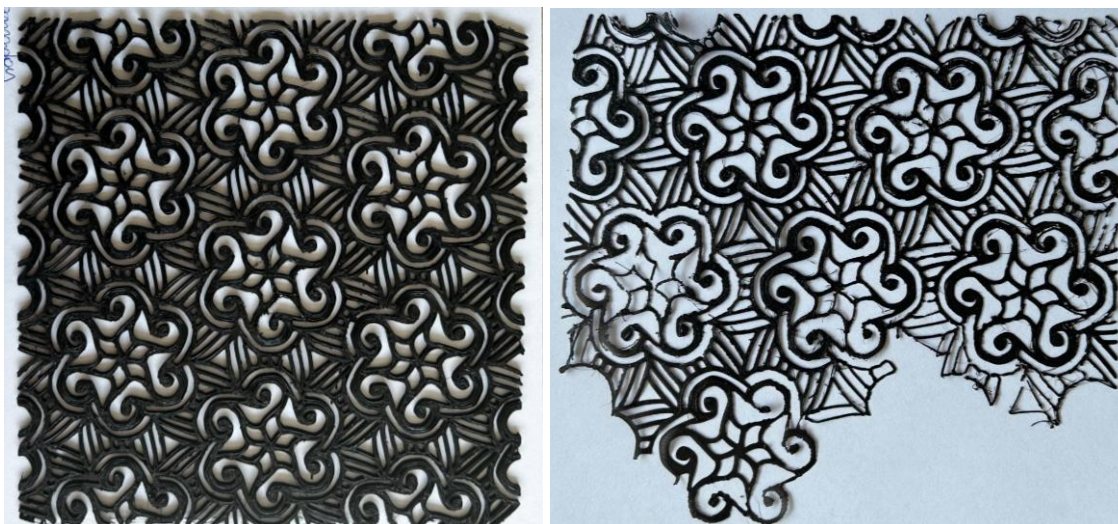
**Figura 49: Geometria floral 2 em formato STL.**



Fonte: Tinkercad, online (2024)<sup>13</sup>.

A amostra impressa, baseada nessa geometria da plataforma, foi confeccionada em filamento TPU, sendo duas amostras, uma com duas camadas de 0,3mm, e outra com duas camadas de 0,2 mm, resultando em uma espessura total de 0,6mm e 0,4 mm respectivamente, como ilustrado na Figura 50 a seguir.

**Figura 50: Impressão geometria floral 2 em TPU com espessura de 0,6mm e 0,4mm.**



Fonte: Acervo da autora (2024).

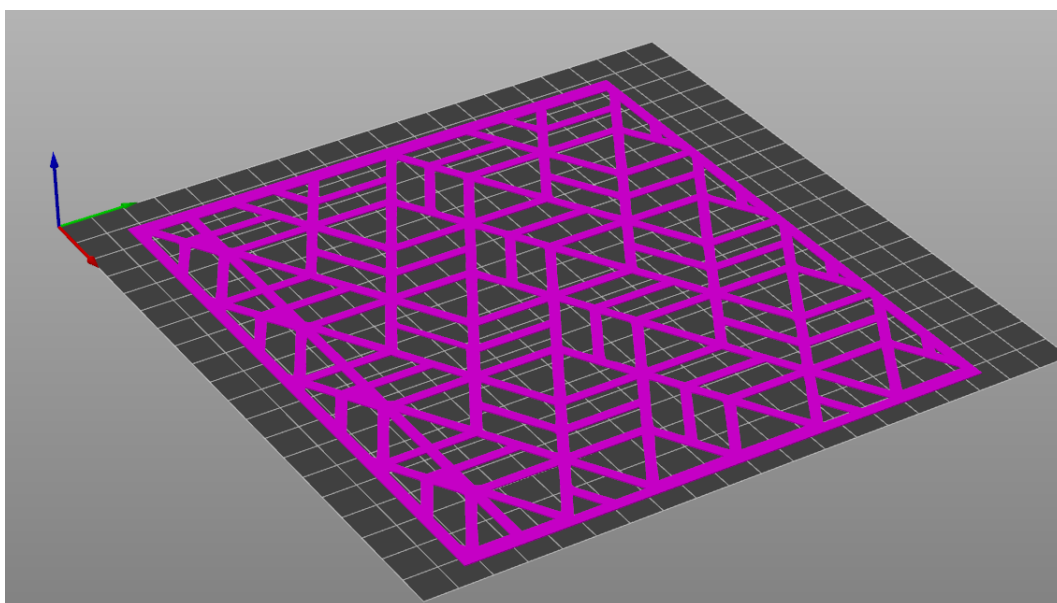
---

<sup>13</sup> Disponível em: < <https://www.tinkercad.com/things/jMSBk1bJFz3>>.

Essa geometria também apresentou problemas de aderência entre as camadas, resultando em falhas nos detalhes extremamente pequenos envolvidos na formação do desenho, que dificultaram que a impressão ocorresse da forma adequada. Considerando que para a formação de um produto de vestuário é necessário que a estrutura esteja formada em sua totalidade, optou-se por não utilizar essa geometria.

Diante disso, decidiu-se desenvolver uma geometria semelhante às anteriores, resultando em uma terceira amostra. A partir do elemento de fundo da geometria anterior, foi criado um padrão geométrico que simula uma renda, mantendo os parâmetros de impressão, material e espessura de camadas utilizados nas outras amostras impressas.

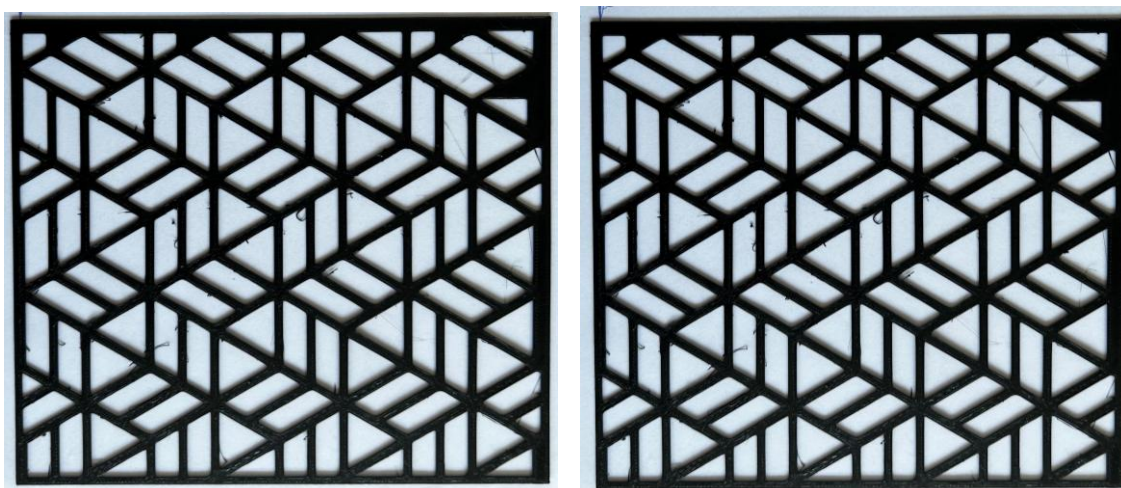
**Figura 51: Geometria aplicada na confecção do vestuário em formato STL.**



Fonte: Acervo da autora (2024).

Para essa geometria foram impressas duas amostras em filamento TPU, com espessura final de 0,4mm e 0,6mm, como ilustrado na Figura 52 a seguir.

Figura 52: Impressão geometria floral 2 em TPU com espessura de 0,4mm e 0,6mm.



Fonte: Acervo da autora (2024).

Esta nova geometria ofereceu uma qualidade tátil e visual superior comparada às demais, apresentando um lado liso, o que corresponderia ao verso da peça, e uma textura suave no lado direito. Para essas amostras, os parâmetros de impressão, material e espessura das camadas foram mantidos.

Na próxima seção deste trabalho, serão detalhados os parâmetros de impressão e os testes de união das partes impressas que resultando no processo de confecção da superfície vestível. Esses elementos são fundamentais para assegurar a viabilidade e a qualidade do processo de fabricação, além de garantir que a peça resultante atenda aos requisitos técnicos e estéticos esperados.

Estes parâmetros forneceram informações relevantes sobre o desempenho do material e da geometria escolhida, o que contribuirá para uma compreensão aprofundada dos aspectos técnicos envolvidos.

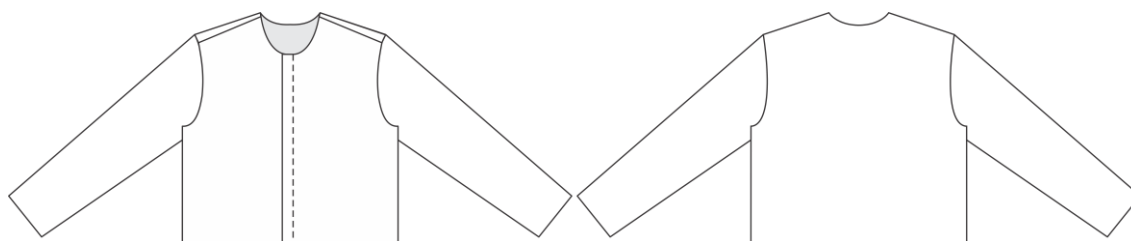
## 6.1 DESENVOLVIMENTO DO OBJETO DE ESTUDO

Para a etapa da pesquisa de campo foi desenvolvida uma superfície vestível impressa em 3D. Esse processo de desenvolvimento contemplou várias

fases que estão interligadas, que envolvem desde a criação do modelo, a modelagem, prototipagem/costura, modelação e impressão da peça.

Inicialmente, foi preciso realizar a escolha do modelo, considerando que as análises a realizadas envolvem movimentos de flexão e extensão dos braços e uma maior área de contato com a pele do usuário, optou-se por trabalhar com uma jaqueta manga longa com modelagem básica (Figura 53), considerando que o foco desta pesquisa é analisar o conforto.

**Figura 53: Desenho planificado da jaqueta frente e costas.**



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Nessa etapa, o desenho foi elaborado, considerando tanto a forma do produto quanto a ergonomia, uma vez que a vestimenta deve aliar estilo e conforto ao usuário. Após a definição do modelo, procedeu-se para a confecção da modelagem da jaqueta, realizada por meio da técnica de modelagem plana bidimensional em papel, em tamanho 40, seguindo parâmetros de construção orientados pelo método de modelagem do SENAI.

Após a criação do molde, foi realizada a execução de uma peça piloto em tecido de algodão cru (Figura 54), para verificar os parâmetros de modelagem e confirmar se as proporções, o caimento e o design da jaqueta estavam adequados.

Figura 54: Peça piloto da jaqueta, vistas: frente, costas, lateral e movimento.



Fonte: Acervo da autora (2024).

A peça piloto também ajudou a identificar possíveis ajustes antes da impressão da superfície vestível em 3D, e da peça controle fabricada em tecido convencional. Para tal, foi escolhida uma renda com textura semelhante à da amostra impressa em 3D, a fim de permitir uma melhor análise do objeto de estudo e gerar um comparativo entre as superfícies utilizadas na confecção das peças.

Na sequência, foi feita a construção modelagem digital, transformando o molde da roupa em papel, em um molde virtual, desenvolvido no software

CorelDRAW®, onde a geometria do modelo foi ajustada e preparada dentro do formato da peça para a próxima etapa que foi realizada no software de fatiamento (Figura 55).

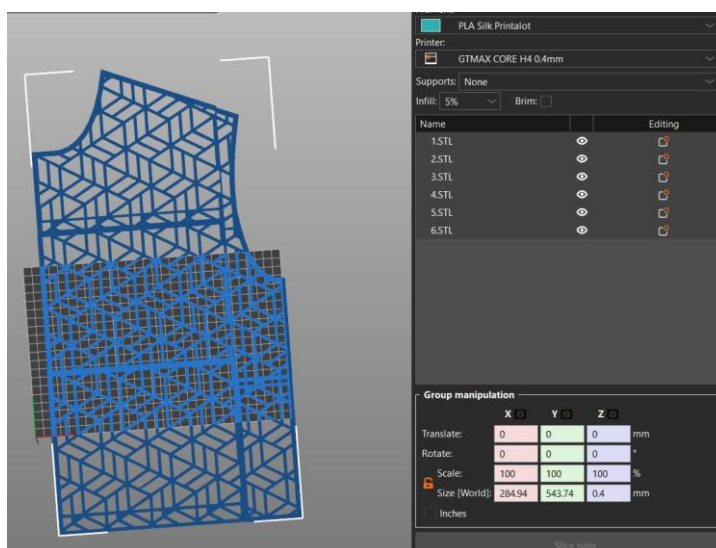
**Figura 55: Modelagem da jaqueta em software CorelDRAW® com inserção da geometria**



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A etapa subsequente consistiu em exportar o modelo para um software de fatiamento, onde utilizou-se o software PrusaSlicer 2.8.0, que executa o fatiamento de maneira detalhada, camada por camada (conforme ilustrado na Figura 56). Essa ação converte o arquivo em finas camadas que a impressora 3D é capaz de ler e replicar.

**Figura 56: Vista da parte frente da peça em STL no software de fatiamento.**



Fonte: Acervo da autora (2024).

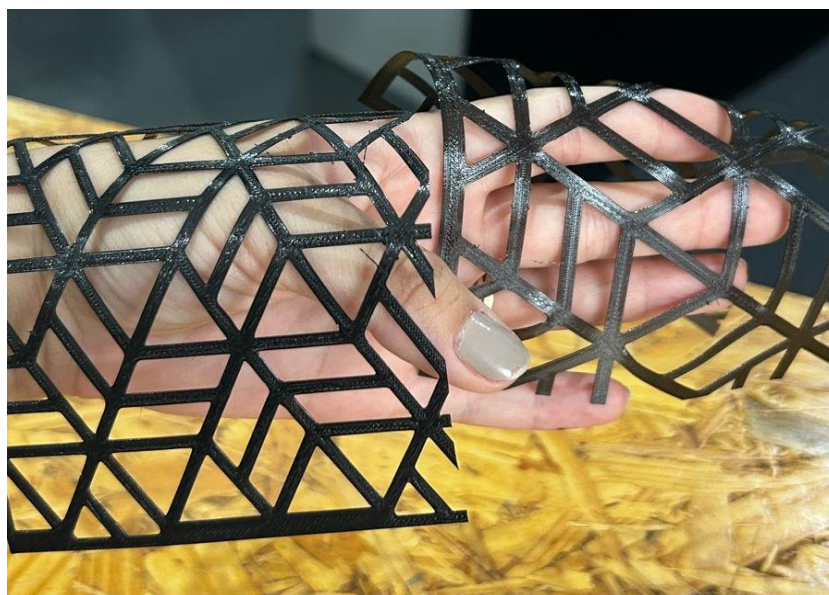
Esse processo foi crucial, pois a partir dele foram definidos alguns parâmetros de impressão, como, a espessura das camadas, a velocidade e a quantidade de material a ser utilizado, para a impressão final. Nesta etapa, foram realizados três testes de espessura da geometria (Figura 57), a fim de analisar melhor caimento, maleabilidade (Figura 58), e união das peças.

**Figura 57: Amostras impressas em diferentes espessuras (0.06mm; 0.03mm e 0.01mm).**



Fonte: Acervo da autora (2024).

**Figura 58: Maleabilidade das amostras impressas em 3D (0.03mm e 0.01mm).**



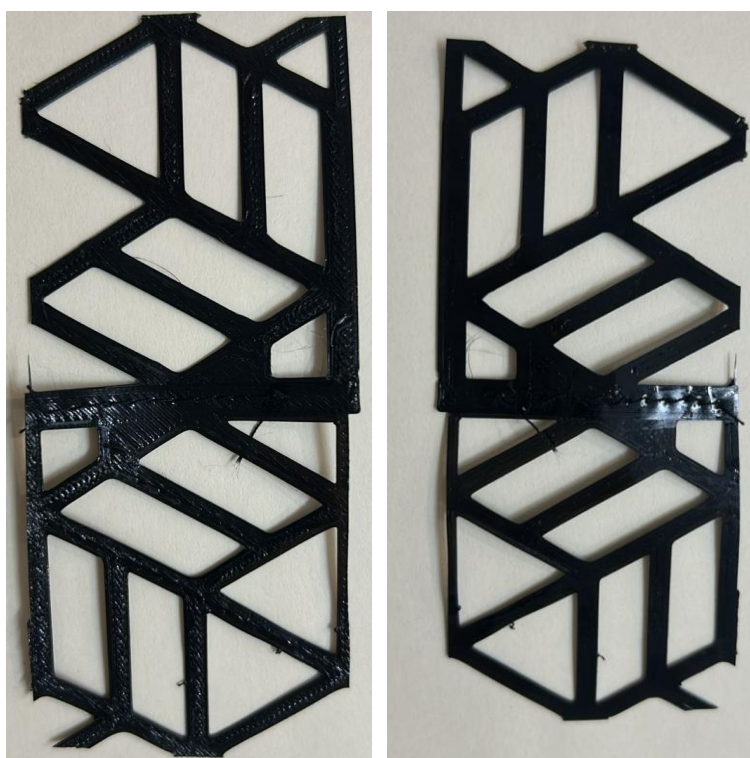
Fonte: Acervo da autora (2024).

As amostras foram aferidas em paquímetro eletrônico modelo 797B-12/300 IP65 da marca Starreti Tools, diante dos resultados das amostras impressas na geometria escolhida, optou-se por trabalhar com a amostra de 0.01mm, devido a aparência mais maleável, que oferece um melhor caimento,

ou seja, permitiu que a peça acompanhasse as curvas do corpo com mais leveza e flexibilidade. Ao mesmo tempo em que preservou a liberdade de movimento do usuário, característica fundamental para uma peça de uso diário.

Também foi realizado um teste de união das partes para avaliar como a amostra se comportaria, uma vez que a peça foi segmentada em 36 partes, sendo cada uma delas com 0.01mm de espessura, impressas separadamente. Para tal, utilizou-se uma máquina de costura doméstica modelo Singer Prélude 8280, com pé calcador específico para couro que proporciona uma melhor aderência e controle sobre superfícies escorregadias ou espessas, como a do polímero usado na impressão da amostra, costurado com agulha cabo fino numeração 75/11 e linha de costura 24TEX preta (Figura 59).

**Figura 59: Teste de união das partes em máquina de costura**



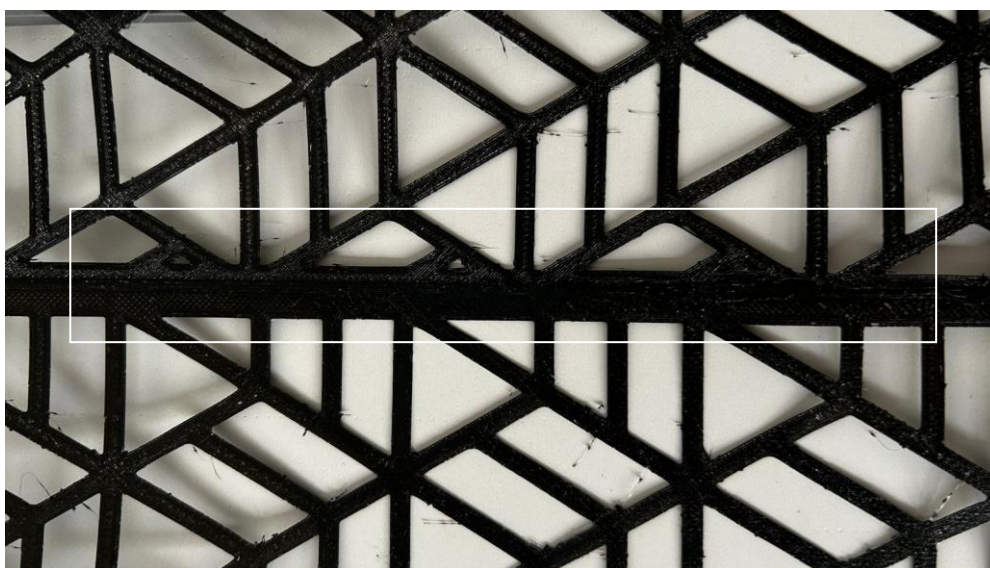
Fonte: Acervo da autora (2024).

O teste foi importante, pois permitiu identificar a viabilidade de unir as partes do material por meio da costura - método convencional de construção de

peças de vestuário. Além deste, foi realizado um teste de união das partes utilizando um ferro de solda a 200°C, técnica que visa unir as partes do material sem necessidade de costura.

Esse método permite criar uma junção mais discreta, uma vez que elimina linhas de costura e não se tem a sobreposição das partes, mas sim, a junção delas. A aplicação de calor no material foi controlada para evitar deformações ou queimaduras que comprometeriam a resistência da peça. O teste comprovou a viabilidade da soldagem, garantindo que o material se fundisse de maneira uniforme e apresentasse uma junção estável, sem perda de flexibilidade (Figura 60).

**Figura 60: Teste de soldagem (em destaque) com o ferro de solda.**



Fonte: Acervo da autora (2024).

Esses testes confirmaram que a escolha do material de menor espessura, aliado ao uso de técnica de junção adequada, a soldagem, contribui para um caimento ideal e para a resistência necessária na aplicação final, permitindo que a peça tenha boa qualidade e funcionalidade.

## **7 PROTOCOLO DA COLETA DE DADOS**

Nesta seção, serão descritos os protocolos adotados para a coleta de dados do estudo de campo descritivo de caráter qualiquantitativo, cujo objetivo central foi analisar a percepção dos usuários em relação a uma peça de vestuário impressa em 3D, em comparação com uma peça de vestuário convencional identificada como peça controle.

A coleta de dados incluiu a realização de atividade simulada e a aplicação de questionários (qualitativo e quantitativo) que investigaram a relação entre o vestuário impresso em 3D e sua viabilidade de uso, a fim de identificar as percepções e sensações das participantes em relação ao produto.

### **7.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO E CUIDADOS ÉTICOS**

O presente estudo tem característica descritiva de caráter qualiquantitativo, envolvendo a coleta e análise de dados de situações reais e aplicadas. Considerando a participação de seres humanos, especificamente indivíduos adultos e independentes, este estudo seguiu as diretrizes estabelecidas pela Resolução 466/2012/CNS/MS, que regulamenta os cuidados éticos em pesquisas nas Ciências Humanas e Sociais, e foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE 82341024.6.0000.0104, parecer ANEXO A).

Assim, todas as participantes foram devidamente informadas sobre os objetivos e procedimentos do estudo, e a elas foi apresentado e aplicado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para assegurar sua compreensão e concordância com a participação voluntária na pesquisa, as quais não houve nenhum tipo de identificação, considerando que o termo foi impresso em duas vias de igual teor.

## 7.2 AMOSTRAGEM

O presente estudo contou com a participação de 32 indivíduos adultos, do sexo feminino, com plena capacidade cognitiva e física, todas pertencentes à comunidade acadêmica da Universidade Estadual de Maringá, do curso de Moda do Campus Regional de Cianorte. Foi utilizada uma amostragem por conveniência, uma vez que a amostra foi selecionada entre pessoas de fácil acesso para a pesquisadora, considerando que o local escolhido corresponde ao seu ambiente de trabalho.

Com base nas informações fornecidas durante a seleção da amostra, todas as participantes declararam utilizar vestuário no tamanho 40, medidas adotadas como referência para a construção do objeto de estudo e peça controle.

## 7.3 OBJETO DE ESTUDO

Foram estabelecidos como objetos de estudo, duas peças de vestuário, sendo ambas do mesmo modelo (jaqueta manga longa), cujo uso é comum entre as mulheres. As peças foram identificadas conforme a matéria-prima usada em sua confecção, denominadas como Vestuário 3D (em TPU, modelado e impresso em 3D) e Vestuário Controle (em poliéster, modelado e costurado manualmente).

### 7.3.1 Vestuário 3D

O modelo da jaqueta foi produzido utilizando a técnica de impressão 3D FDM (Modelagem por Deposição Fundida), especificamente, na impressora Creality CR-10 Smart. Este equipamento possui um bico de impressão com diâmetro de 0.4mm e uma área total de impressão de 300 x 300 x 400 mm. O processo de impressão das 36 partes que compõem a peça demandou 35 horas,

incluindo o tempo de mesa, configurações do processo e a remoção subsequente das peças impressas. A impressão foi realizada em um espaço Maker terceirizado na cidade de Maringá/PR, no qual os custos de impressão ficaram sob responsabilidade da pesquisadora.

**Figura 61: Impressora trabalhando na impressão da peça.**



Fonte: Acervo da autora (2024).

O material usado foi o Filamento TPU 95<sup>14</sup> da marca 2M3D, com densidade de 1,22 g/cm<sup>3</sup>. Os parâmetros de impressão foram ajustados para uma velocidade de 50mm/s, temperatura de fusão de 128°C e aquecimento da mesa a 50 °C, e com espessura final da camada em 0.01mm. A união das 36 partes impressas foi realizada por um Ferro de Solda 60W – Profissional, com regulagem de temperatura da marca ASONX, com ponteira abaulada.

---

<sup>14</sup> Indica a dureza do material.

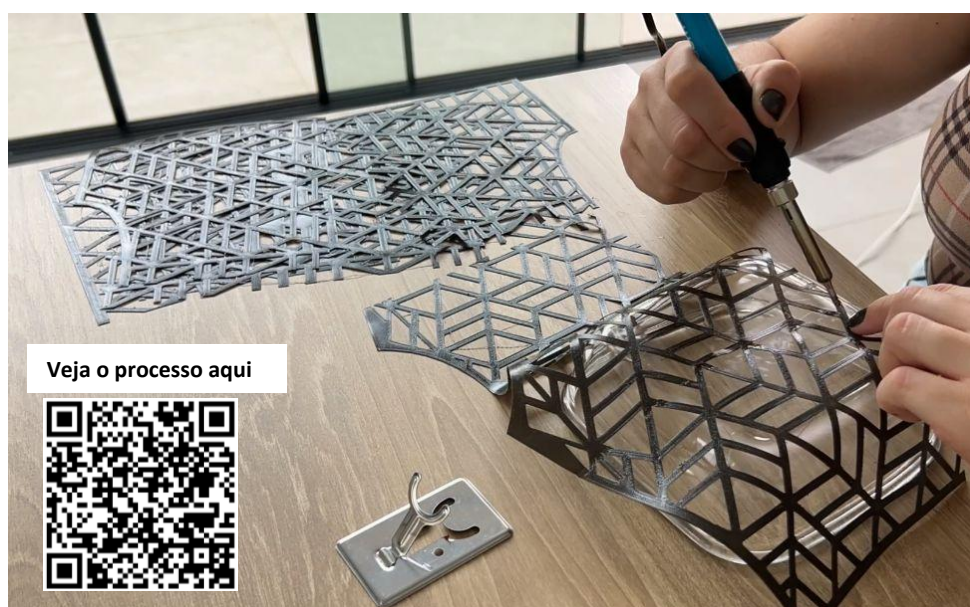
**Figura 62: Ferro de solda utilizado na união das partes da peça.**



Fonte: Amazon [on-line], 2024.<sup>15</sup>

O processo de união das partes da peça de vestuário impressa em 3D foi feito artesanalmente pela pesquisadora (Figura 63), que resultou na formação da jaqueta (Figura 64).

**Figura 63: Montagem da jaqueta por meio de ferro de solda a 200°.**



Fonte: Acervo da autora (2024).

<sup>15</sup> Disponível em: [https://www.amazon.com.br/Regulagem-Temperatura-Profissional-Suporte-Esponja/dp/B0D81G9C7G?pd\\_rd\\_w=1aS53&content-id=amzn1.sym.a3c61834-3956-4b90-92db-67b7c3a40679&pf\\_rd\\_p=a3c61834-3956-4b90-92db-67b7c3a40679&pf\\_rd\\_r=W0DW5WFQ5CW3VJT54JQR&pd\\_rd\\_wg=kJIWq&pd\\_rd\\_r=b3cd40c4-6b9e-47af-9e0a-4de68e0b927d&pd\\_rd\\_i=B0D81G9C7G&psc=1&ref\\_=pd\\_basp\\_d\\_rpt\\_ba\\_s\\_1\\_t](https://www.amazon.com.br/Regulagem-Temperatura-Profissional-Suporte-Esponja/dp/B0D81G9C7G?pd_rd_w=1aS53&content-id=amzn1.sym.a3c61834-3956-4b90-92db-67b7c3a40679&pf_rd_p=a3c61834-3956-4b90-92db-67b7c3a40679&pf_rd_r=W0DW5WFQ5CW3VJT54JQR&pd_rd_wg=kJIWq&pd_rd_r=b3cd40c4-6b9e-47af-9e0a-4de68e0b927d&pd_rd_i=B0D81G9C7G&psc=1&ref_=pd_basp_d_rpt_ba_s_1_t).

Figura 64: Objeto de estudo (Vestuário 3D) finalizada (FRENTE E COSTAS).



Fonte: Acervo da autora (2024).

### 7.3.2 Vestuário Controle

Uma peça controle foi confeccionada para auxiliar na coleta de dados, permitindo a obtenção de resultados comparativos com o vestuário impresso em 3D. Para o desenvolvimento desse objeto de estudo, optou-se por uma renda com estrutura aberta e textura robusta (Figura 65), de modo a aproximar suas características das do Vestuário Impresso em 3D.

**Figura 65: Desenho da construção da renda utilizada na peça controle.**



Fonte: Acervo da autora (2024).

A renda utilizada possui composição 100% poliéster, com largura de 1,40 m e adquirida loja de tecidos no comércio local da cidade de Maringá/PR. A área efetivamente utilizada foi de 50 cm, restando aproximadamente 20 cm do material para eventuais testes adicionais.

A costura da peça foi realizada utilizando a técnica de sobreposição das camadas de tecido, uma vez que a costura francesa - recomendada para tecidos como a renda -, resultou em um acabamento grosseiro. Foi utilizada Linha para Costura nº 120 Reta - Poliéster 1500 Jardas, da marca Círculo. A costura foi realizada em uma máquina industrial modelo SunSir SS-A598D, equipada com um pé calcador comum (Figura 66).

**Figura 66: Montagem da jaqueta por meio de costura em máquina reta industrial.**



Fonte: Acervo da autora (2024).

Para aprimorar o acabamento da costura e do produto, optou-se por não aplicar bainha nas mangas e na barra da peça, aproveitando-se o acabamento natural da renda. Foi adicionado apenas o acabamento na vista — área destinada à aplicação de botões e ao fechamento da peça —, além da aplicação de revel no lado interno da gola para um acabamento mais refinado (Figura 67).

Figura 67: Objeto de estudo (Vestuário Controle) finalizada (FRENTE E COSTAS)



Fonte: Acervo da autora (2024).

#### 7.4 INSTRUMENTO DE PESQUISA

Os instrumentos de pesquisa utilizados nesta tese foram:

- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A) e cadastro de identificação;
- **Protocolo de Escala de Diferencial Semântico (DS)** - de característica psicofísica, composta por dois adjetivos opostos posicionados como âncoras em cada extremidade, com uma escala Likert de 7 pontos entre eles, tem por objetivo medir a estrutura semântica e o significado atribuído aos objetos. Esse método proporciona uma base robusta para captar dados subjetivos em testes de usabilidade aparente (Albert e Tullis, 2023). No campo do design, ele é aplicado na avaliação da interação entre usuário e produto, para avaliar a percepção de usuários em relação a uma variedade de elementos (Santa Rosa; Moraes, 2012).

Além disso, segundo Fernandes et al., (2024) muitos pesquisadores têm adotado esse método para examinar características específicas dos produtos, tais como estética, cor e outros atributos, o que confirma a conveniência da técnica em estudos que abordam diversas interfaces e que são de grande relevância para a usabilidade. Por sua vez, também permite investigar a percepção dos usuários com base em duas classificações distintas: estética e funcional (Marteli et al., 2020) e avaliar artefatos de uso cotidiano (Porsani e Paschoarelli, 2024). Embora o DS ofereça apenas respostas subjetivas, ela permite identificar, ainda que de forma geral, as sensações e emoções dos usuários, sendo especialmente indicada para o design de produtos (Nagasawa, 2002).

Cabe destacar que, apesar da relevância da metodologia OIKOS, proposta por Martins (2019), por integrar aspectos físicos, sensoriais e simbólicos na avaliação do conforto e da usabilidade do vestuário, sua aplicação exige um nível de maturidade quanto ao uso do produto, este, que não correspondia ao estágio da peça de vestuário utilizada na pesquisa.

Considerando que o Vestuário 3D analisado foi desenvolvido em caráter experimental, com o objetivo de testar a viabilidade técnica da impressão 3D aplicada ao vestuário, optou-se por utilizar a Escala de Diferencial Semântico (DS). Uma vez que, essa ferramenta mostrou-se mais adequada para captar percepções subjetivas iniciais sobre a estética e funcionalidade do produto, em uma etapa na qual o foco estava voltado à análise do artefato como proposta de design, e não à experiência prolongada do corpo em movimento. Dessa forma, a escolha metodológica priorizou a coerência com os objetivos da investigação, sem desconsiderar a importância de abordagens mais profundas em estudos futuros.

Para a construção do diferencial semântico foram empregados 20 pares de adjetivos opostos, evitando-se polarizar um dos lados (esquerdo ou direito) como positivo ou negativo, optando-se por uma distribuição aleatória dos

termos. Isso permitiu incluir pares de adjetivos que, embora opostos, não são passíveis de avaliação em termos de bom ou ruim, como, por exemplo, áspera/lisa, inflexível/maleável, quente/fria, entre outros.

O protocolo foi elaborado com cinco pares de adjetivos (Apêndice B), para cada questão, que fazem referência as características analisadas no objeto de estudo e sua interação com o usuário.

- **Protocolo de Entrevista** – composto por três perguntas (Apêndice C), aplicadas verbalmente com o intuito explorar e compreender em profundidade os fenômenos sociais e comportamentais, considerando o contexto e a perspectiva dos participantes. A pesquisa qualitativa valoriza as subjetividades e os significados sociais construídos, sendo adequada para temas em que a interpretação humana é central. De caráter exploratório e baseada em pequenas amostras que proporcionam entendimento da percepção do consumidor, assim como do contexto do problema analisado (Minayo, 2001).

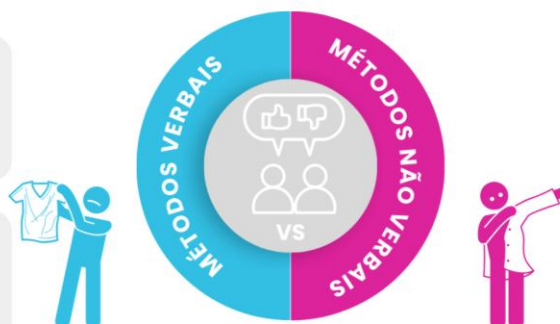
Além de se enquadrar como um teste de usabilidade criado por Löbach (2001) por se tratar de uma avaliação do produto com os potenciais usuários, em busca de delimitar os possíveis erros a serem anulados no produto final, avaliando o produto em sua dimensão técnica, sobre a sua construção; dimensão estética, acerca da aparência; e funcional, com relação ao seu uso. O Quadro 9 sintetiza o método utilizado na coleta de dados.

## Quadro 8: Método Não Verbal (pares de adjetivos) versus Método Verbal (entrevista por áudio)

### Protocolo DS

SENSORIAL		
	ÁSPERA RÍGIDA QUENTE SECA INFLEXÍVEL	LISA FLEXÍVEL FRIA MOLHADA MALEÁVEL
MOVIMENTO		
	RÍGIDO INFLEXÍVEL ESTIRADO ENRIJECIDO RESTRITIVO	FLEXÍVEL MALEÁVEL DOBRÁVEL MACIO EXPANSIVO
SENSAÇÃO TÉRMICA		
	CALOR SUOR TRANSFERÊNCIA* TROCA* EVAPORAÇÃO*	FRIO AUSÊNCIA DE SUOR RETEÇÃO RETEÇÃO RETEÇÃO
CONFORTO		
	DESCONFORTÁVEL INCÔMODO INUTILIZÁVEL DESAGRADÁVEL INADEQUADO	CONFORTÁVEL CÔMODO USÁVEL AGRADÁVEL ADEQUADO

\*de temperatura, considerando que o corpo humano pode apresentar essas formas de perda de calor.



### Protocolo de pesquisa qualitativa

#### ESTILO

- Quais aspectos lhe agradam na estética/aparência da peça?
- Você usaria o produto apresentado, considerando a superfície utilizada em sua confecção?
- Levando em conta o aspecto sensorial e visual do produto, você o considera uma peça adequada para o uso no dia a dia?

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

## 7.5 PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

O estudo seguiu um protocolo dividido em etapas definidas pela pesquisadora considerando os aspectos que seriam avaliados. O processo iniciou-se com o recrutamento por meio de convite, seguido do esclarecimento dos objetivos do estudo, e preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O protocolo foi realizado na sala 01 na Oficina de Moda da Universidade Estadual de Maringá no Campus Regional de Cianorte/PR, com controle de temperatura ambiente por meio de ar-condicionado, em 24°C. Inicialmente foi realizada a randomização dos objetos de estudo, por meio de sorteio manual feito em papel, determinando a ordem de apresentação dos objetos de estudo (Vestuário 3D e Vestuário Controle).

Após essa randomização, deu-se início aos procedimentos experimentais. De modo individual, a participante recebeu a orientação sobre a atividade a ser realizada – vestir a peça com o auxílio da pesquisadora, tocar a peça com as mãos, sentir o contato da peça com a pele (outras partes como braço, colo e costas), considerando que a percepção tátil da palma da mão se difere do restante da pele/corpo; e por alguns segundos refletir sobre sua percepção ao tocá-la.

Cada participante foi orientada a vendar os olhos antes de iniciar a atividade para evitar qualquer viés visual durante a experiência. Em seguida, foram instruídas a vestir a peça de vestuário correspondente ao sorteio realizado. Assim que a peça estava devidamente ajustada, a participante realizou a atividade descrita anteriormente.

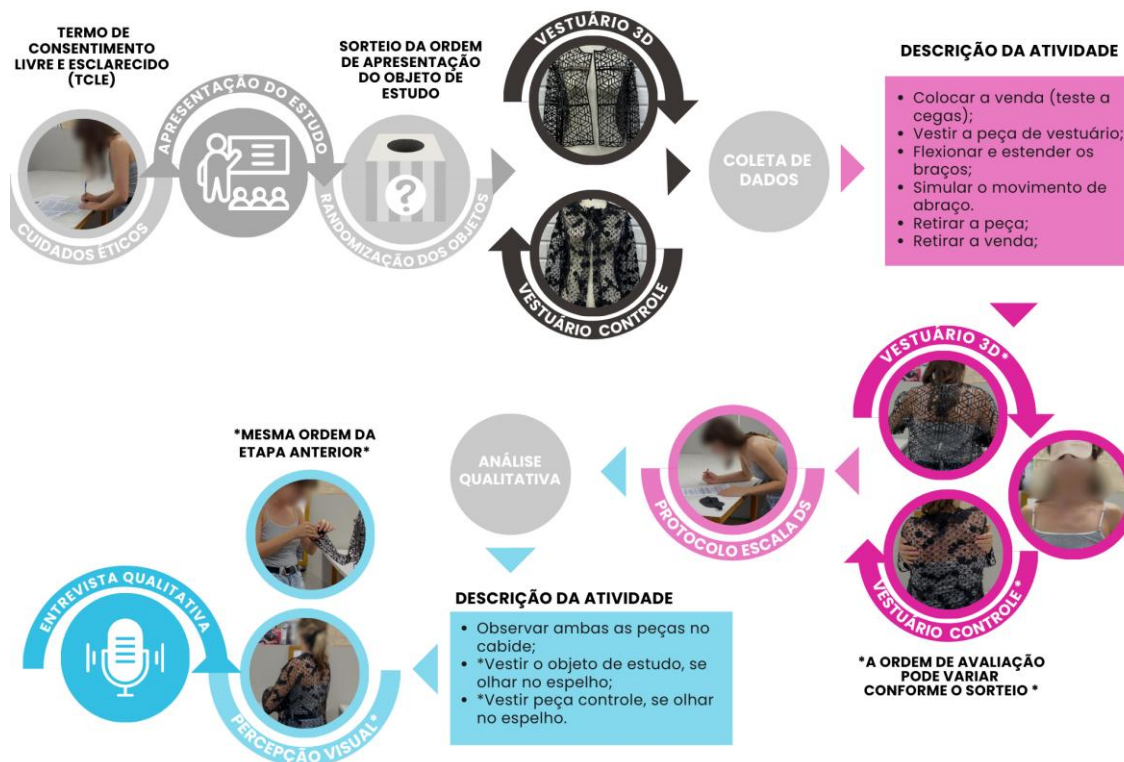
Ao término da atividade, a peça foi retirada, e em seguida a venda, para que a participante pudesse preencher o Protocolo de Avaliação Escala DS, registrando suas respostas a respeito da percepção sensorial e ergonômica dos materiais utilizados na fabricação dos vestuários. O procedimento foi então repetido com a segunda peça, seguindo exatamente as mesmas etapas, respeitando a ordem previamente definida pela randomização para garantir a imparcialidade dos resultados.

Na etapa final, sem o uso da venda, cada participante foi instruída a observar as duas peças de forma individual, dispostas em um cabide, onde puderam analisar visualmente as características de cada vestuário. Foram também orientadas a sentir a textura de ambas as peças para uma avaliação tátil. Em seguida, vestiram cada peça novamente, e observaram-se em um espelho para uma percepção completa da peça no corpo. Logo após, responderam verbalmente a um Protocolo de Avaliação Qualitativa, no qual foram gravadas em um celular modelo Iphone 14.

Cabe destacar, que todo o procedimento de coleta de dados (Figura 68) foi realizado com os dois objetos de estudo, respeitando a ordem de

randomização estabelecida no início de cada entrevista/coleta, assegurando a replicabilidade e a validade dos dados obtidos.

Figura 68: Protocolo da coleta de dados



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

O tempo de coleta de dados em Protocolo (DS) foi de aproximadamente 25 minutos por participante, devido às etapas de instruções sobre a atividade realizada, e para coleta de dados qualitativos foi de 10 minutos aproximadamente por participante.

Para os metadados DS, foi aplicada uma análise estatística descritiva para cada par de adjetivos, obtendo-se mediana (Md), média (Me) e desvio padrão (d.p.), do nível de percepção das participantes (variável dependente), para cada um dos objetos de estudo (variável independente): Vestuário 3D e Vestuário Controle.

A fim de verificar a ocorrência de diferenças significativas entre as variáveis independentes, foi empregado o software JASP 019.3.0, aplicando-se inicialmente o teste de Shapiro-Wilk, visando verificar os pressupostos de

normalidade. Considerando que nenhum dos grupos amostrais atendeu tal pressuposto ( $p \leq 0,05$ ), aplicou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon ( $p \leq 0,05$ ) para comparação dos resultados (pareados) das variáveis independentes, totalizando cinco comparações, uma para cada um dos critérios, ou pares de adjetivos.

Para os dados do Protocolo de entrevistas, foi utilizada uma síntese qualitativa que apresenta os resultados das 32 participantes. As respostas foram categorizadas inicialmente com base em aspectos positivos e negativos em uma planilha no software Excel, divididas por participante, e em seguida foi utilizada a metodologia de Análise de Conteúdo de Bardin (2016), para melhor organização e categorização dos dados a fim de identificar os elementos mais relevantes dentro do conteúdo.

Essa metodologia foi escolhida por ser utilizada nas áreas de design e design de moda, pois ambas lidam com percepções subjetivas, simbólicas e culturais, quando se trata de percepção do usuário permitindo a interpretação de discursos e percepções de forma sistematizada respeitando essa complexidade. A fim de auxiliar na categorização e interpretação de camadas simbólicas presentes na moda e, nos sentidos ocultos nas falas dos participantes da pesquisa. O método também contempla experiências estéticas e sensoriais que não podem ser plenamente compreendidas por métodos quantitativos, mas que podem ser confirmadas por este método.

Estudos como de Almeida (2024), empregam a análise de conteúdo de Bardin para analisar os dados obtidos na pesquisa relacionada ao design de moda, ilustrando a aplicabilidade da técnica na análise de respostas de participantes e na compreensão de tendências e preferências no setor. Nishimura et. al, (2017), também se utiliza do método para compreender as percepções de conforto de usuários em relação ao vestuário esportivo. A análise de conteúdo de Bardin permitiu identificar aspectos cruciais para o desenvolvimento de modelagens mais adequadas às necessidades dos usuários.

Na pesquisa de Almada et al., (2024), a análise de conteúdo de Bardin é utilizada para a análise dos dados qualitativos buscando compreender as percepções de marcas de calçados masculinos por meio do design, visando gerar estratégias organizacionais voltadas à competitividade setorial. Exemplos que justificam e corroboram com a escolha do método de análise de conteúdo utilizado nesta tese.

Por fim, no tratamento dos resultados a codificação foi organizada, e as categorias foram agrupadas conforme sua similaridade ou relação com o tema central da pesquisa, seguidos da interpretação do conteúdo das categorias buscando compreender os significados e implicações mais amplas, descritas no capítulo 8 desta tese.

Todo o processo foi realizado manualmente em papel e caneta, e permitiu a categorização sistemática dos dados e a identificação de padrões latentes nos discursos das participantes, conforme orientado por Bardin (2016). Em seguida, foi utilizado o ChatGPT, um chatbot de inteligência artificial generativa desenvolvido pela empresa OpenAI, como ferramenta de apoio para melhor interpretação dos dados.

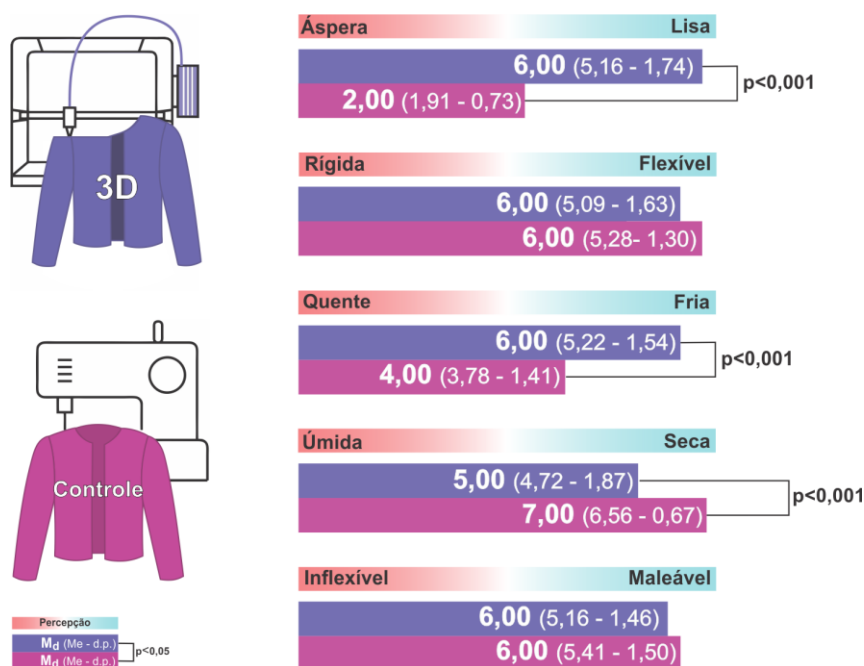
## 8 RESULTADOS

### 8.1 RESULTADOS DO PROTOCOLO DS

Os resultados do Protocolo DS (Figura 69), indicam o nível mediano (Md), médio (Me) e desvio-padrão (d.p.), em uma escala de percepção (1-7) dos pares de adjetivos “Áspera-Lisa”, “Rígida-Flexível”, “Quente-Fria”, “Úmida-Seca” e “Inflexível-Maleável” que analisam a percepção sensorial da pele quando entra em contato com o objeto de estudo.

No par de adjetivos “Áspera-Lisa”, o Vestuário 3D foi percebido significativamente ( $W$  433.000;  $z$  4.660;  $p < 0,001$ ) mais liso, quando comparado ao Vestuário Controle. A mesma condição pode ser observada no par de adjetivos “Quente-Fria” ( $W$  335.000;  $z$  3.508;  $p < 0,001$ ), demonstrando que o Vestuário 3D, para essas duas condições apresentou resultados melhores. Por outro lado, o Vestuário Controle demonstrou-se mais flexível e maleável, sendo percebido significativamente mais seco ( $W$  4.000;  $z$  -3.977;  $p < 0,001$ ).

**Figura 69: Resultados (mediana - Md, média - Me e desvio-padrão - d.p.) para os níveis de percepção sensorial da pele dos usuários, quanto aos pares de adjetivos “Áspera-Lisa”, “Rígida-Flexível”, “Quente-Fria”, “Úmida-Seca” e “Inflexível-Maleável”.**

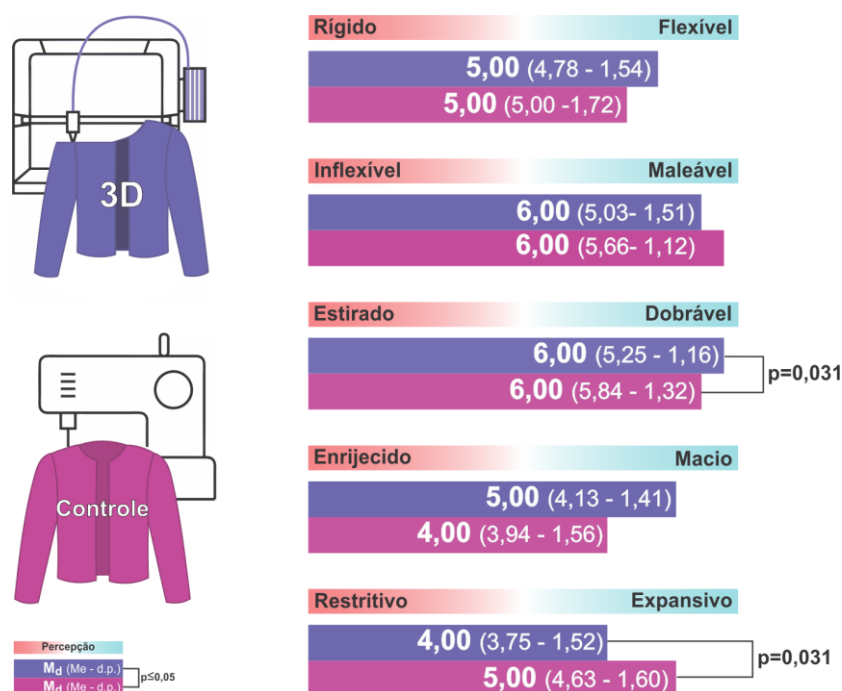


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os resultados do Protocolo DS (Figura 70), indicam o nível mediano (Md), médio (Me) e desvio-padrão (d.p.), em uma escala de percepção (1-7) dos pares de adjetivos “Rígido-Flexível”, “Inflexível-Maleável”, “Estirado-Dobrável”, “Enrijecido-Macio” e “Restritivo-Expansivo” que analisam a percepção da realização da atividade durante o uso do objeto de estudo.

No par de adjetivos “Enrijecido-Macio”, o Vestuário 3D demonstrou-se mais macio, enquanto o Vestuário Controle demonstrou-se mais flexível e maleável, sendo percebido significativamente mais dobrável ( $W 42.000$ ;  $z - 2.133$ ;  $p=0,031$ ) e expansivo ( $W 100.000$ ;  $z - 2.138$ ;  $p=0,031$ ), demonstrando que para essas quatro condições apresentou resultados melhores.

**Figura 70: Resultados (mediana - Md, média - Me e desvio-padrão - d.p.) para os níveis de percepção da realização da atividade, quanto aos pares de adjetivos “Rígido-Flexível”, “Inflexível-Maleável”, “Estirado-Dobrável”, “Enrijecido-Macio” e “Restritivo-Expansivo”**



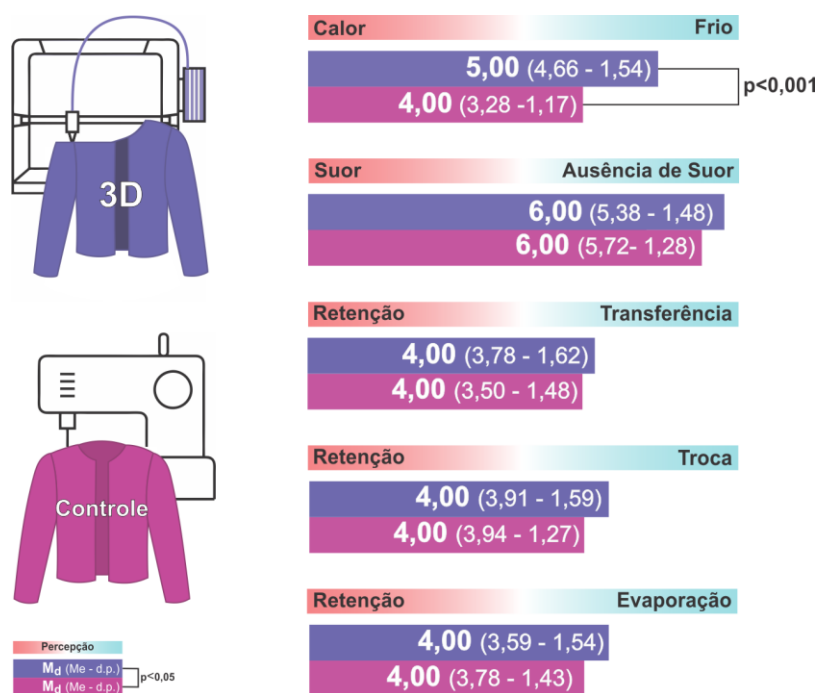
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os resultados do Protocolo DS (Figura 71), indicam o nível mediano (Md), médio (Me) e desvio-padrão (d.p.), em uma escala de percepção (1-7) dos pares de adjetivos “Calor-Frio”, “Suor-Ausência”, “Retenção-Transferência”,

“Retenção-Troca” e “Retenção-Evaporação” que analisam a percepção térmica do objeto de estudo.

Quanto à percepção térmica, o Vestuário 3D demonstrou-se como com maior transferência de calor e foi percebido significativamente mais frio ( $W$  335.500;  $z$  3.520;  $p < 0,001$ ); enquanto o Vestuário Controle demonstrou-se como com maior ausência de suor, assim como maiores troca de calor e evaporação. Demonstrando que ambos os objetos de estudo apresentam bons resultados quanto a questão térmica.

**Figura 71: Resultados (mediana - Md, média - Me e desvio-padrão - d.p.) para os níveis de percepção térmica dos usuários, quanto aos pares de adjetivos “Calor-Frio”, “Suor-Ausência de Suor”, “Retenção-Transferência”, “Retenção-Troca” e “Retenção-Evaporação”**

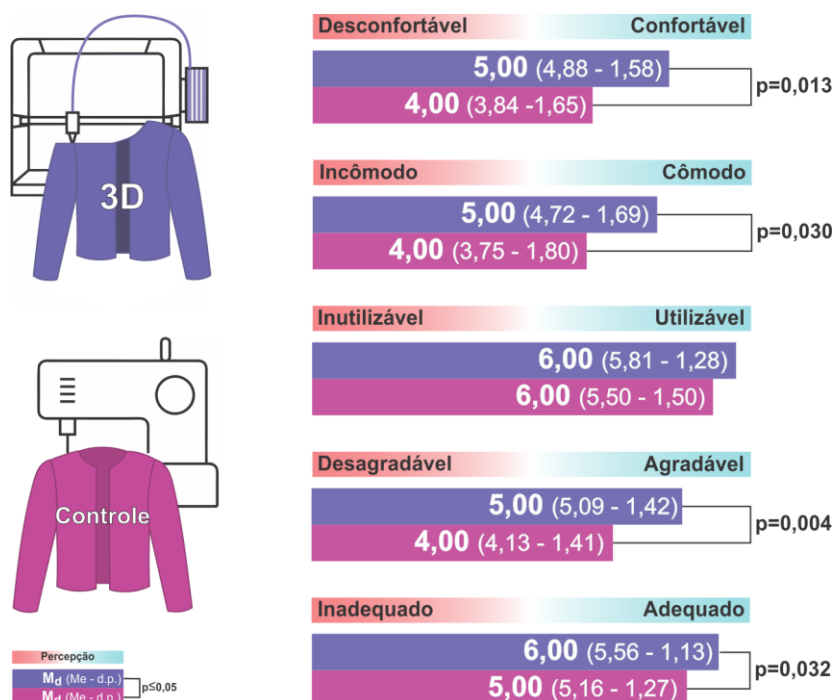


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os resultados do Protocolo DS (Figura 72), indicam o nível mediano (Md), médio (Me) e desvio-padrão (d.p.), em uma escala de percepção (1-7) dos pares de adjetivos “Desconfortável-Confortável”, “Incômodo-Cômodo”, “Inutilizável - Utilizável”, “Desagradável-Agradável” e “Inadequado-Adequado” que analisam a percepção de conforto quanto ao objeto de estudo.

No par de adjetivos “Desconfortável-Confortável”, o Vestuário 3D foi percebido significativamente ( $W$  311.000;  $z$  2.4710;  $p=0,013$ ) mais confortável, quando comparado ao Vestuário Controle. A mesma condição pode ser observada no par de adjetivo “Incômodo-Cômodo” ( $W$  260.500;  $z$  2.159;  $p=0,030$ ); “Desagradável-Agradável” ( $W$  233.000;  $z$  2.889;  $p=0,004$ ) e “Inadequado-Adequado” ( $W$  108.000;  $z$  2.068;  $p=0,032$ ), demonstrando que o Vestuário 3D, para essas quatro condições, apresentou resultados melhores. Já no par de adjetivos “Inutilizável-Utilizável”, não foi observada diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre o Vestuário 3D e Vestuário Controle, apesar do primeiro apresentar melhores resultados.

**Figura 72: Resultados (mediana - Md, média - Me e desvio-padrão - d.p.) para os níveis de percepção de conforto dos usuários, quanto aos pares de adjetivos “Desconfortável-Confortável”, “Incômodo-Cômodo”, “Inutilizável - Utilizável”, “Desagradável-Agradável” e “Inadequado-Adequado”.**



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

## 8.2 RESULTADOS DO PROTOCOLO DE ENTREVISTA

Os resultados do Protocolo de Entrevista foram organizados em três categorias de análise, de acordo com o tema das questões presentes no Protocolo de Entrevista, que posteriormente foram subdivididas em outras categorias de análise, totalizando dez subcategorias de avaliação conforme mostra a Figura 73.

**Figura 73: Categorização dos resultados qualitativos em subcategorias conforme Bardin (2016).**



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Por fim, são apresentadas as comparações entre os objetos de estudo (Vestuário 3D e Vestuário Controle) em cada uma das subcategorias, a partir da identificação de padrões e tendências. O método de análise foi executado de forma manual, em seguida foi utilizado o ChatGPT para revisão e ampliação dos resultados, para ambos, seguiu-se as etapas do método de Análise de Conteúdo de Bardin (2016), que permitiu a categorização sistemática dos dados e a identificação de padrões nos discursos das participantes apresentados a seguir.

### 8.2.1 Design do Produto (Questão 1)

Nesta categoria os resultados foram subdivididos em três categorias de análise: **Estética e Aparência** – Percepção visual do material, incluindo atributos como cor, brilho e estilo; **Design** – Os aspectos formais do produto, incluindo modelagem, estrutura e inovação; e **Matéria-prima/Superfície** – Características táteis do material, como textura, conforto e flexibilidade.

- **Categoria 1 - Estética e aparência:** observou-se diferenças na percepção das participantes entre os objetos de estudo, sugerindo uma associação do Vestuário 3D a um visual inovador e arrojado, devido aos elementos presentes na sua composição que forma uma estética desconstruída, configurando seu design como experimental. Enquanto aspecto visual do produto é mencionada como agradável pela maioria das participantes, isso pode ser observado em afirmações como "*futurista*", "*moderno*", "*estética desconstruída*" e "*agradável*", o que indica uma percepção distinta do produto em relação a produtos convencionais. No Vestuário Controle é enfatizada a percepção mais convencional e clássica, com ênfase nas características físicas do produto, como o brilho, a cor e a aparência "*bonita*".
- **Categoria 2 - Design:** os resultados indicam que a inovação é o ponto central na percepção do design do vestuário 3D, isso pode estar associado as formas geométricas presentes na sua superfície, ao material utilizado em sua confecção e até mesmo ao método de fabricação, até então desconhecido para tal produto. Foram recorrentes as descrições que enfatizam a singularidade da peça, com menções como "*atual*", "*achei diferente*" e "*único*", o que sugere que a peça gera impacto visual. Cabe destacar que a modelagem também é um fator que chamou a atenção, por ser mais reta e ampla. O Vestuário Controle também

apresentou avaliações positivas, com destaque para "*modelagem*", "*acabamento*" e "*design diferente*", que pode ser percebido pela matéria-prima utilizada em sua confecção, que indica um design mais refinado se tratando de uma renda, porém menos experimental e inovador em comparação com o Vestuário 3D.

- **Categoria 3 – Matéria-prima/Superfície:** embora os vestuários tenham o plástico como componente principal de suas matérias-primas, as percepções em relação a superfície de ambos, evidenciaram diferença notável entre os produtos. O Vestuário 3D evidenciou sensações relacionadas à tecnologia do material, descrito como "*fresco*", "*maleável*" e com "*sensação de couro PU*". Além disso, houve menções ao conforto e ao caimento, ainda que em menor número. O Vestuário Controle, por outro lado, enfatizou aspectos como a "*renda*", "*brilho*" e "*detalhes da renda*", elementos que remetem a um caráter ornamental e sofisticado ao produto. Reforçando a tendência de que a impressão 3D está associada a materiais inovadores e tecnológicos, enquanto materiais convencionais são percebidos como clássicos.

Diante dos resultados obtidos percebe-se que o Vestuário 3D é considerado moderno e inovador, principalmente pelo seu design geométrico e desconstruído, além de sua matéria-prima (filamento TPU), ser considerada fresca e maleável, porém, ainda gera dúvidas quanto ao conforto. Sua aceitação pode ocorrer entre usuários que buscam inovação e design vanguardista, podendo ainda gerar resistência para os que priorizam conforto e familiaridade estética.

O Vestuário Controle, por outro lado, é descrito como mais tradicional e sofisticado, com forte ênfase na beleza clássica, brilho e acabamento refinado. Sua matéria-prima, a renda, é vista como decorativa, o que a torna mais

acessível em termos de aceitação, mas sua falta de inovação pode ser um fator limitante para públicos que buscam experimentação estética através do vestuário.

Perante o exposto, identificou-se um padrão em que o Vestuário 3D se posiciona como um elemento de experimentação estética, associado à inovação no design de moda. Enquanto o Vestuário Controle reforça a valorização do design tradicional, sendo mais aceito por aqueles que valorizam familiaridade e refinamento visual. Essa divergência aponta para uma tendência de valorização de abordagens mais ousadas e tecnológicas no vestuário, sem, no entanto, eliminar a preferência pela estética clássica e tradicional, que continua sendo um fator relevante na avaliação dos usuários.

Dessa forma, a análise evidencia que a percepção do design do produto envolve particularidades como a aparência, o design e a matéria-prima do produto, estando diretamente relacionada às expectativas e preferências individuais dos usuários. Assim, a escolha entre os dois produtos não se baseia apenas na funcionalidade, mas também na identidade estilística e na predisposição do usuário para adotar novas propostas de vestuário.

### 8.2.2 Matéria-prima/Superfície (Questão 2)

Nesta categoria os resultados foram subdivididos em três categorias de análise: **Sensação** - Aspectos relacionados ao conforto e à textura da peça; **Afinidade de estilo** - O quão bem o produto se encaixa no estilo pessoal dos participantes; e **Viabilidade de uso** - Possibilidade de uso no dia a dia e desafios percebidos.

- **Categoria 1 - Sensação:** a percepção sensorial das participantes em relação ao Vestuário 3D revelou um conjunto de sensações contrastantes. Enquanto umas relataram conforto e uma melhor adaptação à pele em trechos como "*se deu melhor com minha pele*", "*mais leve*", "*confortável*", "*sensação gelada*", outras destacaram

desconforto térmico e tátil, como o excesso de calor e aderência à pele em trechos como *"quente e grudento"*, além de preocupações com a segurança do material evidentes em trechos como *"medo do plástico derreter"*. O Vestuário Controle recebeu uma rejeição mais homogênea, sendo descrito predominantemente como áspero. Seis participantes afirmaram que não usariam a peça sozinha, necessitando de uma outra peça por baixo para evitar o desconforto. Além disso, houve menções diretas a *"pinicar"*, *"aspereza"* e *"leve incômodo"*, o que reforça a percepção negativa da textura do material.

- **Categoria 2 – Afinidade de estilo:** a compatibilidade das peças com as preferências individuais de estilo das participantes apontou que o Vestuário 3D, foi mais aceito devido sua estética inovadora, mas também se mostrou difícil de incorporar ao estilo pessoal. Em respostas como *"é bonito, mas não usaria"*, *"não faz meu estilo"* e *"uma coisa bem diferente"* indicam que, embora a peça seja visualmente interessante, ela não é vista como uma escolha para uso cotidiano. O Vestuário Controle teve uma aceitação relativamente maior, mas ainda apresentou algumas restrições quanto ao estilo. Duas usuárias mencionam que *"a superfície e o estilo não me agradam"*, enquanto boa parte mencionou que *"usaria apenas à noite"*, propondo que, apesar de ser mais convencional, sua aplicação pode ser limitada a contextos específicos.
- **Categoria 3 – Viabilidade de uso:** em geral, as participantes afirmaram que usariam o Vestuário 3D no dia a dia, embora algumas respostas tenham indicado condições e ocasiões específicas para o uso. Uma participante afirmou que *"usaria por pouco tempo"*, enquanto outra mencionou que *"usaria dependendo do que estivesse fazendo"*, sugerindo que a peça pode ser funcional, mas não para longos períodos ou

qualquer atividade. O Vestuário Controle, embora também tenha sido bem aceito, teve um índice maior de rejeição do que o Vestuário 3D. Seis participantes afirmaram que não usariam a peça, e duas destacaram que *"usariam por pouco tempo"*, reforçando a ideia de que o desconforto causado pela aspereza do tecido limita sua usabilidade.

Apesar de ambos os vestuários possuírem características positivas e negativas, o Vestuário 3D apresentou maior aceitação entre as participantes, especialmente no que diz respeito à sua originalidade estética e viabilidade de uso, mas com restrições relacionadas ao tempo e ao contexto em que a peça será usada. Entretanto, as sensações proporcionadas pelo material geraram opiniões mistas, com relatos tanto de conforto quanto de desconforto térmico e tátil.

Por outro lado, o Vestuário Controle teve uma rejeição mais uniforme, principalmente devido ao toque áspero e ao desconforto prolongado, o que levou à necessidade de uso como segunda peça. Ainda que sua estética tenha sido melhor aceita para determinados contextos (como eventos noturnos), sua aplicabilidade diária foi mais restrita. Portanto, pode-se identificar o padrão de que o Vestuário 3D possui um maior potencial de inovação e adaptação ao uso cotidiano, desde que suas limitações em termos de conforto térmico e aderência à pele sejam aprimoradas. Assim, ambos os produtos possuem um nicho específico de usuários, refletindo a influência do design e da matéria-prima na adesão ao mesmo.

### 8.2.3 Percepção da usabilidade (Questão 3)

Nesta categoria os resultados foram subdivididos em três categorias de análise: **Viabilidade de uso** - Possibilidade de uso no dia a dia e desafios percebidos; **Ocasão de uso** - Contextos em que as participantes consideram viável o uso; **Sensação** - Aspectos relacionados ao conforto e à textura da peça,

e **Afinidade de estilo** - O quão bem o produto se encaixa no estilo pessoal dos participantes.

- **Categoria 1 – Viabilidade de uso:** observou-se que o vestuário 3D é considerado usável no dia a dia, mas apresenta algumas limitações, em trechos como *“dificuldade nos movimentos”, “medo de prender em objetos”* e *“baixa vestibilidade”*. O vestuário controle, por sua vez, também foi bem aceito para o cotidiano, com ênfase em sua facilidade de vestir e flexibilidade, tornando-a uma opção mais prática. Tendo seu uso associado à aparência e vestibilidade, o que reforça a percepção como um item acessível e funcional.
- **Categoria 2 – Ocasão de uso:** o Vestuário 3D foi amplamente indicado para ocasiões especiais, eventos noturnos e, em alguns casos, considerado mais apropriado para o ambiente profissional no ramo da moda. Esses aspectos podem ser observados em trechos como: *“Usaria para ocasiões especiais”*; *“Usaria só se trabalhasse com moda”*; *“Parece uma peça para eventos”*. O Vestuário Controle, apresentou um padrão de uso semelhante, associado principalmente a ocasiões especiais e uso noturno. No entanto, não houve restrição quanto ao contexto profissional, o que sugere ser mais versátil e adaptável a diferentes situações.
- **Categoria 3 – Sensação:** embora a matéria-prima principal de ambas as peças seja o plástico — no Vestuário 3D o poliuretano termoplástico (TPU) e no Vestuário Controle tecido 100% poliéster — houve diferenças significativas na percepção sensorial durante o uso, de acordo com as opiniões das participantes. O Vestuário 3D gerou sensações variadas, entre elas conforto, calor, aderência à pele e aspereza na articulação do braço. No entanto, a percepção de conforto se destacou, sendo a mais

mencionada, seguida pela sensação de calor, que pode ser observado nos trechos *“A textura é confortável, mas gruda um pouco”*; *“A textura é confortável, mas incomoda um pouquinho no braço”*; *“Sensação geladinha”*. No Vestuário Controle as críticas foram mais frequentes, com queixas relacionadas a pinicar, aspereza e desconforto na articulação do braço, como pode ser observado nos trechos *“Pinica no contato com a pele”*; *“A textura é áspera”*. Além disso, também foi relatado que a peça proporciona sensação térmica elevada.

- **Categoria 4 – Afinidade de estilo:** observou-se que, em relação ao Vestuário 3D, as opiniões ficaram divididas. Enquanto algumas das participantes a consideraram bonita e com um estilo exclusivo, outras ressaltaram que é uma peça *“para quem tem personalidade”* e que *“não condiz com meu estilo pessoal”* e *“não sei dizer quanto ao visual, se usaria no dia a dia”*. Para o Vestuário Controle, houve poucas críticas em relação à estética. No entanto, devido à sua textura e sensação ao entrar em contato com a pele, a maioria das participantes afirmou que preferiria usá-la como segunda peça. Isso sugere que, no contexto do estilo, essa peça se mostra mais versátil. Esse ponto pode ser observado em declarações como: *“Gosto da modelagem e da estética”* e *“Usaria como sobreposição”*.

A análise revela que o Vestuário 3D é percebido como inovador, conceitual e ousado, porém, apresenta ressalvas quanto ao conforto e à praticidade de uso. Sua aceitação depende do estilo do usuário, profissão e da ocasião que será usado, sendo mais adequado para eventos especiais do que para o uso cotidiano.

O Vestuário Controle, por outro lado, é visto como mais convencional, possuindo atributos clássicos de beleza, mas apresenta problemas relacionados à textura do material, sendo este seu principal ponto negativo. Uma vez que o

desconforto causado pela sensação de aspereza e pelo efeito de pinicar na pele, afetam a sensação tátil e o conforto prolongado. Apesar dessas limitações, a peça tem uma recepção mais estável, sendo considerada prática, flexível e de fácil vestibilidade, sendo percebida como mais viável para o uso diário.

Por fim, é possível identificar um padrão em que as participantes relacionam ambos os produtos mais a eventos do que ao uso cotidiano. No entanto, o Vestuário 3D transmite uma maior sensação de exclusividade, enquanto o Vestuário Controle, por sua flexibilidade e ausência de restrições pode ser vista como uma opção mais acessível e prática para diferentes ocasiões.

A Figura 74, a seguir, apresenta uma síntese dos achados na pesquisa qualitativa desta tese.

Figura 74: Síntese dos dados qualitativos da pesquisa

		VESTUÁRIO 3D	VESTUÁRIO CONTROLE
DESIGN DE PRODUTO	<b>ESTÉTICA E APARÊNCIA</b>	Inovador e arrojado; futurista, moderno, estética desconstruída	Convencional, clássico; bonito
	<b>DESIGN</b>	Atual, diferente, único; modelagem reta/ampla	Modelagem, acabamento, design diferente; design refinado
	<b>MATÉRIA-PRIMA/SUPERFÍCIE</b>	Fresca, maleável, sensação de couro PU; caimento bom; confortável	Renda, brilho, detalhes da renda; sofisticado.
MATÉRIA-PRIMA/SUPERFÍCIE	<b>SENSAÇÃO</b>	Se deu melhor com minha pele; mais leve, confortável, sensação gelada; quente e grudento; medo do plástico derreter.	Áspero; Não usaria a peça sozinha; pinica; causa incômodo
	<b>AFINIDADE DE ESTILO</b>	Inovador, porém difícil de incorporar ao estilo pessoal; é bonito mas não usaria; não faz meu estilo; uma coisa bem diferente.	Superfície e o estilo não agradam; usaria apenas à noite
	<b>VIABILIDADE DE USO</b>	Condições e ocasiões específicas para uso; usaria por pouco tempo; usaria dependendo do que estivesse fazendo	Não usariam, ou usariam por pouco tempo.
PERCEPÇÃO DE USABILIDADE	<b>VIABILIDADE DE USO</b>	Usável no dia a dia, mas apresenta limitações; "dificuldade nos movimentos", "medo de prender em objetos" e "baixa vestibilidade".	Fácil de vestir e flexibilidade; aparência, boa vestibilidade.
	<b>OCASIÃO DE USO</b>	Inovador, porém difícil de incorporar ao estilo pessoal; é bonito mas não usaria; não faz meu estilo; uma coisa bem diferente.	Usaria em ocasiões especiais ou a noite. No entanto, não houve restrição quanto ao contexto profissional.
	<b>SENSAÇÃO</b>	Sensações variadas, entre elas conforto, calor, aderência à pele e aspereza na articulação do braço. "A textura é confortável, mas gruda um pouco"; "A textura é confortável, mas incomoda um pouquinho no braço"; "Sensação geladinha"	Críticas foram mais frequentes, com queixas relacionadas a pinicar, aspereza e desconforto na articulação do braço. Além disso, também foi relatado que a peça proporciona sensação térmica elevada.
	<b>AFINIDADE DE ESTILO</b>	Bonita e com um estilo exclusivo; peça "para quem tem personalidade"; "não condiz com meu estilo pessoal"; "não sei dizer quanto ao visual, se usaria no dia a dia"	Usar como segunda peça, no contexto do estilo, essa peça se mostra mais versátil. Esse ponto pode ser observado em declarações como: "Gosto da modelagem e da estética" e "Usaria como sobreposição".

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

## 9 DISCUSSÃO

A presente discussão parte da análise integrada dos dados quantitativos e qualitativos obtidos nesta tese, cujo objetivo central consistiu em investigar a viabilidade do uso da impressão 3D na criação de superfícies vestíveis sob a ótica dos atributos de conforto (ergonômico, sensorial e psicológico-estético), a fim de avaliar a percepção do usuário quanto ao uso de um produto de vestuário impresso em 3D comparado a um vestuário confeccionado por métodos tradicionais. Baseando-se na articulação entre as dimensões objetivas e subjetivas da experiência das participantes ao vestir o objeto de estudo, observou-se que a manufatura aditiva, revela alguns desafios no campo do design de moda contemporâneo.

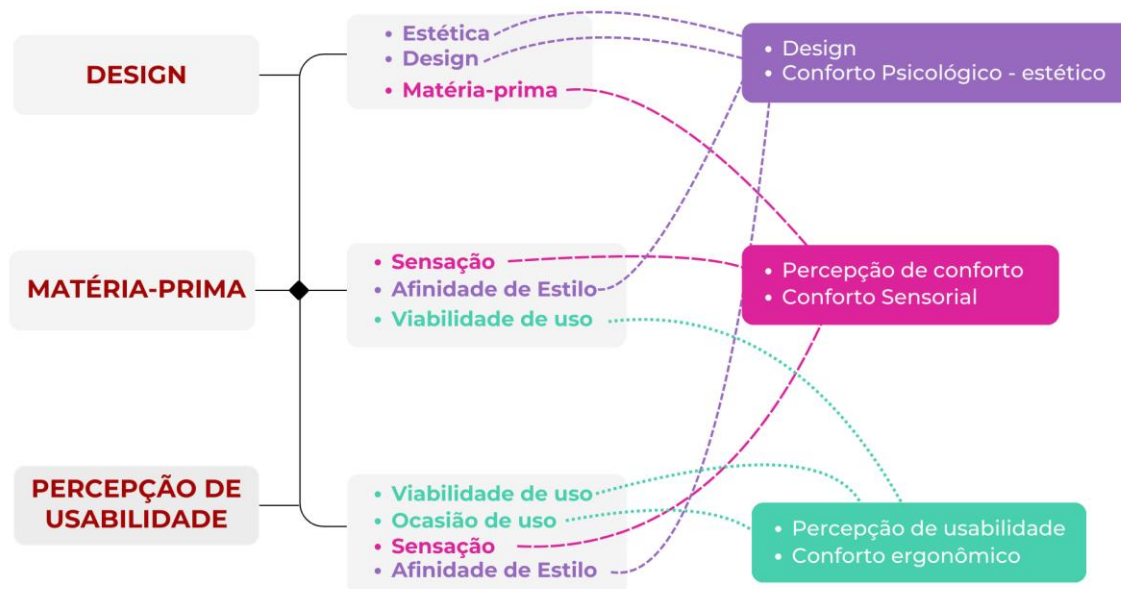
Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, foi possível identificar um conjunto de dados relevantes que dialogam diretamente com os objetivos propostos. Essa integração metodológica entre o perfil dos dados permitiu a comparação e compreensão da experiência do usuário com o objeto de estudo, apontando para uma ligação complexa entre a inovação tecnológica e aceitação do produto.

O vestuário enquanto um artefato presente no cotidiano dos indivíduos se faz presente nas mais diversas culturas e sociedades, como parte característica da evolução social e tecnológica humana (Miranda, Medola & Paschoarelli, 2023). Como parte deste contexto, a impressão 3D de peças de vestuário, embora possa apresentar despesas e/ou tempo de confecção menores que uma fabricação convencional, ainda encontra problemas quanto à flexibilidade e vestibilidade dos produtos (Dip et al., 2020).

Nos achados nas pesquisas quantitativa e qualitativa, pode-se reiterar que vestuários impressos em 3D oferecem conforto, de modo a ser comparável com vestuários convencionais, isso ocorre em diferentes aspectos, considerando seu design, matéria-prima e usabilidade. A Figura 73 traz uma

síntese de como foram agrupados os resultados (quali-quantitativo) que guiaram a discussão dessa tese.

**Figura 75: Síntese das categorias dos resultados da pesquisa.**



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Com base na análise dos dados, foram criadas três categorias para guiar a discussão, a fim de compreender melhor a percepção das participantes frente ao objeto de estudo. A categorização foi orientada pelos princípios da análise de conteúdo proposta por Bardin (2016), categorizadas respectivamente em: design e conforto psicológico-estético, matéria-prima e conforto sensorial, e usabilidade e conforto ergonômico (Figura 73).

## 9.1 DESIGN E CONFORTO PSICOLÓGICO – ESTÉTICO

A percepção estética do vestuário, segundo Barnard (2003), enquanto elemento estruturante do julgamento do usuário, desempenha papel central na aceitação social e emocional do produto. A análise revelou que o Vestuário 3D foi frequentemente associado a atributos como “conceitual”, “futurista”, “ousado” e “exclusivo”. Tais qualificações revelam que a peça não apenas

atende a uma função de vestir, mas comunica uma proposta de valor simbólico e identidade, isso porque a estética do Vestuário 3D impacta diretamente a reação emocional inicial do usuário, podendo gerar fascínio ou estranhamento que moldam a disposição para usá-lo.

Norman (2008) argumenta que os aspectos estéticos de um produto não são apenas superficiais, mas afetam diretamente a emoção, a usabilidade percebida e o julgamento do usuário. Dessa forma, a análise dos dados aponta que a afinidade de estilo dos vestuários está diretamente relacionada às preferências individuais e à usabilidade em diferentes contextos. Assim, ambos os produtos possuem um nicho específico de usuários, refletindo a influência do design e da matéria-prima na adesão ao vestuário.

Barnard (2003) corrobora dizendo que a moda e o vestuário não comunicam apenas estilo, mas sim, valores, identidades e posições sociais. A estética, portanto, é estruturante na forma como o indivíduo é percebido e se percebe. O autor reforça que o julgamento do usuário está ligado à construção de sentido social e emocional, tornando a estética um elemento fundamental para aceitação do produto.

Embora com uma abordagem sociológica mais ampla, Bourdieu (2007) enfatiza que o gosto estético é uma construção social e que suas escolhas visuais, como é o caso do vestuário, estão profundamente ligadas ao julgamento, à aceitação e à distinção social. Complementar a isso, Crane (2006, p. 456) afirma que as escolhas de vestuário são reflexo das formas pelas quais os membros de grupos de diversos níveis sociais veem a si mesmo em relação aos valores dominantes. Além disso, a autora afirma que “[...] nós nos vestimos para os outros, não para nós mesmos. [...]”. Portanto, entende-se que o espaço público onde a roupa é evidenciada, influencia na forma como as pessoas usam roupas da moda, ou fora de moda, seja para expressar suas identidades ou para fazer declarações subversivas.

Em vista disso, o Vestuário 3D, por suas características formais inovadoras, pode tanto atrair quanto gerar resistência, dependendo do contexto simbólico e da identidade do indivíduo. Uma vez que, segundo Krippendorff (2006), os produtos precisam fazer sentido para os usuários e isso inclui a forma, aparência e linguagem visual. A estética, portanto, contribui para a formação de significados que afetam diretamente a aceitação emocional e social, como é o caso do Vestuário 3D, por ter uma estética inovadora acaba criando novos códigos visuais que podem ser mais ou menos assimilados socialmente, influenciando sua aceitação pelos usuários.

Ao considerar essa dimensão simbólica, também é possível interpretar os achados qualitativos segundo os princípios da teoria do gosto de Pierre Bourdieu (2007). Segundo o autor, o gosto é socialmente condicionado, funcionando como uma estratégia de distinção simbólica entre diferentes grupos sociais. A adesão ao novo estético — como o Vestuário 3D — sinaliza capital cultural e disposição para o vanguardismo, funcionando como um marcador de posição social. Neste contexto, as peças de Vestuários 3D não são apenas vestíveis, mas também “dizíveis”, isto é, carregadas de significados que permitem ao usuário comunicar diferenciação, singularidade e atualização de identidade.

Setton (2008), corrobora com essa leitura ao afirmar que a estética da moda não apenas reflete a estrutura social, mas também contribui para a produção de distinções simbólicas por meio da apropriação do corpo como superfície semiótica. A estética inovadora, nesse sentido, é um instrumento de legitimação simbólica que permite ao sujeito demarcar sua posição no campo cultural. No estudo, isso se evidencia na fala das participantes que associam o Vestuário 3D a uma imagem mais arrojada e criativa, mesmo quando não o elegem como sua primeira opção para o uso cotidiano.

Além disso, os achados sugerem que, ao optar por um vestuário inovador — mesmo que menos confortável — o sujeito mobiliza não apenas critérios funcionais, mas principalmente critérios simbólicos, construindo uma narrativa de si ancorada na originalidade e no pertencimento a um repertório estético mais autoral. Como aponta Bourdieu (2007, p. 261), “a distinção manifesta-se na forma de uma negação da vulgaridade e da repetição, operando pelo investimento em formas estilísticas novas”. Essa lógica é observada na valorização do Vestuário 3D como expressão de vanguarda, apesar das ressalvas quanto ao conforto sensorial.

Ainda que ambos os vestuários apresentem características positivas e negativas, o Vestuário 3D apresentou maior aceitação entre as participantes, especialmente no que diz respeito à sensação de exclusividade, mas com restrições relacionadas a viabilidade de uso, quanto ao tempo e ao contexto em que a peça será usada. Restrições que podem ser justificadas pelos resultados encontrados na análise quantitativa, em que o Vestuário 3D foi percebido significativamente ( $W$  433.000;  $z$  4.660;  $p < 0,001$ ) mais liso, quando comparado ao Vestuário Controle. A mesma condição pode ser observada no par de adjetivos “Quente-Fria” ( $W$  335.000;  $z$  3.508;  $p < 0,001$ ), demonstrando que o Vestuário 3D, para essas duas condições apresentou resultados melhores.

Por outro lado, o Vestuário Controle demonstrou-se mais flexível e maleável sendo percebido significativamente mais dobrável ( $W$  42.000;  $z$  -2.133;  $p = 0,031$ ), pode ser vista como uma opção mais acessível e prática para diversas ocasiões, devido aos atributos clássicos de beleza, como a renda e a cor, por exemplo. Porém, apresenta problemas recorrentes relacionados à textura do material, pela sensação de aspereza e pelo efeito de pinicar na pele, sendo percebido significativamente mais seco ( $W$  4.000;  $z$  -3.977;  $p < 0,001$ ), ambas características que afetam a sensação tátil e o conforto prolongado. Apesar dessas limitações, a peça tem uma percepção mais estável, sendo considerada prática e de fácil vestibilidade, o que a torna mais viável para o uso diário.

Também foi possível identificar um padrão em que ambos os produtos têm seu uso relacionado a eventos ou ocasiões noturnas. Perante o exposto, Norman (2008) e Krippendorff (2006) corroboram com a dimensão subjetiva do design, ao destacar que os produtos não são apenas avaliados pela sua funcionalidade objetiva, mas, sobretudo pelo significado emocional e simbólico que desperta nos usuários, como é o caso do objeto de estudo.

Norman (2008, p. 39) propõe uma abordagem emocional do design baseada em três níveis de processamento: visceral, comportamental e reflexivo. O nível visceral refere-se à reação imediata à aparência e à forma de um produto, sendo esse o primeiro ponto de contato emocional. Segundo o autor, “o design visceral é sobre aparência. As pessoas gostam de coisas bonitas, mesmo que não funcionem bem”. Isso mostra que a estética atua diretamente na construção da aceitação emocional, influenciando a percepção de valor antes mesmo da experiência funcional, e no contexto desta tese, o valor simbólico se sobrepõe à funcionalidade, especialmente em situações de uso mais especial ou expressivo, como eventos noturnos, principalmente para o Vestuário 3D.

Complementar a isso, Krippendorff (2006, p. 47) afirma que “os produtos são significativos antes de serem úteis”, ou seja, sua capacidade de comunicar sentidos, evocar associações e alinhar-se à autoimagem do usuário precede e muitas vezes determina a avaliação de sua funcionalidade. No contexto do Vestuário 3D, essa perspectiva se revela especialmente pertinente, uma vez que, como demonstrado na análise dos dados qualitativos, a peça é percebida como inovadora, ousada e conceitual — atributos que correspondem mais à esfera do significado reflexivo do que à da usabilidade prática. Essa valorização simbólica é intensificada no contexto dos eventos noturnos ou ocasiões especiais, em que a aparência e a diferenciação estética têm peso superior à mobilidade ou ao conforto físico.

Deste modo, é possível chegar ao entendimento que no Vestuário 3D, o julgamento do usuário é mediado por camadas emocionais e simbólicas, que vão além da performance do material. O design deixa de ser apenas solução funcional e passa a atuar como expressão de identidade, estilo e pertencimento cultural, promovendo uma conexão emocional que é central para a aceitação do produto. O que justifica o fato de que mesmo com as limitações ergonômicas, o Vestuário 3D é mais aceito pelas participantes, uma vez que a estética e o design inovador, funcionam como um mecanismo simbólico estruturante na percepção e aceitação do produto de moda, contribuindo para a obtenção do conforto psicológico-estético, conforme discutido por Broega (2007).

Dessa forma, a análise evidencia que a percepção do design do produto envolve particularidades como a aparência, o design e a matéria-prima do produto, estando diretamente relacionada às expectativas e preferências individuais dos usuários. Assim, a escolha entre os dois produtos não se baseia apenas na funcionalidade, mas também na identidade estilística e na predisposição do usuário para adotar novas propostas de vestuário. Corroborando com a hipótese de que o Vestuário 3D, ainda que enfrente limitações ergonômicas e sensoriais, oferece vantagens simbólicas que se refletem na sua aceitação emocional e estética. Essa perspectiva amplia a compreensão da usabilidade para além do conforto físico, incluindo dimensões simbólicas e subjetivas fundamentais no campo do design de moda contemporâneo.

## **9.2 MATÉRIA-PRIMA E PERCEPÇÃO DE CONFORTO E/OU CONFORTO SENSORIAL**

Nesta seção, a análise se refere a percepção de conforto acerca da matéria-prima e o uso do produto no cotidiano. O Vestuário 3D se destaca por sua originalidade estética, mas não é amplamente aceito como um item para o

dia a dia. O Vestuário Controle, apesar de mais tradicional, também não é aceito em sua totalidade, sendo mais apropriado para ocasiões específicas, podendo associar essa tendência as questões relacionadas ao incômodo provocado pela superfície quando entra em contato com a pele.

Nesse sentido, cabe destacar que o vestuário é um artefato que, ao ser usado, entra em contato direto com a pele e, diariamente os indivíduos o utilizam o como forma de proteção, pudor e adorno, o que torna a sensação de conforto essencial em uma peça de vestuário. Assim como Broega e Silva (2010) destacam a importância de integrar aspectos estéticos, funcionais e sensoriais no desenvolvimento de produtos de vestuário, para garantir o conforto total ao usuário, de modo a tornar o design e o conforto total do vestuário indissociáveis.

Por sua função principal de cobrir o corpo e acompanhar seus movimentos nas atividades do cotidiano, o vestuário exerce o papel de uma segunda pele, mediando a relação entre o indivíduo e o ambiente externo. Essa condição de interface se evidencia na própria estrutura têxtil: o lado direito (ou exterior do tecido), onde se localizam estampas, bordados e acabamentos aplicados à superfície, que está exposto às condições ambientais externas e, em alguma medida, as transmite ao corpo. Já o lado avesso, que permanece em contato direto com a pele, é responsável pela mediação sensorial, sendo o principal agente transmissor das sensações táteis do material ao indivíduo (Longhi e Merino, 2020).

Essa experiência tátil e térmica não é aleatória, mas resulta da interação entre múltiplas características técnicas do produto acabado. Conforme Monteiro (2009), aspectos como a espessura do material, a densidade linear do fio, a massa por unidade de superfície, os acabamentos aplicados, além do corte e das técnicas de confecção, interferem diretamente na forma como o tecido se comporta sobre o corpo e, conseqüentemente, na percepção de conforto.

Nesse sentido, a matéria-prima têxtil mostra-se como um fator determinante na experiência do usuário com o vestuário.

As fibras têxteis apresentam propriedades térmicas distintas que influenciam diretamente a percepção de conforto. Fibras naturais, como algodão e linho, destacam-se por sua capacidade de troca térmica e toque suave, enquanto as artificiais, derivadas de polímeros naturais (como a viscose), oferecem maciez. As fibras sintéticas, como o poliéster, apresentam baixa higroscopicidade, o que reduz a absorção do suor e aumenta a sensação de calor ou frio, dependendo do ambiente. No entanto, são amplamente utilizadas por sua resistência, leveza e viabilidade econômica (Longhi; Merino, 2020).

A escolha do poliuretano termoplástico (TPU) como matéria-prima para a fabricação do Vestuário 3D nesta tese, se fundamenta em suas propriedades mecânicas, que incluem flexibilidade, resistência e elasticidade, características essenciais para aplicações em vestuário, além de ser um produto oriundo do petróleo como o poliéster - polímero sintético amplamente utilizado na indústria têxtil. Conforme aponta Beecroft (2019), estruturas impressas em 3D com TPU, especialmente quando variam em espessura, podem apresentar desempenho satisfatório em termos de adaptação ao corpo, o que as torna possivelmente adequada para o setor têxtil e para o desenvolvimento de produtos mais suaves e adaptáveis ao movimento.

Ao utilizar o TPU, buscou-se investigar sua viabilidade enquanto superfície vestível, considerando seu potencial para substituir os tecidos convencionais em uma proposta experimental. No entanto, os resultados da pesquisa evidenciaram que, apesar da leveza e da aparência visual fluida do Vestuário 3D, o material implicou em percepções térmicas específicas.

As participantes relataram sensação de frieza ao toque e maior transferência de calor, o que indica que, embora o TPU apresente boas propriedades estruturais, ainda há limitações quanto à sua responsividade

térmica no uso corporal prolongado — sendo percebido significativamente mais frio (W 335.000; z 3.508;  $p < 0,001$ ), e quanto ao conforto tátil, foi percebido significativamente (W 433.000; z 4.660;  $p < 0,001$ ) mais liso. Além disso, ao ser utilizado durante a atividade, demonstrou-se com maior transferência de calor, também foi percebido significativamente mais frio (W 335.500; z 3.520;  $p < 0,001$ ). No entanto, um aspecto negativo identificado foi a insegurança acerca resistência do material ao calor, com relatos “medo de derreter”, e até mesmo “medo” que o material pudesse enroscar em outros objetos.

Por outro lado, o Vestuário Controle fabricado em tecido de renda de composição 100% poliéster, apresentou maior rejeição entre as participantes, principalmente devido as queixas relacionadas a pinicarem, a aspereza e desconforto na articulação do braço, sendo descrito predominantemente como áspero, e só ser utilizado como segunda peça. Essas afirmações reforçam a percepção negativa da textura do material, onde demonstrou-se mais flexível e maleável, sendo percebido significativamente mais seco (W 4.000; z -3.977;  $p < 0,001$ ).

Kunzler (2003) destaca que variáveis como aspereza, temperatura e textura são universalmente percebidas e essenciais para a identificação de conforto ou desconforto, seja por meio do toque direto ou da observação visual da superfície. Isso sustenta a escolha metodológica desta tese, que combinou avaliações táteis e visuais em atividade simulada, com entrevista e Escalas de Diferencial Semântico, de modo a capturar a complexidade da relação entre corpo e vestuário.

Essas características apontadas pelas participantes são resultado do contato com o tecido, que ocorre por meio do toque e, da sensação que ele provoca, Menegucci e Santos Filho (2012, p.3) definem essa sensação como sendo “positiva ou negativa, além de ser uma das propriedades mais decisivas para determinar o conforto ou desconforto do usuário ao manipular o produto”.

O conforto sensorial-tátil é avaliado com base na sensação provocada pela interação de um objeto com a pele. No caso dos tecidos, essa percepção tem relação com o toque das fibras e estruturas têxteis, podendo ser descritas por características como “áspero, liso, frio, quente, seco, úmido, rugoso ou irritante”, além da presença de áreas de pressão mecânica, deformação e tensões percebidas durante os movimentos. De modo geral, o conforto sensorial resulta das tensões exercidas sobre o tecido e da forma como essas forças são transferidas para a pele em condições normais de uso (Menegucci e Santos Filho, 2012, p.3).

Diante disso, percebe-se o conforto como resultado da experiência de bem-estar ou comodidade que o usuário vivencia ao utilizar um determinado produto, podendo ocorrer durante ou depois dessa interação. Em vista disso, a interação com o vestuário permite que o indivíduo identifique quais aspectos podem ser aprimorados nos requisitos de conforto, para atender melhor as suas necessidade e expectativas em relação ao produto (Menegon, 2013).

No contexto do vestuário, o conforto pode ultrapassar a dimensão física e alcançar níveis mais subjetivos, estando relacionada à percepção subjetiva de diversas sensações que abrange múltiplos aspectos sensoriais humanos, sendo um objetivo a ser alcançado no desenvolvimento de produtos (Broega, 2007). As percepções subjetivas estão associadas a processos psicológicos nos quais as informações sensoriais são formuladas, processadas, combinadas e avaliadas com base em experiências anteriores e desejos atuais, resultando em uma avaliação geral do estado de conforto (Alencar; Boueri, 2012).

A interação entre o usuário e os materiais do vestuário envolve múltiplas camadas perceptivas, que excedem o domínio exclusivamente funcional. Conforme argumenta Dias (2009), no processo de interação com o produto, os órgãos dos sentidos — em especial o tato — desempenham papel central na geração de sensações que influenciam diretamente a satisfação, o conforto e as

preferências do usuário. Essa dimensão tátil é particularmente relevante no design de vestuário, uma vez que cada material, com suas características específicas, induz percepções sensoriais únicas, como revelado pelas participantes da pesquisa.

Entretanto, a experiência sensorial do vestuário não se restringe ao tato. A percepção visual também contribui para a leitura da superfície e da estrutura do produto, sendo influenciada por elementos como forma, ritmo e repetição. Wong (2010) aponta que superfícies visuais que apresentam padrões — como texturas e geometrias modulares — que facilitam a compreensão estética do objeto. Nesse sentido, tanto o Vestuário Controle (em renda, com módulos ornamentais repetitivos) quanto o Vestuário 3D (construído com base em padrões geométricos regulares) mobilizam essa lógica formal. Peng et al. (2015), afirmam que as superfícies impressas em 3D são organizadas a partir da repetição de formas que determinam estrutura e movimento, exigindo atenção à geometria, a técnica de impressão e o tipo de material para alcançar desempenho funcional e estético satisfatório (Kim et al., 2019).

Dessa forma, observa-se que as percepções táteis e visuais são interdependentes e atuam de maneira sinérgica na experiência do usuário. Como destacam Schifferstein e Hekkert (2008) apud Nojimoto (2009), o relacionamento do ser humano com o mundo material é essencialmente afetivo, sendo a emoção uma qualidade central da existência humana. No caso do vestuário, isso se traduz na forma como superfícies e materiais são percebidos sensorial e emocionalmente, revelando que a percepção de conforto decorre não apenas de propriedades físicas, mas também de associações afetivas, memórias e valores simbólicos atribuídos ao produto.

Essa complexidade perceptiva converge, por fim, para a análise da percepção de usabilidade e do conforto ergonômico, na qual revela que a usabilidade no design de vestuário não pode ser pensada de forma isolada, mas

deve integrar as propriedades estética, sensorial e ergonômica, garantindo que a peça se adeque às demandas simbólicas e físicas do usuário.

### 9.3 PERCEPÇÃO DE USABILIDADE – CONFORTO ERGONÔMICO

Na indústria do vestuário, observa-se que as demandas do mercado frequentemente priorizam atributos estéticos em detrimento dos ergonômicos. Essa priorização ocorre, em parte, porque os aspectos técnicos relacionados ao conforto e à usabilidade são menos perceptíveis aos consumidores, embora sejam determinantes na experiência de uso. Como evidenciado nesta tese, mesmo quando o vestuário apresenta alta aceitação visual, desafios ergonômicos podem limitar sua funcionalidade, restringindo seu uso a contextos específicos ou a perfis de usuários que se alinhem com o estilo proposto.

Do ponto de vista conceitual, o conforto ergonômico é compreendido como a capacidade da peça vestir bem, permitindo a liberdade de movimentos e respeitando a real dimensão do corpo e as variações dos tipos físicos (Martins (2009). Portanto, o conforto e a liberdade de movimentos podem ser alcançados por meio da escolha adequada da matéria-prima em relação ao estilo do modelo, bem como a aplicação da técnica de modelagem, considerando os critérios ergonômicos e medidas antropométricas do usuário (Alencar e Boueri, 2012; Neves, 2022).

Neste contexto, apesar de o conforto percebido pelos usuários ser subjetivo, para os designers, a avaliação dos parâmetros necessários para alcançá-los deve ser objetiva, pois trata-se de critérios técnicos aplicados na construção de diagramas básicos na modelagem das peças, que representam a forma anatômica do corpo humano e são usados para interpretar a modelagem do vestuário.

Para verdadeira usabilidade, o objeto em questão deve se adaptar às capacidades do indivíduo. Deste modo, o papel do indivíduo é essencial para distinguir aspectos que podem ser considerados requisitos de conforto, considerando que ele é quem experimenta essa sensação e, portanto, somente ele pode determinar as percepções de conforto ou desconforto como, positivas ou negativas e como elas afetam seu estado de conforto (Longhi; Merino, 2020).

Os dados obtidos na análise quantitativa apontam que o Vestuário 3D demonstrou ser significativamente ( $p \leq 0,05$ ) mais usável e confortável, mas, gerou percepções qualitativas contraditórias. As participantes relataram limitações relacionadas ao uso, tais como: dificuldade nos movimentos, medo de prender em objetos e baixa vestibularidade. Portanto, sugere-se aprimorar sua ergonomia e vestibularidade a fim de ampliar o conforto e viabilizar seu uso diário.

A ergonomia física abrange as principais áreas de estudo da ergonomia que se ocupam da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica, os quais são fundamentais para garantir conforto em produtos que mantêm contato direto com o corpo, como é o caso do vestuário (Iida e Guimarães (2018).

Por outro lado, o Vestuário Controle apresenta problemas relacionados à sensação tátil e conforto prolongado, sendo percebido significativamente mais seco ( $W 4.000$ ;  $z -3.977$ ;  $p < 0,001$ ). Apesar dessa condição, o Vestuário Controle apresenta uma recepção mais estável às usuárias, considerado mais flexível e maleável, sendo percebido significativamente mais dobrável ( $W 42.000$ ;  $z -2.133$ ;  $p = 0,031$ ) e expansivo ( $W 100.000$ ;  $z -2.138$ ;  $p = 0,031$ ). Entretanto, o desconforto causado pela sensação de aspereza e o efeito de pinicar a pele são os principais pontos negativos apontados na análise qualitativa.

Essa ambiguidade entre o desempenho técnico e a experiência subjetiva em ambos os vestuários ressalta a importância de considerar, além das propriedades físicas do material, as interpretações individuais do usuário. Como

afirmam Longhi e Merino (2020), somente o próprio indivíduo pode identificar sensações de conforto ou desconforto, o que torna a percepção um elemento-chave na avaliação ergonômica.

É oportuno citar a adaptação das roupas de modo que elas sejam confortáveis, ofereçam bom caimento, segurança e mobilidade para o usuário. O que significa que antes de interagirmos com qualquer interface ao nosso entorno, as pessoas se relacionam primeiramente com as suas vestimentas (Sabrá, 2009).

Assim, para que essa interação ocorra de forma satisfatória, os produtos devem apresentar três qualidades, qualidade técnica, ergonômica e estética, estas que segundo Lida (2018) são inerentes a praticamente todos os produtos, contudo, durante o desenvolvimento de um produto, o conjunto delas deve atender as necessidades e desejos dos usuários. Essa tríade deve ser observada de maneira integrada no processo de desenvolvimento do vestuário, especialmente quando se trata de produtos inovadores e experimentais, como os fabricados com impressão 3D. Diante disso, torna-se necessário reconhecer que a relação entre usabilidade e estilo também atua como mediadora na aceitação do vestuário.

Ao analisar os resultados da pesquisa percebe-se que a qualidade estética é um ponto importante considerando o padrão identificado na percepção de estilo das participantes. O Vestuário 3D é visto como inovador, mas não acessível a todos os perfis, visível em falas como *“uma peça para quem tem personalidade”*; *“não condiz com meu estilo pessoal”*; *“não sei dizer quanto ao visual, se usaria no dia a dia”*. Enquanto o Vestuário Controle apresenta maior aceitação, especialmente em trechos como *“gosto da modelagem e da estética”* e *“usaria como sobreposição”*. Ainda que sua estética tenha sido melhor aceita para determinados contextos, sua aplicabilidade diária foi mais restrita.

Isso corrobora os estudos de Norman (2008), ao afirmar que a relação entre os produtos e os consumidores está atrelada à cultura, ao significado atribuído ao uso dos objetos e à forma como eles comunicam a identidade do usuário. O autor ainda afirma que um produto pode ter personalidade e, ela pode refletir as decisões a respeito de como é a aparência e o comportamento de um produto.

Isso pode ser evidenciado na preferência entre os dois vestuários analisados, que depende mais do perfil de estilo do usuário do que da funcionalidade propriamente dita. Embora ambos sejam mais aceitos para ocasiões especiais, há pouca adesão ao uso cotidiano. No entanto, eles compartilham percepções semelhantes sobre usabilidade e geram relatos de desconforto, ainda que por razões diferentes.

Nesse sentido, a ergonomia deve ser compreendida não apenas como adequação física, mas também como experiência expressiva e social. Além de atender a uma necessidade funcional, os produtos também contribuem para a construção da autoimagem e para a maneira como os indivíduos desejam ser percebidos pelos outros.

Spahiu et al. (2020), em um estudo sobre percepção visual de Vestuário 3D (as participantes não tiveram contato com o produto impresso), apontam que um expressivo número de participantes 79%, aceitaria usar este tipo de vestuário, enquanto 21% apontam que o vestuário poderia apresentar baixa flexibilidade e baixo nível de conforto. De forma geral, avaliações de percepção com este tipo de interação de uso devem ser realizadas com o uso de protótipos, para que os resultados possam apresentar maior consistência.

Assim sendo, os achados nesta tese indicam que a interseção entre design inovador e funcionalidade, ainda representa um desafio no desenvolvimento de vestuário contemporâneo, especialmente quando aplicadas novas tecnologias de fabricação de superfícies têxteis vestíveis. Essa

interseção evidencia o que Emídio (2018, p.84) chama de projeção do vestuário, processo fundamentado no público-alvo e em seus dados antropométricos, e aspectos "funcionais, formais, ergonômicos, sensoriais, entre outros", na qual sua eficácia depende do alinhamento entre essas dimensões, integrando a performance física do corpo às qualidades materiais e estéticas da peça.

Diante dos achados apresentados, constata-se que a percepção de usabilidade e o conforto ergonômico no vestuário são influenciados por múltiplos fatores interdependentes — entre eles, a matéria-prima, o estilo do produto, a modelagem, a adaptabilidade às medidas e movimentos corporais, bem como a experiência subjetiva do usuário.

Com base nisso, reafirma-se a relevância de um design centrado no usuário, que alie estética e inovação à funcionalidade e conforto, tornando-se sensível às variabilidades antropométricas e às exigências de uso cotidiano. Assim como, o aprimoramento das superfícies vestíveis por meio da impressão 3D, portanto, exige não apenas soluções materiais e tecnológicas, mas uma abordagem verdadeiramente interdisciplinar, que contemple o corpo como centro do projeto.

## CONCLUSÃO

A presente tese teve como questão de pesquisa compreender como a impressão 3D pode contribuir para a criação de superfícies vestíveis que sejam confortáveis do ponto de vista ergonômico, sensorial e psicológico-estético em comparação aos vestuários convencionais. Para isso, partiu-se da hipótese de que a impressão 3D, quando aplicada de forma parcial ou total na fabricação de superfícies têxteis vestíveis, pode oferecer um nível de conforto comparável ao dos tecidos convencionais, considerando as diferentes percepções de conforto. A segunda hipótese considerou que os materiais e a geometria utilizados nessas superfícies influenciam diretamente na percepção de conforto do usuário, podendo gerar maior ou menor sensação de bem-estar físico e simbólico.

A escolha pelo Vestuário 3D como eixo central do estudo se justifica tanto pela crescente incorporação de tecnologias digitais no campo da moda quanto pela necessidade de repensar práticas tradicionais que, embora consolidadas, muitas vezes não dialogam com as demandas contemporâneas por personalização e eficiência nos processos de desenvolvimento de produtos. A comparação com métodos tradicionais foi essencial para evidenciar, de forma crítica e embasada, as resistências e possibilidades que emergem da inserção dessas tecnologias no contexto do design de moda.

Com base nessas premissas, o objetivo geral foi investigar a viabilidade da impressão 3D na criação de superfícies vestíveis sob a ótica do conforto — dividido em conforto ergonômico, conforto sensorial e conforto psicológico-estético —, além de experienciar as possibilidades materiais e geometrias que essa tecnologia oferece.

Os resultados obtidos por meio da abordagem metodológica mista, evidenciaram que o Vestuário 3D apresentou forte apelo simbólico e estético. Observou-se que, apesar das limitações funcionais (como menor flexibilidade e adaptação ao corpo), a estética inovadora tornou a peça mais atrativa dentro de

um nicho específico de usuários. A peça foi percebida como conceitual e ousada, demonstrando capacidade de atuação como mecanismo de distinção social e simbólica da identidade do indivíduo. Essa dimensão estética mostrou-se determinante na aceitação subjetiva do produto, sobretudo em situações especiais, nas quais o vestuário é um meio de expressão de individualidade e de capital cultural.

No campo sensorial, a pesquisa revelou que o Vestuário 3D, embora tenha causado estranhamento inicial, foi percebido como confortável em termos térmicos e táteis, pelas participantes. A ausência de costuras, a textura contínua e a leveza do material impresso (TPU), contribuíram para uma experiência sensorial distinta da proporcionada pelo Vestuário Controle, feito em renda. Já o conforto ergonômico foi mais favorável ao Vestuário Controle, que ofereceu maior liberdade de movimento e adaptabilidade corporal, aspectos essenciais para a rotina cotidiana.

A análise dos dados apontou ainda que o design da superfície, aliado ao tipo de filamento e à geometria adotada, influencia diretamente a percepção de conforto e de usabilidade. Uma vez que, os materiais utilizados, nem sempre contemplam tais características, apresentam um aspecto robusto ou até mesmo com aparência plástica. Portanto, acredita-se que com o uso de outros materiais, técnicas de impressão, assim como melhorias na geometria seja possível melhorar tais atributos.

Diante disso, ao trabalhar com superfícies vestíveis impressas em 3D torna-se necessário os estudos sobre a percepção do conforto, a fim de aplicar os conceitos no desenvolvimento do produto, visando melhorar ou atribuir características a estes produtos no que tange a flexibilidade, o caimento e principalmente o aspecto tátil do material. Assim, a segunda hipótese da pesquisa foi confirmada, destacando a importância da escolha criteriosa de parâmetros projetuais no desenvolvimento de vestuários impressos.

Em síntese, a pesquisa confirma que a impressão 3D possui alto potencial de expansão no campo do design de moda, desde que alinhada aos princípios do design centrado no usuário. A integração entre estética, função e materialidade deve ser pensada estrategicamente, considerando as diferentes dimensões do conforto e as expectativas simbólicas dos usuários. A impressão 3D não se apresenta como substituta da matéria-prima têxtil convencional (tecido), mas como uma linguagem complementar, capaz de ampliar repertórios expressivos, estéticos e técnicos do design contemporâneo.

Entretanto, a pesquisa apresentou algumas limitações que merecem ser reconhecidas e que abrem espaço para futuras investigações. Em primeiro lugar, a dificuldade de encontrar profissionais especializados na área de softwares e manuseio dos equipamentos, considerando que a rotatividade em FabLabs é grande, pois em sua maioria os profissionais atuantes são bolsistas. Outro ponto importante, é a utilização majoritária da técnica de impressão FDM, ainda que alinhada às realidades de laboratórios universitários e FabLabs, impôs restrições quanto à maleabilidade, flexibilidade e acabamento superficial das peças, características essenciais para o conforto no vestuário. Técnicas como SLS (Selective Laser Sintering) e SLA (Stereolithography) apresentam potencial de oferecer superfícies com características físicas mais próximas às exigências do vestuário convencional e, portanto, merecem ser exploradas em pesquisas futuras. Porém, no Brasil, e na região onde a pesquisa foi realizada, os FabLabs não possuem tal técnica.

A escolha dos materiais também configurou um limite aos resultados esperados, apesar da utilização de filamentos como o TPU, as opções comerciais (PLA e ABS) ainda não oferecem a mesma suavidade ao toque, respirabilidade e adaptabilidade corporal dos tecidos tradicionais. Novas pesquisas podem focar no desenvolvimento e na experimentação de polímeros híbridos ou compostos flexíveis voltados especificamente para o uso vestível.

Em conclusão, as contribuições desta pesquisa estendem-se também ao campo do design de superfícies têxteis, ao demonstrar como a integração entre modelagem digital, representação gráfica e análise do corpo pode gerar soluções inovadoras e sensíveis à experiência do usuário. Essa abordagem interdisciplinar entre moda, ergonomia e design digital, se apresenta como um caminho promissor para a consolidação de práticas mais responsivas no design de moda.

Recomenda-se que estudos futuros aprofundem o uso de materiais híbridos, testem diferentes estruturas geométricas e explorem as relações entre moda, tecnologia e ergonomia. Além de realizar avaliações individuais que envolvam o uso no cotidiano, em outras possibilidades de movimentos, assim como aspectos acerca da vida útil e conservação do Vestuário impresso em 3D. Contemplando estudos longitudinais, acompanhando a resposta dos usuários ao longo do uso contínuo, observando fenômenos como adaptação, desgaste material, mudanças de percepção e desempenho térmico e mecânico das peças. A continuidade dessa linha de investigação pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de superfícies vestíveis mais confortáveis, adaptáveis e expressivas, colocando o usuário no centro do processo projetual.

Por fim, ao concluir esta etapa da jornada acadêmica, percebo que este processo me transformou enquanto pesquisadora e docente. A vivência com a impressão 3D no vestuário que iniciou na minha dissertação, me proporcionou não apenas um aprofundamento técnico e científico, mas também uma mudança na forma como enxergo o futuro do design de moda, sendo este, mais experimental, mais sensível e mais comprometido com o corpo e suas necessidades. Concluo, portanto, que este percurso abriu caminhos para novas investigações, e, sobretudo para o fortalecimento de práticas pedagógicas que incentivem a autonomia criativa e o pensamento crítico.

## REFERÊNCIAS

- 3DLABS. Afinal o que é um arquivo STL?. 2019. Disponível em: <https://www.3dlab.com.br/afinal-o-que-e-um-arquivo-stl/>. Acesso em: 25 jul. 2023.
- ABREU, M.J., CATARINO, A.P., CARDOSO, C. and Martin, E.. Effects of sportswear design on thermal comfort. **AUTEX 2011 World Textile Conference**, [online] (June), pp.50–55, 2011. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/15155>>.
- ADOBE, 2023. Arquivos vetoriais. Disponível em: <<https://www.adobe.com/br/creativecloud/file-types/image/vector.html>>. Acesso em: 25 jul. 2023.
- ALENCAR, Camila Osugi Cavalcanti; BOUERI, Jorge. O conforto no vestuário: uma análise da relação entre conforto e moda. In: COLÓQUIO DE MODA, 8., 2012, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Disponível em: [http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202012/GT04/COMUNICACAO-ORAL/103160\\_O\\_Conforto\\_no\\_Vestuário.pdf](http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202012/GT04/COMUNICACAO-ORAL/103160_O_Conforto_no_Vestuário.pdf). Acesso em: 15 abr. 2025.
- ALMADA, Juan Felipe; PINHEIRO, Cristiano Max Pereira; WALBER, Vitória; CZRNHAK, Thomás. Análise da percepção de calçados pelo público masculino: estratégias competitivas no setor de marcas. **Revista Gestão & Planejamento**, Salvador, v. 25, p. 204–221, jan./dez. 2024. DOI: 10.53706/gep.v.25.8850. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rgb/article/viewFile/8850/5353>. Acesso em: 21 marc. 2025.
- ALMEIDA, Mariana Silva de. **Introdução do design iniciante na criação de moda infantil: um método auxiliar baseado no Design para a Estética (DFAE)**. 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Design de Vestuário e Moda) – Programa de Pós-Graduação em Moda, Centro de Artes, Design e Moda, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2024. Disponível em: [https://www.udesc.br/arquivos/ceart/id\\_cpmenu/9601/DISSERTACAO\\_\\_\\_Mariana\\_Silva\\_de\\_Almeida\\_17395573232548\\_9601.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/ceart/id_cpmenu/9601/DISSERTACAO___Mariana_Silva_de_Almeida_17395573232548_9601.pdf). Acesso em: 21 marc. 2025.
- ALTABTABAI, Jawad Asrb,. PARAMETRIC BIM-BASED DESIGN REVIEW. 2017. Tese (doutorado) Submitted to the Office of Graduate and Professional Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/186717832.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

ALTAS, S. and OZGEN, B. (2013). Investigation of Fabric Properties Woven with Different Fabrics. *Tekstilec*, 56(2), 117-122. Disponível em: <[http://www.tekstilec.si/wp-content/uploads/2013/06/Raziskavalastnosti-tkanin-iz-razli\\_nih-vlaken.pdf](http://www.tekstilec.si/wp-content/uploads/2013/06/Raziskavalastnosti-tkanin-iz-razli-nih-vlaken.pdf) on 17/03/14>. Acesso em: 25 jul. 2023.

ARNONI, Henrique Gil. **Design de vestuário para área de enfermagem utilizando a experiência do usuário (ux)**. Bauru, 2023 132 f.: il., tabs., fotos. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/244599/arnoni\\_hg\\_me\\_bauru.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/244599/arnoni_hg_me_bauru.pdf?sequence=4&isAllowed=y). Acesso em: 19 jul. 2023.

BARACHINI, Teresinha. **Design de superfície: uma experiência tridimensional**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 5., Congresso Internacional de Pesquisa em Design, 1., 2002, Brasília. Anais do P&D Design, Brasília: [s.n.], 2002.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARNARD, Malcolm. **Moda e comunicação**. Tradução de Lucia Olinto. Rio de Janeiro: Rocco, 2003. 267 p. ISBN 978-85-325-1532-2.

BEECROFT, M.. Digital interlooping: 3D printing of weft-knitted textile-based tubular structures using selective laser sintering of nylon powder. **International Journal of Fashion Design, Technology and Education**, 12(2), 218–224, 2019. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/137/1/012017/pdf> >. Acesso em 19 maio 2023. doi:10.1088/1757-899X/137/1/012017.

BEM, Natani Aparecida do. **Inovação na moda por meio da impressão 3D: aspecto técnico-funcional de um não tecido sob a perspectiva ambiental**. 2021. 78 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Tecnologias Limpas e Sustentabilidade Ambiental, Unicesumar, 2021.

BHUIYAN, MA Rahman; WANG, Lijing; SHAID, Abu; JAHAN, Israt; SHANKS, Robert A. Silica aerogel-integrated nonwoven protective fabrics for chemical and thermal protection and thermophysiological wear comfort. **Journal of Materials Science**, v. 55, p. 2405-2418, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10853-019-04203-2>

BOURDIEU, Pierre. **A distinção: crítica social do julgamento**. Tradução de Daniela Kern e Guilherme João de Freitas Teixeira. 1. ed. São Paulo: Edusp; Porto Alegre: Zouk, 2007.

BRAGA, Iara Mesquita da Silva. **Moda popular no Brasil: a importância do estudo da expressão estética e do conforto da calça jeans feminina**. 2020. 138 f. Dissertação (Mestrado em Design de Moda) – Escola de Arquitetura, Universidade do Minho, Braga, 2020. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/76613>. Acesso em: 17 abr. 2025.

BROEGA, Ana Cristina da Luz. **Contribuição para a definição de padrões de conforto de tecidos finos de lã**. 2007. 205 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Minho, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/7635>. Acesso em: 6 jan. 2019.

BROEGA, A. C.; RIGHETTO, M.; RIBEIRO, R. Female high heel shoes: a study of Comfort. In: 2017 AUTEX CONFERENCE. **Proceedings 2017 AUTEX Conference, May, Corfu**.

BROEGA, A. C., SILVA, M. E. . O conforto total do vestuário: design para os cinco sentidos. *Atas de Diseño*, 5(9), p. 59–64, 2010. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/19302>. Acesso em: 12 jul. 2023.

BROOKE, E. (2021). Why 3D printing will work in fashion. Retrieved June 12, 2021, Disponível em: < <https://techcrunch.com/2013/07/20/why-3d-printing-will-work-in-fashion/> >. Acesso em: 20 jun. 2023.

CARPI, Federico; PUCCIANI, Matteo; DE ROSSI, Danilo. Mechanical Models and Actuation Technologies for Active Fabrics: A Brief Survey of the State of the Art. **Multifunctional Barriers for Flexible Structure: Textile, Leather and Paper**, p. 151-168, 2007. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-71920-5\\_9#citeas](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-71920-5_9#citeas). [https://doi.org/10.1007/978-3-540-71920-5\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-540-71920-5_9)

CASTRO-AGUIRRE, Edgar et al. Poly (lactic acid)—Mass production, processing, industrial applications, and end of life. **Advanced drug delivery reviews**, v. 107, p. 333-366, 2016.

CHAKRABORTY, S., & BISWAS, M. C.. 3D printing technology of polymer-fiber composites in textile and fashion industry: A potential roadmap of concept to consumer. **Composite Structures**, 248, 112562, 2020. Disponível em: < [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822320314367?casa\\_token=eaV0T3TN7vAAAAA:-w6AxbCVLP5YyJg9f5w0UXnhBIO\\_3\\_TN\\_ns4KS0q7Eum8y5pyxAVTD3fEAo6RzXMRcDnStXFMd5I](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822320314367?casa_token=eaV0T3TN7vAAAAA:-w6AxbCVLP5YyJg9f5w0UXnhBIO_3_TN_ns4KS0q7Eum8y5pyxAVTD3fEAo6RzXMRcDnStXFMd5I) > .

CHATTERJEE, Kony; GHOSH, Tushar K. 3D printing of textiles: potential roadmap to printing with fibers. **Advanced Materials**, v. 32, n. 4, p. 1902086, 2020. – DOI:

<https://doi.org/10.1002/adma.201902086> Disponível em:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adma.201902086>

CHROMIEC, Estêvão Lucas Eler; BECCARI, Marcos Namba. Representação Gráfica: uma abordagem crítica sobre as teorias de representação e percepção de Gombrich e Arnheim no contexto do design gráfico. **InfoDesign-Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 16, n. 1, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://infodesign.emnuvens.com.br/infodesign/article/view/657>. Acesso em: 6 jul. 2023.

CONCEIÇÃO, Maria Eloisa de Jesus. **Fabricação digital no design de vestuário: digitalização 3D, modelagem paramétrica e manufatura aditiva**. 2018. 128 f. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2018. Disponível em: <  
<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=52693@1>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

CRANE, Diana. **A moda e seu papel social: classe, gênero e identidade das roupas**. 2. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2006.

DIAS, M. R. A. C. **Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação permatus**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/92232?show=full>. Acesso em: 10 abr. 2025.

DIP, Tanvir Mahady et al. 3D printing technology for textiles and fashion. **Textile Progress**, v. 52, n. 4, p. 167-260, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00405167.2021.1978223?src=> Acesso em 19 maio 2023.

DISCHINGER, Maria do Carmo Torri; COLLET, Iara Barata; KINDLEIN JÚNIOR, Wilson. **Desenvolvimento de Texturas como Contribuição ao Design Emocional**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 7., 2006, Curitiba. Anais do P&D Design, Curitiba: [s.n.], 2006.

DDDROP. O que é o Filamento TPU? Disponível em: <https://dddrops.com.br/filamentos-compostos/tpu/>. Acesso em: 27 jul. 2023.

EMÍDIO, Lucimar de Fátima Bilmaia. **Modelo MODThink: O Pensamento de Design Aplicado ao Ensino-Aprendizagem e Desenvolvimento de Competências Cognitivas em Modelagem do Vestuário**, 2018. 229 f. : il. Tese (Doutorado)–Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e

Comunicação, Bauru, 2018. Disponível em:  
<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154929>. Acesso em: 16 jul. 2023.

EMIRHANOVA, Nergiz; KAVUSTURAN, Yasemin. Effects of knit structure on the dimensional and physical properties of winter outerwear knitted fabrics. **Fibres & Textiles in Eastern Europe**, v. 16, n. 2, p. 67, 2008. Disponível em:  
[http://www.fibtex.lodz.pl/pliki/Fibtex\\_\(0cqcj35mqay1os4r\).pdf](http://www.fibtex.lodz.pl/pliki/Fibtex_(0cqcj35mqay1os4r).pdf).

FERNANDES, S. L. P.; GRANERO, A. C. P.; PRADO, J. A.; NEVES, É. P. D.; PASCHOARELLI, L. C.; BONFIM, G. H. C. Usabilidade de espremedores de frutas: a influência da estética e funcionalidade do produto na interação de uso. In: *Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design – P&D Design*, 15., 2024, Manaus. Anais [...]. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2024. Disponível em:  
<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/cadernoppgd/article/view/16616/10162>. DOI: <https://doi.org/10.29327/5457226.1-155>. Acesso em: 17 mar. 2025.

FLUSSER, Vilém. **O mundo codificado**. São Paulo: Cosac Naify, 2008.

FOGGIATTO, José Aguiomar. SILVA, Jorge Vicente Lopes. In: **Manufatura aditiva; Tecnologias e Aplicações da Impressão 3D**. Orgs. VOLPATO, Neri. Editora Blucher, 2017. E-book. ISBN 9788521211518. Disponível em:  
<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521211518/>. Acesso em: 31 jul. 2023.

FREITAS, Renata Oliveira Teixeira de. **Design de superfície: ações comunicacionais táteis nos processos de criação** / Renata Oliveira Teixeira de Freitas; coordenação de Marcos Braga. 2. ed. – São Paulo: Blücher, 2018. 106 p.

FREITAS, Renata Oliveira Teixeira de. **As ações comunicacionais táteis no processo de criação do design de superfície**. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: < <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/5261> >. Acesso em 04 jul. 2023.

GONÇALVES, E.; LOPES, L. D. Ergonomia no vestuário: conceito de conforto como valor agregado ao produto de moda. Diseño en Palermo. II Encuentro Latinoamericano de Diseño, 2007, republicado em **Actas de Diseño Nº3**, Núm. 3 (2020), p.145-148. Disponível em:  
<https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/actas/article/view/3315/3594>

GOLDMAN, R. F. The Four 'Fs' of Clothing Comfort. in: TOCHIHARA, Y; OHNAKA, Y (Org). **Environmental Ergonomics: The Ergonomics of Human Comfort, Health and Performance in Thermal Environment**, San Diego: Elsevier, p. 315-319, 2005.

GOMES, Lavínnia Seabra. **Design de superfície: processo poético mediado pelas redes sociais digitais**. 2014. 266 f. Tese (Doutorado) - Curso de Artes,

Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em:  
<<http://repositorio.unb.br/handle/10482/15889>>. Acesso em: 24 jun. 2023.

GOSWAMI, B.C., ANANDJIWALA, R.D. AND HALL, D.M.. **Textile Sizing**. Marcel Dekker, Inc., U.S.A, 2004, 400p. Disponível em:  
<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780203913543/textile-sizing-bhuvnesh-goswami-rajesh-anandjiwala-david-hall>.  
<https://doi.org/10.1201/9780203913543>

GUVENDIREN, Murat et al. Designing biomaterials for 3D printing. **ACS biomaterials science & engineering**, v. 2, n. 10, p. 1679-1693, 2016. Disponível em: < <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsbmaterials.6b00121>>. Acesso em 20 dez 2020. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsbmaterials.6b00121>

GÜRCÜM, Banu Hatice; BORKLU, Huseyin Riza; SEZER, Kursad; EREN, Ogulcan. Implementing 3D Printed Structures as the Newest Textile Form. **Jornal of Fashion Technol Textile Eng S4**: 019. of, v. 7, p. 2, 2018. DOI: 10.4172/2329-9568.S4-019. Disponível em:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/1680/02b0e7373003a247065fce2c294a0bde6383.pdf>. Acesso em 20 maio 2023.

HEINRICH, Daiane Pletsch; CARVALHO, Miguel Ângelo Fernandes; BARROSO, Mónica Frias Paz. Conforto do vestuário: princípios ergonômicos aplicados ao design centrado no usuário. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUI-SA EM DESIGN, 5., 2009, Bauru. Anais [...] Bauru: CIPED, 2009. p. 1649-1655.

HORNBURG, Lais Estefani; et al. Tecnologia de Impressão 3D com Polímeros Biodegradáveis para Fabricação de Têxteis. *In*: Na estante da moda 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Luciana da Silva Bertoso. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. (p.388) – (p.416).

HOPKINSON, Neil (Ed.); HAGUE, Richard; DICKENS, Philip; **Rapid manufacturing: an industrial revolution for the digital age**. John Wiley & Sons, 2005, 304 p.. Disponível em:  
[https://media.wiley.com/product\\_data/excerpt/32/04700161/0470016132.pdf](https://media.wiley.com/product_data/excerpt/32/04700161/0470016132.pdf)

HORROCKS, A. Richard; ANAND, Subhash C. (Ed.). **Handbook of technical textiles**. Elsevier, 2000. Disponível em: [https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/tdg/ADVANCED%20MATERIAL%20DESIGN/handbook\\_of\\_technical\\_textile\\_.pdf](https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/tdg/ADVANCED%20MATERIAL%20DESIGN/handbook_of_technical_textile_.pdf).

IIDA, Itiro, **Ergonomia Projeto e Produção**. [online] Ergonomia, 2005. Disponível em: <<http://books.google.com/books?id=uV2FAAAACAAJ&pgis=1>>. Acesso em: 19 jul. 2023.

IIDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia: projeto e produção**. [online]. 3ª edição revista, 2018. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=LcGPDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=LcGPDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) . Acesso em 25 jul. 2023.

ISO. **ISO/ASTM 52900:2021; Standard Terminology for Additive Manufacturing—General Principles—Terminology**. ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2021. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/69669.html>. Acesso em: 19 jul. 2023.

ISO. ISO 7730 (2005) **Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort**. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/39155.html>. Acesso em: 19 jul. 2023.

ISO. **ISO 11092:2014 - Textiles — Physiological effects — Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-s**. Disponível em: <https://www.sis.se/api/document/preview/917737/>. Acesso em: 19 jul. 2023.

KABIR, S. M. F., MATHUR, K., & SEYAM, A. F. M. (2020). A critical review on 3D printed continuous fiber-reinforced composites: history, mechanism, materials and properties. **Composite Structures**, 232, 111476. Disponível em: <[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822319322706?casa\\_token=4FNvYx6ChK8AAAAA:f3UD8FsKc9fHI1VXMpdMplVws3GZhaELCVqgAiclzMKE8wtKeNd2NM7ihis7FFLt6s\\_C4X2q3PPf](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822319322706?casa_token=4FNvYx6ChK8AAAAA:f3UD8FsKc9fHI1VXMpdMplVws3GZhaELCVqgAiclzMKE8wtKeNd2NM7ihis7FFLt6s_C4X2q3PPf)>.

KAMALHA, E., ZENG, Y., MWASIAGI, J.I. and Kyatuheire, S., 2013. The Comfort Dimension; a Review of Perception in Clothing. **Journal of Sensory Studies**, v. 28, n.6, pp.423–444. DOI: <https://doi.org/10.1111/joss.12070> Acesso em: 19 jul. 2023.

KIM, S., SEONG, H., HER, Y. CHU, J.. A study of the development and improvement of fashion products using a FDM type 3D printer. **Fashion and Textiles**, v. 6, n. 1, p. 9, 2019. Disponível em:<<https://fashionandtextiles.springeropen.com/articles/10.1186/s40691-018-0162-0>>. Acesso em 01 set 2019. DOI:10.1186/s40691-018-0162-0

KRIPPENDORFF, Klaus. **The Semantic Turn: A New Foundation for Design**. Boca Raton; Londres; Nova York: Taylor & Francis, CRC Press, 2006. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=xwINxyVBeulC>. Acesso em: 21 marc. 2025.

KUNZLER, Lizanda Stechman Quintana. **Estudo das variáveis de rugosidade, dureza e condutividade térmica aplicado à percepção tátil em design de produto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Materiais) - Universidade

Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. 120p. Disponível em: <<http://www.ndsm.ufrgs.br/portal/downloadart/48.pdf>>. Acesso em 05 de jul. 2023.

LEE, H., EOM, R. I., & LEE, Y. (2019). EVALUATION of the mechanical properties of porous thermoplastic polyurethane obtained by 3D printing for protective gear. **Advances in Materials Science and Engineering**, 2019, 1–10. Disponível em: < <https://www.hindawi.com/journals/amse/2019/5838361/abs/>>.

LEWIN, Menachem. **Handbook of fiber chemistry**. Crc press, 2006, 1056 p. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781420015270/handbook-fiber-chemistry-menachem-lewin>. <https://doi.org/10.1201/9781420015270>

LI, Y.. The Science of Clothing Comfort. **Textile Progress**, 31:1-2, p.1-135, Disponível em: < <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00405160108688951>>. Doi:10.1080/00405160108688951.

LÖBACH, B. **Design industrial**: bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo, BR: Edgard Blucher, 2001.

LONJON, C. **Discover the history of 3D printer**. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.sculpteo.com/blog/2017/03/01/whos-behind-the-three-main-3d-printing-technologies/>

LONGHI, T. C.; MERINO, E. A. D. Teste de percepção tátil e térmica com materiais têxteis utilizados em uniformes. **Modapalavra e-periódico**, Florianópolis, v. 13, n. 28, p. 99-129, 2020. DOI: 10.5965/1982615x13272020099. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/16200>. Acesso em: 26 jul. 2023.

LUO, W., MA, X., & YIN, J. Application and research on building 3D printing. **Journal of Critical Reviews**, 7(12), 564–578, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31838/jcr.07.12.103>

LUSSENBURG, Kirsten; **Designing with 3D printed textiles: A case study of material driven design**. Unpublished master's thesis). Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Jo-Geraedts/publication/267639085\\_Graduation\\_Report\\_Kirsten\\_Lussenburg\\_2014/links/5456b600cf2bccc490f2c20/Graduation-Report-Kirsten-Lussenburg-2014.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jo-Geraedts/publication/267639085_Graduation_Report_Kirsten_Lussenburg_2014/links/5456b600cf2bccc490f2c20/Graduation-Report-Kirsten-Lussenburg-2014.pdf)

MALÉ-ALEMANY, Marta; SOUSA, José Pedro. Parametric design as a technique of convergence. In: **Proceedings of CAADRIA**. 2003. Disponível em: <[https://www.academia.edu/download/4862980/MMAlemany\\_JPSousa\\_CAADRIA03\\_ParametricDesign.pdf](https://www.academia.edu/download/4862980/MMAlemany_JPSousa_CAADRIA03_ParametricDesign.pdf)>.

MakerBot, 2021a) - MakerBot and designer Francis Bitonti collaborate on New Skins Workshop to create fabulous 3D printed dress. Retrieved June 12, 2021, from <https://www.businesswire.com/news/home/20140312006034/en/MakerBot-Designer-Francis-Bitonti-Collaborate-Skins-Workshop>

MakerBot, 2021 b) - MakerBot explorers—Francis Bitonti’s new skins. Retrieved June 12, 2021, from <https://www.makerbot.com/stories/design/makerbot-explorers-francis-bitontis-new-skins/>

MANZINI, Ezio. **A matéria da invenção**. Lisboa: Centro Português de Design, 1993.

MARTELI, L. N.; NEVES, E. P.; MENEZES, M. S.; PASCHOARELLI, L. C. Percepção do uso de aviamentos de vestuários: características estéticas, funcionais e estruturais. **Projética**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 138–164, 2020. Suplemento. DOI: 10.5433/2236-2207.2020v11n1suplp138

MARTINS, Suzana Barreto. O conforto no vestuário: uma interpretação da ergonomia: metodologia para avaliação de usabilidade e conforto no vestuário. 2005. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102065?show=full> Acesso em: 26 jul. 2023.

MARTINS, Suzana Barreto. **Ergonomia, usabilidade e conforto na moda: a metodologia OIKOS**. Estação das Letras e Cores Editora, 2019. Disponível em: <https://play.google.com/books/reader?id=zIKrDwAAQBAJ&hl=pt> Acesso em: 26 jul. 2023.

MELNIKOVA, R., EHRMANN, A., & FINSTERBUSCH, K. . 3D printing of textile-based structures by fused deposition modelling (FDM) with different polymer materials. *IOP Conference Series: **Materials Science and Engineering***, 62(1), 2014. Disponível em: < <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/62/1/012018/pdf>>.

MENEGON, Lizandra da Silva. **Mensuração de conforto e desconforto em poltrona de aeronave pela teoria da resposta ao item**. 2013. 343 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/122869>. Acesso em 13 mar. 2025.

MENEGUCCI, Franciele; SANTOS FILHO, A. Gs. Materiais Têxteis: uma discussão sobre os atributos táteis nos tecidos. **Colóquio de Moda**, v. 8, 2012. Disponível em: [http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202012/GT04/COMUNICACAO-ORAL/103118\\_Materiais\\_Texteis\\_uma\\_discussao\\_sobre\\_os\\_atributos\\_sensoriais\\_tateis\\_nos\\_tecidos.pdf](http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202012/GT04/COMUNICACAO-ORAL/103118_Materiais_Texteis_uma_discussao_sobre_os_atributos_sensoriais_tateis_nos_tecidos.pdf)

MENEGUCCI, Franciele; MARTINS, Edna; DOS SANTOS MENEZES, Marizilda. Design de superfície têxtil: um estudo sobre o conhecimento geométrico presente nos Freedom Quilts. **ModaPalavra e-periódico**, v. 9, n. 18, p. 072-095, 2016. Disponível em:<  
<http://www.periodicos.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/7840>>. DOI: <https://doi.org/10.5965/1982615x09182016072>

MENEGUCCI, Franciele. **Design de Superfícies Têxteis: diretrizes de ensino aprendizagem para a formação em design de moda por meio da abordagem experiencial**. Bauru, 2018. 255 f. Diss. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru, SP, 2018.

MICHAELIS: Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Dicionário da Língua Portuguesa. Brasil: Melhoramentos, 2023. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br>>. Acesso em: 19 maio 2023.

MINAYO, M. C. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

MIRANDA, Ana Caroline Marques; MEDOLA, Fausto Orsi; PASCHOARELLI, Luis Carlos. A influência do IMC de mulheres adultas na percepção de desconforto no uso de sutiãs: discussões sobre o design de vestuário íntimo feminino. **Estudos em Design**, v. 31, n. 2, 2023. Disponível em: <https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/1705>. Acesso em 30 marc. 2025.

MONTEIRO, Cátia Sofia Neves. **Design de Estruturas Têxteis com Elevado Desempenho Fisiológico**. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design de Moda (opção Têxtil), Universidade da Beira Interior, Portugal, 2009. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/1677/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20de%20mestrado%20de%20C%C3%A1tia%20Monteiro.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2023.

MOTADAKA, Snigdha. **Review of 3D printing research from computer and information science perspective: Challenges and research directions**. University at Buffalo, 2019. Disponível em: [A-Review-of-3D-Printing-Research-from-](#)

Computer-and-Information-Science-Perspective-Challenges-and-Research-Directions.pdf. Acesso em 30 jul. 2023.

NAGAMATSU, Rosimeiri Naomi. **Avaliação das propriedades de conforto de um produto têxtil tridimensional por meio da metodologia de análise sensorial e instrumental no Brasil**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade do Minho (Portugal). Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/76355>. Acesso em: 15 jul. 2023.

NAGASAWA, Shin'ya. Kansei and Business. **Kansei Engineering International**, v.3, n.3, p.3, 12, 2002.

NEVES, Ana Catarina Machado das. **Estudo da influência das variáveis envolvidas no processo de tecelagem nas propriedades de tecidos de lyocell e bambu**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade do Minho (Portugal). Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/83749>. Acesso em: 20 jul. 2023.

NIEMEYER, Lucy. **Design Atitudinal: produto como significação**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 6., 2004, São Paulo. Anais do P&D Design, São Paulo: [s.n.], 2004.

NISHIMURA, Maicon Douglas Livramento; VERGARA, Lizandra Garcia Lupi; GONTIJO, Leila Amaral. Modelagem do vestuário a partir das percepções dos professores em Santa Catarina. **DAPesquisa**, Florianópolis, v. 12, n. 18, p. 68–78, abr. 2017. Disponível em: [https://www.academia.edu/50737647/Modelagem\\_Do\\_Vestu%C3%A1rio\\_a\\_Partir\\_Das\\_Percep%C3%A7%C3%B5es\\_Dos\\_Professores\\_Em\\_Santa\\_Catarina](https://www.academia.edu/50737647/Modelagem_Do_Vestu%C3%A1rio_a_Partir_Das_Percep%C3%A7%C3%B5es_Dos_Professores_Em_Santa_Catarina). Acesso em: 25 marc. 2025.

NOBRE, F.; TOBIAS, A.; WALKER, D.. Cognição organizacional: revisão, conceitualização e contexto estratégico. **Production**, v. 26, n. 4, p. 742–756, out. 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.108212> . Acesso em 26 jul. 2023.

NOGUEIRA, Clarinda da Glória Santos. **Análise sensorial de produtos têxteis**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade do Minho (Portugal). Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/19619> . Acesso em: 20 jul. 2023.

NOJIMOTO, Cynthia. **Design para experiência: processos e sistemas digitais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18142/tde-10092009-154626/publico/NOJIMOTO\\_CYNTHIA.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18142/tde-10092009-154626/publico/NOJIMOTO_CYNTHIA.pdf). Acesso em: 21 abr. 2025.

NORMAN, Donald A. **Design emocional**: porque adoramos (ou detestamos) os objetos do dia a dia. Tradução: Érika K. Lima. 2. ed. Rio de Janeiro: Rocco, 2008.

NOYES, Jan. **Designing for humans**. Hove (East Sussex): Psychology Press, 2001. Disponível em: <https://books.google.rw/books?id=jHh5AgAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

PASCHOARELLI, L. C. **Usabilidade aplicada ao design ergonômico de transdutores de ultrassonografia: uma proposta metodológica para avaliação e análise do produto**. São Carlos, 2003. Tese (Doutorado) – UFSCAR. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/items/3c980135-ddbb-42b1-9327-ee2670200aa7>.

PENG, Huaishu; MANKOFF, Jennifer; HUDSON, E. Scott; McCANN, James. A layered fabric 3D printer for soft interactive objects. In: **Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems**. ACM, 2015. p. 1789-1798. DOI: 10.1145 / 2702123.2702327. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2702327>. Acesso em 26 nov. 2019.

PHILIPPE, F., ABREU, M.J., SCHACHER, L., ADOLPHE, D.C. and SILVA, M.E.C.. Influence of the sterilization process on the tactile feeling of surgical gowns. **International Journal of Clothing Science and Technology**, v. 15, pp.268–275, 2003. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09556220310478378/full/html>. <https://doi.org/10.1108/09556220310478378>

PORSANI, Rodolfo Nucci; PASCHOARELLI, Luis Carlos. Realidade Virtual na avaliação da Experiência do Usuário: uma comparação entre Atividade Laboratorial Real e Atividade Laboratorial em Realidade Virtual. **Estudos em Design**, v. 32, n. 2, 2024. Disponível em: <https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/1975/606>.

RASHID, A. . Tecnologias de Manufatura Aditiva. In: Chatti, S., Laperrière, L., Reinhart, G., Tolio, T. (eds) **CIRP Enciclopédia de Engenharia de Produção**, v. 1034, p. 39-46, 2019. Springer, Berlim, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-53120-4\\_16866](https://doi.org/10.1007/978-3-662-53120-4_16866) Acesso em 19 maio 2023.

REDWOOD, Ben; SCHÖFFER, Filemon; GARRET, Brian. **The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications**. Amsterdam: 3d Hubs, 2017, 304p. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/3199991>

RINALDI, Ricardo Mendonça. **Contribuição da comunicação visual para o design de superfície**. 2009. 141 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/89704>>.

RINALDI, Ricardo Mendonça. **A intervenção do design nas superfícies projetadas: processos multifacetados e Estudos de caso**. 2013. 191 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2013. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/101412/rinaldi\\_rm\\_dr\\_bauru.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/101412/rinaldi_rm_dr_bauru.pdf?sequence=1)>. Acesso em 05 de jul. 2023.

ROSA, Safira Maria de Lima. **Design de superfície como ferramenta para a valorização institucional: um estudo de caso da Fundação Casa Grande**. 2017. 133f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, Design, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/32197/1/ROSA%2C%20Safira%20Maria%20de%20Lima.pdf>>. Acesso em 05 de jul. 2023.

RÜTHSCHILLING, Evelise Anicet. **Design de Superfície: prática e aprendizagem mediada pela tecnologia digital**. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. 185p. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/131159/000369546.pdf?sequence=1>>.

RÜTHSCHILLING, Evelise Anicet. **Design de Superfície**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2008. 104p.

SABIR, E.; DOBA KADEM, F.. Comfort and Performance Properties of Raised and Laminated Denim Fabrics. **Fibres and Textiles in Eastern Europe**, [online] 24-5, 119, p.88–94, 2016. Disponível em: <<http://220.indexcopernicus.com/abstracted.php?level=5&ICID=1198064>>.

SABIRI, N., LEBLOND, L., VILLOUTREIX, J., LAVERGNE, M., ACÉTARIN, J.D. and VILLOUTREIX, G., 2008. Touch study of polymer materials surfaces -description of raspiness by a correlation approach between sensorial analysis and physical measurements. **Advanced Engineering Materials**, 10(4), pp.407–413.

SABRÁ, Flávio et al. **Modelagem: tecnologia em produção de vestuário**. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2009.

SANCHES, Maria Celeste de Fatima. **O projeto do intangível na formação de designers de moda: repensando as estratégias metodológicas para a sintaxe da forma na prática projetual**. 2017. Tese de Doutorado. Universitat Politècnica de València. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-16022017-094603/publico/mariaceleste.pdf>>. Acesso em 29 jun. 2023.

SARINA. (2021). **What is TEXTILE?** A simple guide to different types of textiles—Sew Guide. Retrieved April 10, 2021. Disponível em: <<https://sewguide.com/what-are-textiles/>>.

SCHIFFERSTEIN, Hendrik N. J.; HEKKERT, Paul (Ed.). **Product experience**. San Diego: Elsevier, 2008.

SCHWARTZ, Ada Raquel Doederlein. Design de superfície: por uma visão projetual geométrica e tridimensional. 2008. 200 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/89726>>. Acesso em: 05 jul. 2023.

SETTON, Maria da Graça. A moda como prática cultural em Pierre Bourdieu. **Iara – Revista de Moda**, Cultura e Arte, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 119–141, abr./ago. 2008. Disponível em: [https://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistaiara/wp-content/uploads/2015/01/05\\_IARA\\_Setton\\_versao-final.pdf](https://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistaiara/wp-content/uploads/2015/01/05_IARA_Setton_versao-final.pdf). Acesso em: 03 abr. 2025.

SILVA, Dailene Nogueira da. **A Tridimensionalidade da Superfície Vestível e a Impressão 3D: Processos, Estatégias e Experimentações**. 2020. 173 p.: il. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, em cotutela com Faculdade de Arquitetura da Univesidade de Lisboa (FA.Ulisboa). Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/192806>>. Acesso em: 05 jul. 2023.

SILVA, Luclécia Carla da. **Desenvolvimento de elementos construtivos com base em pré-formas têxteis**. 2022. 89 f. Dissertação (mestrado). Universidade do Minho (Portugal). Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/81500/1/Luclecia%20Carla%20da%20Silva.pdf>

SILVA, Hinayana; ABREU, Maria José. Metodologia para desenvolvimento de um brand olfativo. **Nova Têxtil**, v.99 p. 24–27, 2012. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/22215>>. Acesso em 21 jul. 2023.

SILVA, Dailene Nogueira; BROEGA, Ana Cristina; MENEZES, Marizilda dos Santos. UMA ABORDAGEM AO CONFORTO NOS PRODUTOS VESTÍVEIS IMPRESSOS EM 3D. In: Colóquio de Moda, v. 13, p. 1-13, 2017. Disponível em: [http://repositorium.uminho.pt/bitstream/1822/46662/1/COL\\_MODAL\\_2017co\\_6\\_UMA\\_ABORDAGEM\\_AO\\_CONFORTO.pdf](http://repositorium.uminho.pt/bitstream/1822/46662/1/COL_MODAL_2017co_6_UMA_ABORDAGEM_AO_CONFORTO.pdf) . Acesso em 26 jul. 2023.

SITOTAW, D. B., AHRENDT, D., KYOSEV, Y., & KABISH, A. K. (2020). Additive manufacturing and textiles—State-of-the-art. **Applied**

*Sciences*, 10(15), 5033. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/15/5033/pdf>>.

SILVEIRA, Icléia. Usabilidade do vestuário: fatores técnicos/funcionais.

**ModaPalavra e-periódico**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 1–9, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5140/514051712005.pdf>. Acesso em: 17 marc. 2025.

SMITH, Philip A.. ‘Technical Fabric Structures – 4.3. Nonwoven fabrics’, in Horrocks, A.R. and Anand, S.C. (2000) **Handbook of Technical Textiles**, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge. Disponível em: [https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/tdg/ADVANCED%20MATERIAL%20DESIGN/handbook\\_of\\_technical\\_textile\\_.pdf](https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/tdg/ADVANCED%20MATERIAL%20DESIGN/handbook_of_technical_textile_.pdf).

SNEAKERS, 2018. A Nike Foi Além Do Solado E Resolveu Criar O Primeiro Cabedal Impresso Em 3D: O Flyprint. Disponível em: <<https://sneakersbr.co/a-nike-foi-alem-do-solado-e-resolveu-criar-o-primeiro-cabedal-impresso-em-3d-o-flyprint/>>. Acesso em: 01 jun. 2023.

SPAHIU, T.; CANAJ, E.; SHEHI E. 3D printing for clothing production. **Journal of Engineered Fibers and Fabrics**, v. 15, p. 1-8, 2020. DOI:10.1177/1558925020948216.

SONDHELM, Walter S.. ‘Technical Fabric Structures – 4.1. Woven fabrics’, in Horrocks, A.R. and Anand, S.C. (2000) **Handbook of Technical Textiles**, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge. Disponível em: [https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/tdg/ADVANCED%20MATERIAL%20DESIGN/handbook\\_of\\_technical\\_textile\\_.pdf](https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/tdg/ADVANCED%20MATERIAL%20DESIGN/handbook_of_technical_textile_.pdf).

STOYKOVA, Yoanna. **Guidelines for 3D printed fashion: a roadmap to 3D printing garments**. 2021. Tesi di laurea Magistrale. Politecnico di Milano. School of Design Master of Science in Design & Engineering. Disponível em: <https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/173151?mode=complete>

TAPIA, Clara. Análisis comparativo de prendas y estructuras textiles realizadas por impresión 3D [Comparative analysis of the structures of 3D printed clothes and textiles] p. 331-336. In: **XX Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital [Blucher Design Proceedings, v.3 n.1]**. São Paulo: Blucher, 2016. ISSN 2318-6968. DOI 10.5151 / despro-sigradi2016-510. Disponível em: [http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2016\\_510.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2016_510.pdf). Acesso em 17 jun. 2023.

UDALE, Jenny. **Tecidos e moda: explorando a integração entre o design têxtil e o design de moda**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

UYSAL R., STUBBS J.. A New Method of Printing Multi-Material Textiles by Fused Deposition Modelling (FDM), **Tekstilec 4**: 248-257, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/336253897\\_A\\_New\\_Method\\_of\\_Printing\\_Multi-Material\\_Textiles\\_by\\_Fused\\_Deposition\\_Modelling\\_FDM](https://www.researchgate.net/publication/336253897_A_New_Method_of_Printing_Multi-Material_Textiles_by_Fused_Deposition_Modelling_FDM)

VANDERPLOEG, Alyson; LEE, Seung-Eun; MAMP, Michael. The application of 3D printing technology in the fashion industry. **International Journal of Fashion Design, Technology and Education**, v. 10, n. 2, p. 170-179, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/17543266.2016.1223355>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17543266.2016.1223355>. Acesso em 01 set. 2022.

VASQUES, Ronaldo Salvador. **A indústria têxtil e a moda brasileira nos anos 1960**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2018.

WANG, Zhiguo; XU, Junfei; LU, Yingzhao; HU, Lijang; FAN, Yimin; MA, Jinxia; ZHOU, Xiaofan. Preparation of 3D printable micro/nanocellulose-poly(lactic acid) (MNC/PLA) composite wire rods with high MNC constitution. **Industrial crops and products**, v. 109, p. 889-896, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669017306696>. Acesso em: 01 set 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.09.061>

WONG, Wucius. **Princípios de Forma e Desenho** / Wucius Wong; [tradução Alvamar Helena Lamparelli]. – 2a Ed. – São Paulo: Editora WMF. Martins Fontes, 2010.

WOODBURY, Robert. **Elements of Parametric Design**. Nova York: Taylor And Francis Group, 2010. 300 p.

YAP, Y. L.; YEONG, W. Y. Additive manufacture of fashion and jewellery products: a mini review: This paper provides an insight into the future of 3D printing industries for fashion and jewellery products. **Virtual and Physical Prototyping**, v. 9, n. 3, p. 195-201, 2014.

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(TERMINOLOGIA OBRIGATÓRIA EM ATENDIMENTO A RESOLUÇÃO 466/12 –CNS-MS)

Gostaria de convidá-lo(a) a participar do estudo intitulado **"IMPRESSÃO 3D COMO SUPERFÍCIE VESTÍVEL: ESTUDO ACERCA DO DESCONFORTO RELACIONADO AOS ASPECTOS TÁTEIS E VISUAIS"**. A pesquisa em questão, faz parte do **Programa de Pós-graduação em Design**, da **Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design** da **Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"**, pela Pesquisadora Principal Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **MARIZILDA DOS SANTOS MENEZES** e desenvolvida pela Assistente de Pesquisa **NATANI APARECIDA DO BEM**.

O **objetivo principal** deste estudo será **coletar dados** (quantitativos e qualitativos) **relacionados conforto ergonômico, sensorial e psicológico-estético** durante as **atividades simuladas de interação e uso** de superfícies vestíveis criadas em impressora 3D. O estudo tem como **justificativa** investigar a **viabilidade da impressão 3D na criação de superfícies vestíveis sob a ótica do conforto ergonômico, sensorial e psicológico-estético**, ao associar tecnologia e design de superfície.

Sua participação neste estudo é muito importante e consistirá em **desenvolver atividades simuladas de uso de uma peça de vestuário**; e **responder à formulários de percepção de uso** composto por **questões fechadas, em formato de escala de Diferencial Semântico (DS)** que será feita pessoalmente e poderá ser respondida em dia, local e horário, de acordo com sua disponibilidade. **Todos os momentos e fases da pesquisa, assim como o objetivo, justificativa, método e aspectos ético-legais (termos e questionários) serão previamente esclarecidos a você, de modo que sua participação ocorra sem nenhuma dúvida.**

O método adotado para este estudo (**realização de tarefa/atividade simulada**) inclui momentos de gravação de vídeo. Por essa razão, solicitamos sua autorização para gravar e explorar essas informações, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos. As informações ficarão sob sigilo, ninguém (além dos/as participantes) saberá que você está participando da pesquisa; **não será falado e muito menos serão dadas a outras pessoas as informações que você nos confidenciar**. Os resultados da pesquisa serão publicados/divulgados (na tese, em revistas, anais de eventos, livros etc.), mas sem identificar dados pessoais, vídeos, imagens, áudios e gravações dos participantes.

Para esta investigação os **riscos** estão relacionados a possíveis **desconforto físico** para **realização da tarefa (atividade simulada: vestir e despir a roupa, dobrar, levantar e movimentar os braços)** e **vestibilidade da peça (contato com a pele, geração de calor**

ou suor); **emocional (desconforto psicológico)**, frente às questões dos formulários; ou ainda **constrangimento** em decorrência da falta de compreensão/entendimento de algum procedimento. **Em caso de algum tipo de desconforto**, a Assistente de Pesquisa se dispõe a encaminhar o participante a Unidade Básica de Saúde (UBS) mais próxima, e se compromete a arcar com as eventuais despesas médicas.

Em relação aos **benefícios**, a pesquisa **não confere nenhum benefício direto** ao participante, porém, com ele almeja-se **compreender a percepção de uso de uma peça de vestuário feita na impressora 3D**, podendo **contribuir para a experiência do usuário no uso de produtos confeccionados na impressão 3D**, comercializados em sua maioria de modo on-line. Possibilitando assim, o contato físico e a **análise acerca de discussões quanto ao conforto ergonômico, sensorial e psicológico-estético** ao associar essa nova tecnologia ao uso diário. Assim, muito embora não seja possível assegurar o retorno de benefícios diretos, espera-se que os achados possam contribuir para a ampliação do conhecimento na área da moda e tecnologia no contexto ergonômico, e ampliar o leque de compra de produtos de vestuário em impressão 3D.

A sua participação **não acarretará despesas** para si, responsáveis legais ou instituição participante e, também, não haverá qualquer tipo de compensação (financeira ou outras) para os/as envolvidos/as. Caso ocorra algum custo que seja comprovado a relação com a pesquisa, como alimentação e deslocamento, você poderá ser ressarcido/a integralmente (conforme acordo com o pesquisador), da mesma maneira que poderá buscar indenização, prevista nas leis brasileiras, caso venha acontecer algum dano decorrente da pesquisa. Além disso, **você será indenizado por eventuais danos decorrentes desta pesquisa**. Não será exigido que você renuncie ao direito à indenização por dano ou que você procure obter esta indenização por danos eventuais.

Suas **respostas serão tratadas de forma anônima, confidencial e globalmente**, ou seja, **em nenhum momento será divulgado o seu nome ou qualquer informação que possa lhe identificar**. Sendo assim, você tem plena garantia que **toda e qualquer informação fornecida será mantida em sigilo** e a sua privacidade será guardada durante e após todas as fases dos estudos. Quando for necessário exemplificar determinada situação nos relatórios dessa pesquisa, **sua privacidade será assegurada uma vez que serão suprimidas todas e quaisquer informações que possam identificar qualquer um dos participantes do estudo**.

Dessa maneira, **declaramos nosso cumprimento às declarações apresentadas nesse documento**, garantindo a plena liberdade do participante e manutenção do sigilo e de sua privacidade. Cumpriremos expressamente as exigências contidas **nos itens IV.3 e IV.4 da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde para sua realização**.

A pesquisadora assume a **responsabilidade** com a **segurança dos dados**, de modo a **garantir o sigilo e confidencialidade** durante todo o **processo, preservando** a sua **segurança e identidade**. Os dados serão coletados **para fins acadêmicos** e serão **armazenados em local seguro** por um **período de até cinco anos** e, após, serão **descartados em local apropriado**, conforme preconiza a normatização ética vigente.

Este termo **deverá ser preenchido em duas vias** de igual teor, **sendo uma delas**, devidamente preenchida e assinada **entregue a você** para que tenha garantia dos compromissos éticos aqui apresentados. **Além da assinatura** nos campos específicos pela pesquisadora e por você, **solicitamos que sejam rubricadas todas as folhas deste documento**. Isto **deve ser feito por ambos/as** de modo a garantir o acesso ao documento completo.

A sua **participação é voluntária**, isto é, **seja qual for o momento, você poderá recusar-se a realizar qualquer atividade, e/ou responder qualquer formulário, ou até mesmo desistir de participar e retirar seu consentimento**. Sua recusa não trará nenhum prejuízo e nem acarretará penalizações; também garantiremos o acompanhamento e assistência após eventual cancelamento ou encerramento da pesquisa e, tomaremos todas as providências para evitar e/ou reduzir efeitos e condições adversas.

Em caso de dúvidas, você será totalmente **esclarecido pelos membros da equipe** de pesquisa **antes, durante e após a realização dos estudos**, além da **possibilidade de entrar em contato** por um dos meios divulgados neste documento. Ainda, tem-se o **contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)**, para adequação, suspensão temporária ou cancelamento do estudo caso ocorra algum risco, mediante avaliação técnica.

Eu, \_\_\_\_\_  
RG \_\_\_\_\_, participante desta pesquisa, estando ciente das informações acima lidas, concordo em participar da pesquisa: **“IMPRESSÃO 3D COMO SUPERFÍCIE VESTÍVEL: ESTUDO ACERCA DO DESCONFORTO RELACIONADO AOS ASPECTOS TÁTEIS E VISUAIS”** e entendo que as informações cedidas por mim são confidenciais, autorizando a sua divulgação no meio científico e acadêmico, de forma anônima e global, tendo a minha identidade totalmente preservada. Estou ciente de que sou voluntário e, portanto, não receberei nenhum benefício por participar desta pesquisa, bem como não terei ônus algum. Tenho total liberdade para aceitar ou recusar fazer parte desta pesquisa e sei que a minha recusa, em qualquer momento do experimento, não acarretará nenhum prejuízo para mim.

Eu, **NATANI APARECIDA DO BEM**, declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa supra nominado.

\_\_\_\_\_  
**Assinatura da Assistente de Pesquisa**

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com a pesquisadora, pelo contato a seguir:

Assistente de Pesquisa: Natani Aparecida do Bem

Endereço: Rua Barra Velha, 355. CEP.: 87202-096 – Cianorte, Pr.

Telefone/e-mail: (44) 99903-1468 – natani.dobem@gmail.com

Pesquisadora Principal: Marizilda dos Santos Menezes

Endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n. CEP.: 17033-360 - Bauru – Sp.

Telefone/e-mail: (14) 98176-6319 - marizilda.menezes@unesp.br

Informamos que o CEP é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos, conforme a Resolução CNS n.º 510, de 2016, Artigo 17, Inciso IX.

Qualquer dúvida com relação aos aspectos éticos da pesquisa poderá ser esclarecida com o Comitê Permanente de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da UEM (COPEP), no endereço abaixo:

Av. Colombo, 5790, PPG, sala do COPEP, CEP 87020-900. Maringá-Pr.

Horário de Funcionamento: 2ª a 5ª feira - das 7h40 às 11h40; 6ª feira das 13h30 às 17h30, exceto nos dias de reunião.

Para atendimento presencial, desejável agendar horário, ou pelos canais de atendimento.

Telefone: (44) 3011-4597 / e-mail: copep@uem.br.

Cianorte, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2024.

## APÊNDICE B



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



### QUESTIONÁRIO

Após concluir a tarefa indicada pela pesquisadora, selecione apenas um ponto na escala do questionário que melhor represente sua percepção após o uso da peça de vestuário. Quanto mais próximo de um dos critérios nas extremidades, maior sua concordância ao mesmo e menor ao critério oposto.

LEMBRE-SE DE ESCOLHER UMA ÚNICA OPÇÃO QUE REFLITA SUA EXPERIÊNCIA DE FORMA PRECISA.

Considerando o contato da sua pele com a superfície impressa em 3D, a mesma pode ser considerada:								
ESCALA								
ÁSPERA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LISA
RÍGIDA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	FLEXÍVEL
QUENTE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	FRIA
SECA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	MOLHADA
INFLEXÍVEL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	MALEÁVEL

[Método DS, baseado em Osgood (1957)]

Considerando o contato da peça com sua pele, e sua interferência na realização da atividade, pode-se afirmar que a peça tem o aspecto:								
ESCALA								
RÍGIDO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	FLEXÍVEL
INFLEXÍVEL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	MALEÁVEL
ESTIRADO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	DOBRÁVEL
ENRIJECIDO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	MACIO
RESTRITIVO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	EXPANSIVO

[Método DS, baseado em Osgood (1957)]

Qual a sensação térmica que a peça provoca em seu corpo?								
ESCALA								
CALOR	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	FRIO
SUOR	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	AUSÊNCIA DE SUOR
TRANSFERÊNCIA*	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RETENÇÃO
TROCA*	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RETENÇÃO
EVAPORAÇÃO*	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RETENÇÃO

[Método DS, baseado em Osgood (1957)]

\*de temperatura, considerando que o corpo humano pode apresentar essas formas de perda de calor.

Acerca do conforto e usabilidade do produto								
ESCALA								
DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	CONFORTÁVEL
INCÔMODO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	CÔMODO
INUTILIZÁVEL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	USÁVEL
DESAGRADÁVEL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	AGRADÁVEL
INADEQUADO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ADEQUADO

[Método DS, baseado em Osgood (1957)]

OBRIGADA POR PARTICIPAR DA MINHA PESQUISA!

## APÊNDICE C



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



Faculdade de  
Arquitetura, Artes,  
Comunicação  
e Design



### QUESTIONÁRIO - QUALITATIVO

- Quais aspectos lhe agradam na estética/aparência da peça?
- Você usaria o produto apresentado, considerando a superfície utilizada em sua confecção?
- Levando em conta o aspecto sensorial e visual do produto, você o considera uma peça adequada para o uso no dia a dia?

**OBRIGADA POR PARTICIPAR DA MINHA PESQUISA!**

## ANEXO A

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
MARINGÁ



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** IMPRESSÃO 3D COMO SUPERFÍCIE VESTÍVEL: ESTUDO ACERCA DO DESCONFORTO RELACIONADO AOS ASPECTOS TÁTEIS E VISUAIS

**Pesquisador:** NATANI APARECIDA DO BEM

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 82341024.6.0000.0104

**Instituição Proponente:** UEM-CTC-DDM - Departamento de Design e Moda

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 7.044.609

#### Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do documento Informações Básicas do Projeto n.º 2398714, postado em 13/08/2024, e do Projeto Detalhado.

Este é um projeto de pesquisa apresentado pela Profa. Natani Aparecida do Bem, do Departamento de Moda e Design, Universidade Estadual de Maringá, como sua pesquisa de doutoramento no Programa de Pós-Graduação em Design, na Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Bauru.

#### Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral desta pesquisa é investigar a viabilidade do uso da impressão 3D na criação de superfícies vestíveis sob a ótica do conforto e experienciar os materiais e geometrias que podem ser utilizados.

#### OBJETIVO SECUNDÁRIO

Estudar o design de superfície e as superfícies vestíveis impressas em 3D;

Estudar a geometria da superfície vestível impressa em 3D e o conceito de modelação paramétrica;

**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM - bloco PPG, sala do COPEP.

**Bairro:** Jardim Universitário

**CEP:** 87.020-900

**UF:** PR

**Município:** MARINGÁ

**Telefone:** (44)3011-4597

**E-mail:** copep@uem.br

Continuação do Parecer: 7.044.609

- Estudar as formas de produção e materiais que compõem as superfícies impressas em 3D;
- Compreender o conceito acerca das propriedades da superfície do tecido e as sensações provocadas pelo material;
- Experimentar materiais e geometrias no desenvolvimento e/ou aprimoramento de superfícies impressas em 3D;
- Verificar o desconforto de uma superfície vestível impressa em 3D junto ao usuário, analisando os aspectos tátil e visual;
- Fazer estudo comparativo entre superfícies têxteis vestíveis (tecidos convencionais e impressos em 3D).

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

##### RISCOS

Para esta investigação os riscos estão relacionados a possíveis desconfortos físicos para realização da tarefa (atividade simulada: vestir e despir a roupa, dobrar, levantar e movimentar os braços) e vestibilidade da peça (contato com a pele, geração de calor ou suor); emocional (desconforto psicológico) frente às questões dos formulários; ou ainda constrangimento em decorrência da falta de compreensão/entendimento de algum procedimento. Em caso de algum tipo de desconforto, a doutoranda se dispõe a encaminhar o participante a unidade básica de saúde mais próxima, e se compromete a arcar com as eventuais despesas médicas. Considerando que o preenchimento dos formulários será realizado de forma física, ou seja, por formulários impressos, anonimizados por mascaramento da identificação do participante da pesquisa, sendo estes identificados por números conforme a ordem de participação na pesquisa. Ao término do estudo, os formulários serão armazenados em local seguro por um período de até cinco anos e, após, serão descartados em local apropriado, conforme preconiza a normatização ética vigente. Quanto a gravação ou fotografias realizadas durante a atividade simulada, a mesma será realizada de modo que não apareça o rosto do participante, uma vez que as informações ficarão sob sigilo, ninguém (além dos/as participantes) saberá que você está participando da pesquisa; não será falado e muito menos serão dadas a outras pessoas as informações que você nos confidenciar. Além disso, durante a pesquisa, os dados de imagem e vídeo serão armazenados em nuvem (Google Drive) por um período de até cinco anos e, após, serão descartados da plataforma, conforme preconiza a normatização ética vigente. Quando os resultados da pesquisa forem publicados/divulgados (na tese, em revistas, anais de eventos, livros etc.), não haverá identificação de dados pessoais, vídeos, imagens, áudios e gravações

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM - bloco PPG, sala do COPEP.  
Bairro: Jardim Universitário CEP: 87.020-900  
UF: PR Município: MARINGÁ  
Telefone: (44)3011-4597 E-mail: copep@uem.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
MARINGÁ



Continuação do Parecer: 7.044.609

dos participantes, ou seja, estarão anonimizados conforme preconiza a Resolução CNS n.º 510, de 2016, Artigo 17, Inciso IV.

#### BENEFÍCIOS

A pesquisa não confere nenhum benefício direto ao participante, porém, com ele almeja-se compreender a percepção de uso de uma peça de vestuário feita na impressora 3D, podendo contribuir para a experiência do usuário no uso de produtos confeccionados na impressão 3D, comercializados em sua maioria de modo on-line. Possibilitando assim, o contato físico e a análise acerca de discussões quanto ao conforto ergonômico, sensorial e psicológico-estético ao associar essa nova tecnologia ao uso diário. Assim, muito embora não seja possível assegurar o retorno de benefícios diretos, espera-se que os achados possam contribuir para a ampliação do conhecimento na área da moda e tecnologia no contexto ergonômico, e ampliar o leque de compra de produtos de vestuário em impressão 3D.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

É uma pesquisa mista (qualitativa e quantitativa), com amostra de 10 participantes (sexo masculino e/ou feminino), alunos do curso de Moda da Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Cianorte-PR. Os dados serão coletados presencialmente. Os participantes irão vestir uma peça de roupa com impressão 3D, responderão um questionário com escala de 7 pontos, além de haver gravação ou fotografias durante a atividade simulada, sem o registro do rosto do participante.

#### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes termos obrigatórios: (i) Folha de Rosto devidamente preenchida e assinada pelo responsável institucional; (ii) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); (iii) autorização do local onde será desenvolvido o estudo ou coletado os dados, datado e assinado pelo seu responsável; (iv) orçamento da pesquisa; (v) cronograma de execução da pesquisa.

#### Recomendações:

No TCLE, recomenda-se que a terminologia utilizada para designação dos pesquisadores seja: quando for o orientando/discente seja designado como Assistente de Pesquisa e o orientador como Pesquisador Principal ou Responsável.

#### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM - bloco PPG, sala do COPEP.  
 Bairro: Jardim Universitário CEP: 87.020-900  
 UF: PR Município: MARINGÁ  
 Telefone: (44)3011-4597 E-mail: copep@uem.br

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
MARINGÁ**



Continuação do Parecer: 7.044.609

Considerando a análise realizada e as informações constantes nos arquivos anexados, baseado na legislação vigente, este Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá manifesta-se pela aprovação do presente protocolo de pesquisa.

Alerta-se para a necessidade de envio de relatório final a este Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo seres humanos em até dias após o término da pesquisa.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Ressalta-se a necessidade de submissão do relatório final em até 30 dias do término da pesquisa

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2398714.pdf	13/08/2024 22:15:46		Aceito
Outros	Quali_ata_23.pdf	13/08/2024 22:14:58	NATANI APARECIDA DO BEM	Aceito
Outros	questionario_DS_tese.pdf	13/08/2024 22:10:43	NATANI APARECIDA DO BEM	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa.pdf	13/08/2024 22:08:55	NATANI APARECIDA DO BEM	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	13/08/2024 22:08:25	NATANI APARECIDA DO BEM	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao.pdf	13/08/2024 22:08:04	NATANI APARECIDA DO BEM	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_assinada.pdf	13/08/2024 22:07:47	NATANI APARECIDA DO BEM	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM - bloco PPG, sala do COPEP.  
 Bairro: Jardim Universitário CEP: 87.020-900  
 UF: PR Município: MARINGÁ  
 Telefone: (44)3011-4597 E-mail: copep@uem.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
MARINGÁ



Continuação do Parecer: 7.044.609

Não

MARINGÁ, 30 de Agosto de 2024

---

Assinado por:  
Aroldo Gavioli  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM - bloco PPG, sala do COPEP.  
Bairro: Jardim Universitário CEP: 87.020-900  
UF: PR Município: MARINGÁ  
Telefone: (44)3011-4597 E-mail: copep@uem.br