



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

**DIRETRIZES PARA O DESIGN DE COMPONENTES EM BAMBU PARA CALÇADOS
FEMININOS**

FLÁVIO CARDOSO VENTURA

Orientadora Prof^ª. Dr^ª. Marizilda dos Santos Menezes

Coorientador Prof. Dr. Marco Antônio dos Reis Pereira

Bauru – 2019



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

**DIRETRIZES PARA O DESIGN DE COMPONENTES EM BAMBU PARA CALÇADOS
FEMININOS**

FLÁVIO CARDOSO VENTURA

Tese de doutoramento desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Design, Curso de Doutorado, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP – Câmpus Bauru.

Orientadora Prof^a. Dr^a. Marizilda dos Santos Menezes

Coorientador Prof. Dr. Marco Antônio dos Reis Pereira

Bauru – 2019

Ventura, Flávio Cardoso.

Diretrizes para o design de componentes em bambu para calçados femininos / Flávio Cardoso Ventura, 2019
151 f. : il.

Orientadora: Marizilda dos Santos Menezes


Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2019


1. Design. 2. Salto para calçado feminino. 3. Bambu laminado colado. 4. Sistema CAD/CAM. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.


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

Aos 07 dias do mês de fevereiro do ano de 2019, às 09:00 horas, no(a) Auditório da Secretaria de Pós-Graduação da FAAC, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof^a. Dr^a. MARIZILDA DOS SANTOS MENEZES - Orientador(a) do(a) Departamento de Artes e Representação Gráfica / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, Prof^a. Dr^a. APARECIDA MARIA ZEM LOPES do(a) Engenharia de Software - Informática na Educação / Faculdade de Tecnologia de Jahu - FATEC, Prof. Dr. FERNANDO JOSE DA SILVA do(a) Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo / UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Prof. Dr. JOSE CARLOS PLACIDO DA SILVA do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, Prof. Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - UNESP/ Câmpus de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de FLÁVIO CARDOSO VENTURA, intitulada **DIRETRIZES PARA O DESIGN DE COMPONENTES EM BAMBU PARA CALÇADOS FEMININOS**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO ----- . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof^a. Dr^a. MARIZILDA DOS SANTOS MENEZES


Prof^a. Dr^a. APARECIDA MARIA ZEM LOPES


Prof. Dr. FERNANDO JOSE DA SILVA


Prof. Dr. JOSE CARLOS PLACIDO DA SILVA


Prof. Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI

Dedico este trabalho aos meus pais, que me apoiaram e incentivaram desde o início de minha vida, a toda minha família, aos amigos que me apoiaram no desenvolvimento deste estudo.

Agradecimentos

A Deus pela oportunidade de estar encarnado, por vossos ensinamentos, amor, luz e sabedoria;

Aos meus pais, Ademir e Ana Maria, às minhas irmãs, Renata, Andréa e Fernanda, à minha filha, Yara, pela compreensão nos períodos em que fiquei ausente;

À minha orientadora e amiga Professora Doutora Marizilda dos Santos Menezes, que me amparou em muitos momentos difíceis e não me deixou desistir desta jornada;

Ao coorientador e amigo Professor Doutor Marco Antônio dos Reis Pereira, que me apresentou as riquezas do bambu;

Aos Professores Doutores que compuseram a banca: Aparecida Maria Zem Lopez; Fernando José da Silva; José Carlos Plácido da Silva; Luis Carlos Paschoarelli;

A todos os professores que me ensinaram desde o jardim de infância;

Aos amigos José Maria, João Victor (Voti), Bruno, Thiago, Rosângela, William, Adenilson (Barata);

A Sybelle pela paciência e compreensão;

Ao pessoal da Faculdade de Tecnologia de Jahu (Fatec Jahu);

A todos os amigos e colegas que não citei, mas me auxiliaram nos períodos tempestuosos dos últimos anos.

Lista de siglas

APL – Arranjo Produtivo Local

ASSINTECAL - Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couro, Calçados e Artefatos

BLC – Bambu laminado colado

BLCTR - Bambu Laminado Colado Termorreteificado

CAD – *Computer Aided Design* – Projeto auxiliado por computador

CADEP – Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos

CAM – *Computer Aided Manufacturing* – Manufatura auxiliada por computador

CCDM - Centro de Caracterização em Materiais

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CNC – Controle Numérico Computadorizado

DMA - Design, Moda e Artesanato

EVA – *Ethylene Vinyl Acetate* – Etileno acetado de vinila

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

FDM - *Fused Deposition Modeling* - Modelagem por deposição de material fundido

IHM – Interface Humano/Máquina

LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*

MDF - *Medium Density Fiberboard*

N - Newton

PLA - Ácido Poliláctico

PNMCB - Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu

PR – Prototipagem Rápida

PRONINC - Programa Nacional de Incubadoras de Cooperativas

PU – Poliuretano

PVC - *Polyvinyl Chloride* – Policloreto de polivinila

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SLS - *Selective Laser Sintering* - Sinterização seletiva por laser

TCLE - Termos de consentimento livre e esclarecido

TDP - *Three dimension printing*

TPR – *Thermoplastic Rubber*

TS - Tecnologias Sociais

UFsCar - Universidade Federal de São Carlos

RESUMO

O desenvolvimento sustentável é entendido como o melhor equilíbrio entre o crescimento econômico, a preservação ambiental e o desenvolvimento social, objetivando promover a melhoria do padrão de vida como um todo, garantindo esta continuidade às gerações futuras. A utilização de materiais de fontes renováveis, aliados às novas tecnologias, pode contribuir para esse desenvolvimento equilibrado. A popularização de *softwares* de projeto propiciou uma evolução na área do design, integrando sistemas, informações, permitindo a simulação de ensaios físico-mecânicos e a realização de prototipagem rápida. Esta integração é denominada como sistemas *Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM)* – Projeto auxiliado por computador e manufatura auxiliada por computador. O objetivo deste projeto é apresentar diretrizes para a relação entre os sistemas CAD/CAM e o desenvolvimento de componentes para calçados femininos em bambu. Para tanto, foi realizada pesquisa quanti-qualitativa, dividida em três momentos: pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo e experimentações. A pesquisa de campo apresentou duas fases: na primeira, foram aplicados questionários semiestruturados para a coleta de dados primários no Arranjo Produtivo Local APL de Jaú, Estado de São Paulo; na segunda, preparou-se a matéria-prima experimental aplicada no estudo, denominada Bambu Laminado Colado (BLC). O BLC foi gerado por meio de uma interação com uma associação rural. As experimentações com o BLC foram efetuadas por meio de equipamentos CAD/CAM, produzindo-se saltos e ornamentos, utilizando-se o corte a laser e usinagem por Comando Numérico Computadorizado (CNC). Realizaram-se testes de resistência à fadiga e resistência ao arrancamento de parafusos nos saltos em BLC, conforme as normas regulamentadoras brasileiras. O BLC vertical demonstrou-se mais indicado para ser aplicado em saltos para calçados femininos do que o BLC horizontal, pois os saltos em BLC vertical não apresentaram danos no ensaio de resistência à fadiga por impacto, assim como no ensaio de resistência ao arrancamento de parafusos. Adicionalmente, os saltos em BLC vertical apontaram valores de resistência físico-mecânicos equiparáveis aos indicados por saltos em madeira pinus, usualmente utilizados por indústrias calçadistas. Conclui-se, assim, que as principais diretrizes a serem aplicadas para a utilização do bambu em saltos são: após a fabricação de bloco em BLC, realizar a usinagem do modelo padrão por meio de equipamento CNC e utilizar o BLC vertical para a fabricação dos saltos.

Palavras-chave: *Design; Salto para calçado feminino; Bambu Laminado Colado; Sistema CAD/CAM.*

ABSTRACT

Sustainable development is understood as the best balance among economic growth, environmental preservation and social development, intending to promote the improvement of the living standard as a whole, guaranteeing this continuity to future generations. The use of renewable materials, associated with new technologies, can contribute to this balanced development. The popularization of design software provided an evolution in the area of design, integrating systems, information, as well as allowing the simulation of physical-mechanical tests and rapid prototyping. This integration is referred to as Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing (CAD / CAM). This project aims at presenting guidelines for the relationship between CAD / CAM systems and the development of components for female bamboo shoes. In order to accomplish that, a quantitative-qualitative research was conducted, divided into three moments: bibliographical research, field research and experimentation. Field research consisted of two phases: in the first, semi-structured questionnaires were used to collect primary data in the APL Local Productive Arrangement of Jaú, State of São Paulo; in the second phase, the experimental raw material applied in the study, called Bamboo Laminated Glued (Bambu Laminado Colado - BLC), was prepared. BLC was generated by means of an interaction with a rural association. The experiments with the BLC were made using CAD / CAM equipment, producing heels and ornaments, using the laser cutting and machining by Computer Numerical Command (CNC). Tests of resistance to fatigue and resistance to the screw removal in the heels in BLC were performed, according to Brazilian regulatory norms. The vertical BLC was more indicated to be applied in heels for women's footwear than the horizontal BLC, since the vertical BLC heels showed no damage in the impact fatigue resistance test, as well as in the test of resistance to the screw removal. In addition, vertical BLC heels indicated physical-mechanical resistance values comparable to those indicated by pinus wood heels, usually used by footwear industries. It is concluded, therefore, the main guidelines to be applied for the use of bamboo in heels are: after the manufacture of block in BLC, to perform the machining of the standard model by means of CNC equipment and use the vertical BLC for the manufacture of the heels.

Keywords: *Design; Heel for women's shoes; Bamboo Laminate Glued; CAD/CAM system.*

Índice de Figuras

FIGURA 1 — ETAPAS PARA A REALIZAÇÃO DA TESE	22
FIGURA 2 — ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA	26
FIGURA 3 — POSICIONAMENTO DAS LÂMINAS DO BLC E FIBRAS DA MADEIRA	30
FIGURA 4 — FIXAÇÃO DE PARAFUSOS ABNT NBR 15195:2015	32
FIGURA 5 — SERRA CIRCULAR DUPLA E TORNO	33
FIGURA 6 — SERRA DE FITA	33
FIGURA 7 — PRENSA HIDRÁULICA	34
FIGURA 8 — FRESADORA CNC ROLAND MDX 540	34
FIGURA 9 — IMPRESSORA 3D - ZPRINTER 650	35
FIGURA 10 — MÁQUINA DE CORTE A LASER - MARCA FUTURIZE - DJ-6040 - POTÊNCIA 150 W	35
FIGURA 11 — DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FADIGA POR IMPACTO	36
FIGURA 12 — HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DO CALÇADO E TECNOLOGIA	37
FIGURA 13 — CALÇADO FEITO DE CORDA TRANÇADA - 10 MIL ANOS	38
FIGURA 14 — CALÇADO EM COURO - 5 MIL ANOS	38
FIGURA 15 — <i>CHAPINS</i> DO SÉCULO XVI	39
FIGURA 16 — CALÇADOS DO SÉCULO XVI	40
FIGURA 17 — SALTO ANABELA (1942), DE SALVATORE FERRAGAMO	42
FIGURA 18 — CALÇADO CONTEMPORÂNEO	42
FIGURA 19 — MODELO IMPRESSO EM 3D (JANNE KYTTANEN)	44
FIGURA 20 — CONSTRUÇÃO E CABEDAL DO CALÇADO FEMININO	51
FIGURA 21 — NOMENCLATURAS DA CONSTRUÇÃO (PARTE INFERIOR DO CALÇADO)	52
FIGURA 22 — TIPOS DE SALTOS	53
FIGURA 23 — MODELO DESENHADO NA FÔRMA	54
FIGURA 24 — MODELO PLANIFICADO	54
FIGURA 25 — MODELO EM PAPELÃO	55
FIGURA 26 — CORTE MANUAL	55
FIGURA 27 — CORTE POR MEIO DE NAVALHAS	56
FIGURA 28 — VISTAS DO SALTO	57
FIGURA 29 — COMPONENTES - DESENVOLVIMENTO DE SALTOS PARA CALÇADOS ABERTOS	57
FIGURA 30 — COMPONENTES - DESENVOLVIMENTO DE SALTOS PARA CALÇADOS FECHADOS	58
FIGURA 31 — DESENHO DO SALTO	58
FIGURA 32 — DESENHO DO SALTO NA MADEIRA	59
FIGURA 33 — CORTE EM SERRA DE FITA	59
FIGURA 34 — LIXAMENTO	59
FIGURA 35 — VISUALIZAÇÃO DO SALTO COM A FÔRMA	60
FIGURA 36 — SISTEMA DE COORDENADAS	62
FIGURA 37 — MODELAGEM DIGITAL 2D – DESENHO NA FÔRMA	63
FIGURA 38 — MODELAGEM DIGITAL 2D - PLANIFICAÇÃO	64
FIGURA 39 — DIGITALIZAÇÃO DO MODELO	64
FIGURA 40 — DESTAQUE DAS PEÇAS QUE COMPÕEM O MODELO	65
FIGURA 41 — ESCALA DE TODAS AS NUMERAÇÕES	65
FIGURA 42 — DESENVOLVIMENTO DE CALÇADO UTILIZANDO-SE DA TECNOLOGIA DE DIGITALIZAÇÃO 3D	67
FIGURA 43 — IMPERFEIÇÕES (DIGITALIZAÇÃO)	68
FIGURA 44 — MANIPULAÇÃO E AJUSTES DO MODELO VIRTUAL	69
FIGURA 45 — MODELAGEM DIGITAL 3D	69
FIGURA 46 — CORTE COMPUTADORIZADO	70

FIGURA 47 — EXEMPLO DE CORTE COM GEOMETRIA COMPLEXA	71
FIGURA 48 — CALÇADO COM CORTE A LASER	72
FIGURA 49 — BASE DO SALTO	73
FIGURA 50 — PERFIL LATERAL DO SALTO	74
FIGURA 51 — SALTO PARA CALÇADO FEMININO (DIGITAL)	74
FIGURA 52 — INFORMAÇÕES SOBRE A IMPRESSÃO	75
FIGURA 53 — MORFOLOGIA DO NÓ E DIFERENTES ESPESSURAS DE PAREDES	78
FIGURA 54 — ESTRUTURA DOS BAMBUS DOS TIPOS PAQUIMORFO E LEPTOMORFO	78
FIGURA 55 — DISTRIBUIÇÃO ANATÔMICA DAS FIBRAS DO BAMBU	79
FIGURA 56 — PRODUTOS EM BAMBU PARA ESCRITÓRIO	79
FIGURA 57 — FRUTEIRA "COLIBRI" EM BAMBU	80
FIGURA 58 — LUMINÁRIA EM BAMBU	80
FIGURA 59 — CASA DE BAMBU (PAU A PIQUE)	81
FIGURA 60 — ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA EM BAMBU	82
FIGURA 61 — ESTRUTURA ARQUITETÔNICA	82
FIGURA 62 — PROCESSAMENTO DO BLC	83
FIGURA 63 — ETAPAS PARA O PROCESSAMENTO DO BLC	84
FIGURA 64 — TIPOS DE COLAGEM PLANA DE BLC	85
FIGURA 65 — MOLDES E PROTÓTIPOS EM BLC	86
FIGURA 66 — MÓVEIS E PAINEL DE DECORAÇÃO EM BAMBU	87
FIGURA 67 — PAINEL DE DECORAÇÃO EM BAMBU	87
FIGURA 68 — FEIXES ESTRUTURAIS EM BLC	88
FIGURA 69 — FACHADA EM BAMBU	88
FIGURA 70 — CADEIRA EM BAMBU "FLOW"	89
FIGURA 71 — FUNCIONAMENTO DA TECNOLOGIA TDP	91
FIGURA 72 — PROTÓTIPO (TDP)	91
FIGURA 73 — FUNCIONAMENTO DA TECNOLOGIA - SLS	92
FIGURA 74 — PROTÓTIPO (SLS)	93
FIGURA 75 — FUNCIONAMENTO DA TECNOLOGIA – FDM	94
FIGURA 76 — PROTÓTIPO – SALTO (FDM)	94
FIGURA 77 — FUNCIONAMENTO DA TECNOLOGIA SLA	95
FIGURA 78 — PROTÓTIPO (SLA)	96
FIGURA 79 — SISTEMA DE EQUIPAMENTO CNC COM 11 EIXOS	97
FIGURA 80 — PROTÓTIPO USINADO EM CNC	98
FIGURA 81 — COLHEITA - PROCESSO DE BLC	104
FIGURA 82 — COLAGEM - PROCESSO DE BLC	104
FIGURA 83 — GABARITOS	105
FIGURA 84 — UTILIZAÇÃO DE GABARITOS	106
FIGURA 85 — REPRESENTAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE A FÔRMA E O SALTO	107
FIGURA 86 — DETALHE FORA DO PADRÃO	107
FIGURA 87 — TESTE PARA REDUÇÃO DE MASSA	108
FIGURA 88 — CEPA EM BLC	108
FIGURA 89 — ORNAMENTOS EM BLC	109
FIGURA 90 — CORPOS DE PROVA (SALTOS EM BLC)	109
FIGURA 91 — FALTA DE PADRONIZAÇÃO DOS SALTOS	110
FIGURA 92 — IMAGEM NO <i>SOFTWARE</i> CAM DA ROLAND	111
FIGURA 93 — TECNOLOGIA SUBTRATIVA EM OPERAÇÃO	112
FIGURA 94 — ACESSÓRIO EM BLC FEITO EM CAD/CAM	112

FIGURA 95 — RESULTADO DO TESTE EM BLC DE 10 MM.....	113
FIGURA 96 — SALTO ANABELA EM BLC.....	113
FIGURA 97 — MOLDE PARA BLC CURVADO.....	114
FIGURA 98 — ÉTAPA DE DESENVOLVIMENTO DE PALMILHAS EM BLC.....	114
FIGURA 99 — CONSTRUÇÃO EM BLC.....	115
FIGURA 100 — MDF MALEÁVEL.....	116
FIGURA 101 — DETALHE DA GEOMETRIA DO ACESSÓRIO.....	116
FIGURA 102 — ACESSÓRIO MALEÁVEL EM BAMBU.....	117
FIGURA 103 — ACESSÓRIO COM PEDRARIAS.....	117
FIGURA 104 — MALEABILIDADE DO ACESSÓRIO COM PEDRARIAS.....	117
FIGURA 105 — A GEOMETRIA INFLUENCIA NA MALEABILIDADE DA PEÇA.....	118
FIGURA 106 — FISSURA APRESENTADA NA PEÇA.....	118
FIGURA 107 — PEÇAS QUEBRADAS.....	119
FIGURA 108: SALTOS EM BLC VERTICAL E BLC HORIZONTAL.....	120
FIGURA 109: TRINCA NO CORPO DE PROVA.....	122



Índice de Tabelas

TABELA 1 — TAMANHO DOS ESTABELECIMENTOS DO SETOR CALÇADISTA DE JAÚ (2006-2012).....	47
TABELA 2 — RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DOS CALÇADOS E AS BASES DOS SALTOS.....	56



Índice de Quadros

QUADRO 1 — PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DOS EQUIPAMENTOS (TA)	96
QUADRO 2 — EVOLUÇÃO NOS PROCESSOS NO APL DE JAÚ	102
QUADRO 3 — DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FADIGA POR IMPACTO	121
QUADRO 4 — RESULTADOS DO TESTE DE ARRANCAMENTO DE PARAFUSO (NEWTON=N)	123



SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	19
1.1	Estrutura da Tese	21
1.2	O Problema da Pesquisa.....	22
1.3	Hipóteses.....	22
1.4	Objetivos	23
1.4.1	<i>Objetivo geral</i>	23
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i>	23
1.5	Justificativa	24
1.6	Procedimentos Metodológicos	25
1.7	Recursos Humanos.....	32
1.8	Recursos Materiais	33
1.9	Recursos Financeiros.....	36
2	REVISÃO TEÓRICA.....	37
2.1	O Calçado Feminino	38
2.1.1	<i>O Arranjo Produtivo Local de Jaú</i>	44
2.1.2	<i>Pesquisa e desenvolvimento de componentes</i>	49
2.1.3	<i>Constituição básica do calçado</i>	51
2.1.4	<i>Modelagem tradicional de calçados femininos</i>	53
2.1.5	<i>Corte tradicional de calçados femininos</i>	55
2.1.6	<i>Modelagem tradicional de saltos para calçados femininos</i>	56
2.2	O Sistema CAD/CAM no Design de Calçados	60
2.2.1	<i>Modelagem computadorizada</i>	60
2.2.2	<i>Modelagem digital de calçados femininos</i>	63
2.2.3	<i>Integração de software para calçado e a digitalização 3D</i>	66
2.2.4	<i>Corte digital de calçados femininos</i>	70
2.2.5	<i>Modelagem digital de saltos para calçados femininos</i>	73
2.3	Bambu	76
2.3.1	<i>O bambu in natura</i>	76
2.3.2	<i>O bambu laminado colado – BLC</i>	83
2.4	Prototipagem Rápida	89
2.4.1	<i>Impressão tridimensional (TDP)</i>	90
2.4.2	<i>Sinterização seletiva por laser (SLS)</i>	92
2.4.3	<i>Modelagem por deposição fundida (FDM)</i>	93
2.4.4	<i>Estereolitografia (SLA)</i>	95
2.4.5	<i>Usinagem por controle numérico computadorizado (CNC)</i>	97
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
3.1	Entrevistas no APL de Jaú.....	99
3.2	Atividades com a Viverde.....	103
3.3	Experimentações.....	106
3.3.1	<i>Experimentações com os equipamentos tradicionais (Viverde)</i>	106
3.3.2	<i>Desenvolvimento de ornamento em BLC (CAD/CAM)</i>	110
3.3.3	<i>Desenvolvimento de salto em BLC (corte a laser)</i>	112
3.3.4	<i>Desenvolvimento de adornos (ornamentos) para calçados em BLC (máquina a laser)</i>	115
3.3.5	<i>Ensaio físico-mecânicos</i>	120
4	CONCLUSÃO	126
5	REFERÊNCIAS.....	131
6	Apêndices	140
7	Anexos.....	143

1. INTRODUÇÃO

O processo de design é um campo que está sempre em movimento, não é linear, integra diversas disciplinas, desde a área de humanas, como por exemplo a antropologia, até a área de exatas, como a engenharia. Para se estudar o design, o pesquisador deve estar aberto à compreensão das necessidades humanas, físicas e psíquicas.

O avanço econômico e o bem-estar do ser humano dependem dos recursos da Terra. O desenvolvimento sustentável é simplesmente impossível se for permitido que a degradação ambiental continue.

Os recursos da Terra são suficientes para atender às necessidades de todos os seres vivos do planeta se forem manejados de forma eficiente e sustentável. Tanto a opulência quanto a pobreza podem causar problemas ao meio ambiente. O desenvolvimento econômico e os cuidados com a natureza são compatíveis, interdependentes e necessários. A alta produtividade, a tecnologia moderna e o crescimento da economia podem e devem coexistir com um ecossistema saudável (DIAS, 2006).

De acordo com Jara (1998), o desenvolvimento sustentável tem dimensões ambientais, econômicas, sociais, políticas e culturais e tem como base o princípio de que o homem deve gastar os recursos naturais de acordo com a capacidade de renovação dos mesmos, de modo a evitar seu esgotamento. A noção de que algo deve ser sustentável, partindo do ponto de vista de equilíbrio ambiental e ecológico, não deve levar em consideração apenas o laudo técnico de avaliação dos impactos ambientais, mas deve pensar também no lado humano, no bem-estar da população e nas condições de sobrevivência da comunidade.

Uma sociedade sustentável não se baseia apenas em usar menos recursos naturais e preservar o meio ambiente. Sustentabilidade é um conceito sistêmico e deve abranger todos os campos do desenvolvimento humano (MANZINI, 2007).

Tratando-se da visão sistêmica dos processos, afirma-se que a ecologia e o design apresentam uma relação interativa. No design, estudam-se os processos interdisciplinares e a metodologia iterativa (repetitiva) no desenvolvimento de produto. Já na ecologia, estudam-se as relações ecossistêmicas da natureza, isto é, a natureza pode ser uma fonte de “...inspiração para a solução de problemas socioeconômicos e ambientais” (OLIVEIRA, 2013, p. 24).

Ventura (2014) apresentou o desenvolvimento de calçados femininos utilizando o bambu na parte inferior do sapato, sendo uma plataforma constituída da união entre o salto e a palmilha, ambos em bambu. Também foram confeccionados ornamentos em bambu para calçados femininos. Esses componentes apresentaram aspectos positivos como a estética agradável e a leveza do material. Por outro lado, mostraram particularidades a serem melhoradas, como: o processo artesanal - considerado lento - e o diâmetro variado e o formato cilíndrico do bambu, que prejudicam a padronização dos produtos quando utilizados *in natura*, pois esses fatores podem não favorecer a produção serial.

Em se tratando de produção serial, o uso de novas tecnologias pode realizar o desenvolvimento de produtos em menor tempo, com maior controle no processo, desde a conceituação, prototipagem, até mesmo à produção. Segundo Pereira e Beraldo (2016), a confecção de artefatos em bambu é realizada há muitos anos, pois é um material versátil, utilizado em todo o planeta. Sua aplicabilidade vai da alimentação (broto de bambu) até a construção civil. No que se refere aos componentes para calçados femininos, especificamente os saltos, são de extrema relevância, sendo um apoio elevado, feito de material rígido, que alteram a silhueta da usuária e são utilizados como diferencial no aspecto de moda.

O objeto de pesquisa deste trabalho é o bambu, especificamente sua utilização em componentes para calçados, notadamente os saltos para calçados femininos. Os mesmos são confeccionados em maior escala produtiva utilizando-se derivados de

fontes não renováveis. No entanto, também são produzidos em madeira (em menor escala produtiva). Segundo Ramos (2014), o bambu pode ser utilizado como alternativa ao uso da madeira.

A integração entre os sistemas CAD/CAM e o bambu pode contribuir para um desenvolvimento sustentável. É da relação entre o design, as novas tecnologias e o bambu que se trata esta tese.

1.1 Estrutura da Tese

As diretrizes apresentadas ao final desta tese poderão ser utilizadas em diversos Arranjos Produtivos Locais (APL) por artesãos, comunidades, associações e indústrias calçadistas.

O **Capítulo 1** discorre sobre o contexto do estudo, explana sobre a natureza, objetivos, motivação para o desenvolvimento do trabalho. Disserta sobre os procedimentos metodológicos escolhidos, recursos humanos e financeiros empregados.

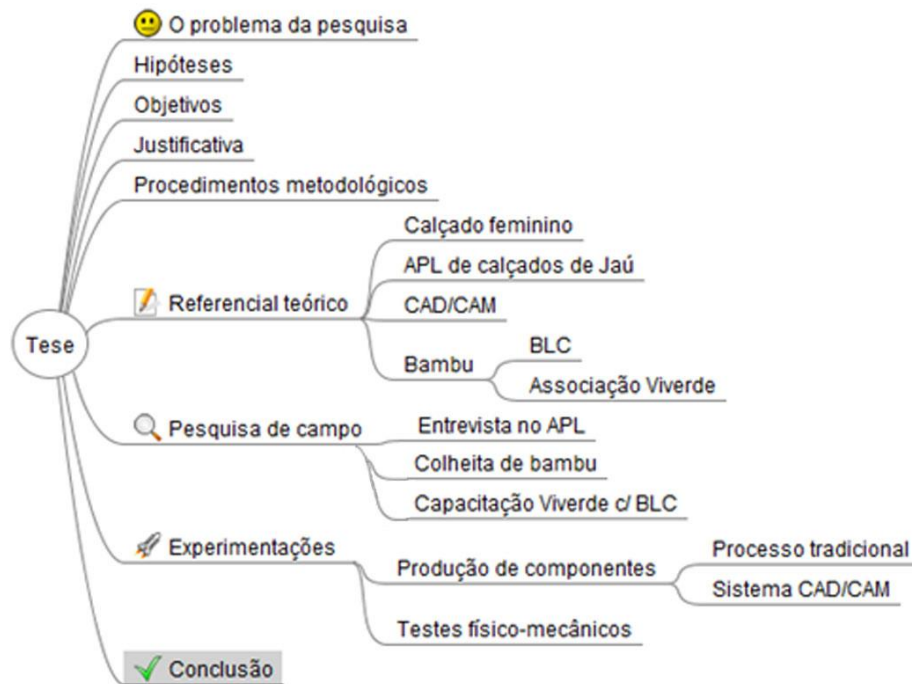
O **Capítulo 2** evidencia o contexto histórico e conceitual do calçado feminino, relacionando o APL estudado, assim como a modelagem tradicional e digital. Salienta sobre o bambu e suas aplicações, abordando determinadas características de tecnologias CAD/CAM.

São demonstrados no **Capítulo 3**, os resultados das entrevistas realizadas no APL de Jaú, tal como a preparação do BLC e a capacitação da mão de obra junto ao responsável pela Viverde (possível fornecedor). Ademais, são revelados os resultados dos ensaios físico-mecânicos realizados com saltos para calçados em BLC e madeira.

A conclusão apresenta-se no **Capítulo 4**, mediante as diretrizes para o design de componentes em bambu para calçados femininos. Estima-se sobre os aportes centrais do estudo e indica estudos futuros.

As etapas para a realização desta tese são representadas na Figura 1.

Figura 1 — Etapas para a realização da tese



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

1.2 O Problema da Pesquisa

Diante do anteriormente exposto, apresenta-se a seguinte questão que norteará a presente pesquisa: **“Que aspectos são relevantes para o designer integrar o bambu e as tecnologias contemporâneas no desenvolvimento de componentes para calçados femininos?”**

1.3 Hipóteses

Considerando-se a possibilidade de utilizar o bambu na fabricação de componentes para calçados femininos; tratando-se de como o design pode integrar as novas tecnologias e o bambu no desenvolvimento de produtos, o presente trabalho tem como ponto de partida as seguintes hipóteses:

1. **A utilização do sistema CAD/CAM no desenvolvimento de componentes em bambu para calçados, por meio do design, pode auxiliar na integração entre o fornecedor de produtos em bambu e a indústria calçadista;**

2. **O bambu laminado colado (BLC) pode ser um meio para a padronização do formato da matéria-prima, pois em seu estado natural, o bambu apresenta formato cilíndrico e em diâmetros variados. A laminação do bambu possibilita a utilização do mesmo em equipamentos de usinagem.**

1.4 Objetivos

Considerando-se o contexto apresentado, a presente tese tem como objetivos geral e específicos:

1.4.1 Objetivo geral

Apresentar diretrizes para a relação entre os sistemas CAD/CAM e o bambu, utilizando, como exemplo prático, o design de componentes para calçados femininos em bambu.

1.4.2 Objetivos específicos

Para responder aos questionamentos propostos e atingir o objetivo geral, o trabalho se desenvolveu apresentando como objetivos específicos:

1. Abordar a importância do salto para calçados femininos ao longo da história da moda, desde a Idade Média até o cenário contemporâneo;
2. Discorrer sobre a utilização do bambu em produtos de uso no mundo e no Brasil;
3. Investigar, selecionar tecnologias para o uso do bambu, propor o desenvolvimento de componentes em bambu para calçados femininos;
4. Comparar saltos em madeira e saltos em bambu por meio de testes físico-mecânicos;

5. Auxiliar uma associação rural na capacitação para a produção de componentes para calçados femininos em bambu;
6. Avaliar a evolução na P&D da indústria calçadista jauense desde 2000; verificar quais foram as principais inovações tecnológicas aplicadas ao APL estudado.

1.5 Justificativa

Ventura (2014) demonstrou os calçados desenvolvidos durante sua dissertação de Mestrado a fabricantes e consumidores de calçados femininos. Na ocasião, o bambu destacou-se como a matéria-prima mais interessante. Entretanto, o pesquisador foi questionado por fabricantes e consumidores sobre quando os componentes em bambu poderiam estar disponíveis no mercado e se havia algum fornecedor apto a atender à demanda do APL.

Os consumidores destacaram a leveza e qualidade estética do material, principalmente quando aplicado aos saltos de calçados femininos.

A presente tese se justifica por proporcionar uma experimentação quanto ao uso do bambu em desenvolvimento de componentes para calçados femininos, empregando saltos e ornamentos como exemplos práticos e alinhando-se ao fato de propor uma alternativa ao uso de derivados de fontes não renováveis para tais componentes.

A sustentabilidade se dá quando há um equilíbrio entre: social, econômico, ambiental, político e cultural. O ser humano deve consumir os recursos naturais de acordo com a possibilidade de haver renovação dos mesmos, ponderando-se acerca do bem-estar da população e das circunstâncias de sobrevivência da comunidade.

Complementa-se que o produtor rural deve ter condições para permanecer no campo, uma vez que a matéria-prima *in natura* apresenta um valor menor que a

matéria-prima processada. Sendo assim, o uso do bambu processado pode gerar uma renda extra ao produtor rural.

Ressalta-se, portanto, a importância de se desenvolver diretrizes para trabalhar com os conhecimentos sobre o uso do bambu no design de componentes para calçados femininos, especificamente os saltos, tanto no aspecto técnico-criativo, relacionado à idealização do produto, quanto no aspecto técnico-produtivo, relativo aos processos industriais.

1.6 Procedimentos Metodológicos

A pesquisa é um procedimento formal que compreende o raciocínio reflexivo. Esse ato propõe um tratamento científico, consiste na direção para se conhecer a realidade ou encontrar verdades fracionadas (LAKATOS e MARCONI, 2007).

Desse modo, a partir dos objetivos do presente trabalho, considera-se essa pesquisa como aplicada. Segundo Silva e Menezes (2005, p. 20), a pesquisa aplicada objetiva a geração de conhecimentos para aplicação prática. Envolve verdades e interesses locais, pois se pretende apresentar diretrizes para o design de componentes em bambu para calçados femininos.

Referindo-se à metodologia de pesquisa adotada, foram praticados métodos mistos que, de acordo com Sampieri (2014), configuram um conjunto de processos sistemáticos de pesquisa, envolvem a coleta e análise de dados quantitativos e qualitativos, tal como sua argumentação e associação para elaborar as deduções como produto das informações coletadas e lograr maior compreensão do fato em estudo.

Por conseguinte, sob a perspectiva da abordagem do problema, baseou-se nos elementos da pesquisa qualitativa, na qual Silva e Menezes (2005) citam que o pesquisador não se utiliza de técnicas e métodos estatísticos, e sim o ambiente natural é a fonte direta para a coleta de dados, no qual o pesquisador é o instrumento-chave,

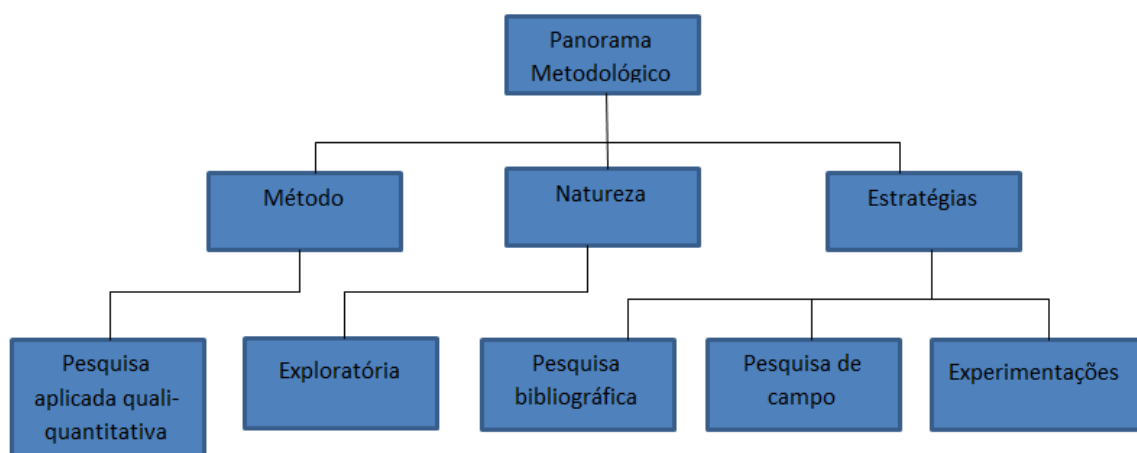
busca a compreensão do contexto por meio de suas experiências pessoais. Para a validação dos dados optou-se por empregar a pesquisa quanti-qualitativa, onde, segundo Sampieri (2014), o enfoque misto permite uma perspectiva mais abrangente.

Com o propósito de constituir bases teóricas e condições funcionais para a realização do presente trabalho, utilizou-se o método de natureza exploratória. Segundo Gil (2007), este tipo de pesquisa tem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, pretendendo torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. Geralmente, há o levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e estudam-se exemplos que auxiliam a compreensão.

Devido ao fato de tratar-se de uma averiguação de natureza exploratória, optou-se pela associação entre a pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo. Fonseca (2002) define essas pesquisas como: a pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto; já a pesquisa de campo se caracteriza pelas investigações, coleta de dados junto a pessoas, com o objetivo de se conseguir informações sobre um problema, para o qual se procura uma resposta.

Diante do exposto, a Figura 2 representa o panorama metodológico adotado.

Figura 2 — Organização da pesquisa



Fonte: Adaptado de Emídio (2018).

A pesquisa desenvolveu-se em três momentos: pesquisa bibliográfica; pesquisa de campo e experimentações.

1) Pesquisa bibliográfica: Como forma de auxílio ao desenvolvimento da tese, foi empregada durante todo o trabalho, fundamentando as hipóteses geradas durante a evolução do estudo.

Na pesquisa teórica, foram utilizadas palavras-chave, tanto em português quanto em inglês, relacionadas aos seguintes assuntos: design; calçado feminino; inovação na fabricação de calçados; componentes para calçados femininos; bambu; CAD; CAM; corte a laser. A pesquisa foi realizada em bancos de dados nacionais e internacionais, por exemplo: CAPES; Scielo; Scopus e Elsevier.

2) Pesquisa de campo: A investigação foi realizada nas regiões de Bauru e Jaú, cidades do Estado de São Paulo, sendo que as entrevistas aconteceram em Jaú e a confecção dos componentes em bambu foram efetuadas em Bauru.

A pesquisa de campo foi feita em duas fases, sendo a primeira, entrevistas com diversos agentes da cadeia produtiva do APL; e a segunda, preparação de material, capacitação de mão de obra para o desenvolvimento de componentes em bambu para calçados femininos.

Descrição das fases da pesquisa de campo:

- **Primeira fase:** optou-se pela realização de entrevistas com empresários do APL-Jaú. Foi aplicado questionário semiestruturado em dez empresas do APL e em uma instituição de ensino da mesma cidade, numa amostragem não probabilística, sendo que as empresas foram selecionadas por conveniência. Foram apresentados termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE) a todos os entrevistados, atendendo à Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde - CNS. A instituição de ensino é o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

(SENAI); já as empresas, as quais pediram para não haver identificação do nome fantasia, são apresentadas a seguir:

- 4 indústrias de calçados;
- 2 fornecedores de máquinas de corte;
- 1 ateliê de estilismo;
- 1 indústria de fôrmas para calçados;
- 1 indústria de saltos para calçados;
- 1 indústria de acessórios para calçados.

As principais questões abordadas nas entrevistas foram:

- Como era realizado o desenvolvimento de produtos desde o ano 2000?
 - Como é realizado o desenvolvimento de produtos atualmente?
 - As empresas de Jaú investem em pesquisa?
 - Quais as principais inovações tecnológicas?
 - A tecnologia melhorou na criação e processo produtivo?
 - Qual o tipo de salto que seu público prefere?
-
- **Segunda fase:** a preparação da matéria-prima a ser utilizada no estudo foi realizada em Bauru, especificamente no câmpus da UNESP, onde se encontram a plantação de bambu e o conhecimento no processo de transformação da matéria-prima, oriundos do Projeto Bambu. A área experimental agrícola da UNESP-Bauru conta com dezenas de espécies de bambu e o Departamento de Engenharia Mecânica da unidade tem um laboratório para o processamento do material. Derivada do Projeto

Bambu, a associação Viverde, à qual estão ligados os produtores rurais, dispõe de equipamentos para o processamento da matéria-prima. Seu barracão foi construído no assentamento rural Horto-Aimorés, em Bauru/SP. Apesar da Viverde possuir os equipamentos para a confecção do BLC, seus associados desconheciam os processos para a confecção do mesmo. O presidente da associação participou, juntamente com este pesquisador, de todos os procedimentos para a preparação do BLC e confecção dos componentes para calçados femininos. O próprio ficou encarregado de repassar esse conhecimento aos outros sete associados.

3) Experimentações: o parque industrial de Jaú possui histórico na produção de calçados femininos. No APL da cidade, existem fabricantes de componentes que atuam no desenvolvimento de saltos e ornamentos para calçados femininos. Recorrendo a essa experiência, três projetistas de indústrias de saltos e acessórios para calçados femininos do APL de Jaú auxiliaram o pesquisador na escolha dos componentes utilizados no estudo. Indicam-se a seguir os critérios para a seleção de cada componente produzido:

- **Salto plataforma (cepa) confecção tradicional:** foi escolhido esse tipo de salto devido ao alto grau de dificuldade na manufatura, à alta demanda, e por ser um modelo usualmente produzido no APL;
- **Ornamento produzido de forma tradicional:** o modelo foi determinado em razão da complexidade produtiva;
- **Ornamento produzido via fresadora CNC:** o modelo foi desenvolvido por causa da dificuldade na execução;
- **Ornamentos produzidos via corte a laser:** os modelos foram escolhidos por causa da dificuldade na execução e possibilidade de tornarem-se maleáveis após a confecção;

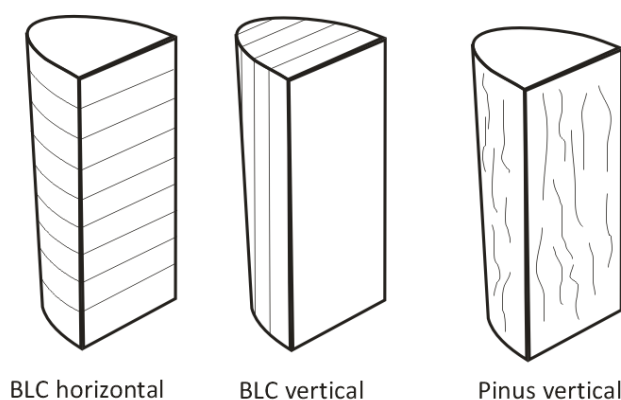
- **Salto Anabela via sistema corte a laser:** o modelo foi determinado devido ao alto grau de dificuldade na manufatura e à possibilidade de se exibirem gravações em suas laterais;
- **Salto para os testes físico-mecânicos:** o modelo de salto foi escolhido por ser o salto em madeira o mais vendido em uma determinada indústria de saltos para calçados femininos.

Os ensaios físico-mecânicos ocorreram em Franca, Estado de São Paulo, onde o SENAI conta com laboratório para ensaios químicos, físicos e biomecânicos, específico para a área calçadista.

Efetuaram-se testes segundo a NBR 15191:2012 (de determinação da resistência à fadiga por impacto), e conforme a NBR 15195:2015 (determinação da resistência ao arrancamento de pregos e parafusos) com os saltos para calçados.

Os adesivos empregados na produção dos corpos de prova foram: Titebond III - Ultimate Wood Glue e poliuretano (PU) à base de óleo de mamona da indústria Kehl, aplicados por meio de pincel. Selecionaram-se três corpos de prova para cada tipo de adesivo e posicionamento de lâminas (Figura 3).

Figura 3 — Posicionamento das lâminas do BLC e fibras da madeira



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Observação: os ensaios com o BLC horizontal e BLC vertical foram realizados distintamente entre os corpos de prova preparados com Titebond e poliuretano (PU) à base de óleo de mamona.

Os corpos de prova em madeira utilizados no ensaio foram adquiridos em uma empresa fabricante de saltos para calçado. O critério de seleção para o referido salto foi o de demanda, pois se trata de um dos modelos mais vendidos pelo fabricante.

A ABNT NBR 15191:2012 (de determinação da resistência à fadiga por impacto) estabelece o método para a determinação da resistência à fadiga em saltos destinados a calçados femininos e o ensaio é realizado da seguinte forma:

- Um pêndulo desce em queda livre e retorna ao ponto inicial de uma peça giratória aplicando golpes repetidos a intervalos de aproximadamente um segundo;
- Uma cabeça pendular produz um impacto de aproximadamente 0,68 J quando o pêndulo cai a partir da posição horizontal e bate no corpo de prova; a massa do pêndulo quando na horizontal é de 455 g;
- São executados 14.400 ciclos em cada corpo de prova (equivalente a quatro horas de ensaio);
- São testados três corpos de prova para cada ensaio; a temperatura do laboratório no momento do ensaio deve ser de $23^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$.

A ABNT NBR 15195:2015 estabelece o método para a determinação da resistência do material ou força de remoção do prego e/ou parafuso do salto. Esse teste utiliza-se de uma máquina de tração com velocidade de afastamento entre as pinças regulada em $100 \pm 10 \text{ mm/min}$. São fixados seis pregos ou parafusos em cada salto, sendo que aproximadamente 2 mm destes elementos fiquem expostos, como exibe a Figura 4.

Figura 4 — Fixação de parafusos ABNT NBR 15195:2015



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Como a ABNT NBR 15195:2015 não determina os equipamentos e tipos de parafusos na preparação dos corpos de prova, as descrições a seguir relatam especificamente a preparação dos corpos de prova desta pesquisa:

- Os corpos de prova foram perfurados com uma broca de 3,5 mm de diâmetro; foram utilizados parafusos de 4,2 mm x 15 mm. Esses parafusos foram inseridos por meio de parafusadeira Bosch 9,6 v, com o torque regulado na posição nº 1; cerca de 13 mm de cada parafuso penetrou no corpo de prova.

1.7 Recursos Humanos

Participou da pesquisa José Maria Rodrigues, que atualmente é presidente da Viverde, associação de assentados rurais que faz uso do bambu para a geração de renda. Essa associação está vinculada ao projeto Bambu, coordenado pelo Professor Doutor Marco Antônio dos Reis Pereira. O presidente da associação contribuiu tanto na colheita do bambu, como no processamento da matéria-prima.

Tratando-se dos aspectos técnicos, três profissionais da área calçadista (sendo dois modelistas técnicos e um designer) colaboraram na escolha dos componentes de calçado feminino a serem produzidos, e um confeccionador de maquetes de saltos

para calçados femininos auxiliou na capacitação de um dos integrantes da Viverde sobre a confecção desses componentes.

1.8 Recursos Materiais

Dentre as principais matérias-primas a serem aplicadas nesta tese, destaca-se o bambu laminado colado (BLC). O poliuretano à base de óleo de mamona foi utilizado como adesivo para unir as lâminas de bambu. O adesivo foi doado pela KEHL® Indústria e Comércio LTDA – ME e o BLC foi doado pela associação Viverde.

Na confecção do BLC foram utilizados equipamentos como: serra circular dupla e torno, exibidos na Figura 5, serra circular e serra de fita (Figura 6), prensa hidráulica (Figura 7), entre outros.

Figura 5 — Serra circular dupla e torno



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Figura 6 — Serra de fita



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Figura 7 — Prensa hidráulica



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Na UNESP de Bauru, no Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos (CADEP), foi utilizada uma fresadora CNC, apresentada na Figura 8.

Figura 8 — Fresadora CNC Roland MDX 540



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

No APL de Jaú foram utilizados equipamentos no processamento do BLC, como por exemplo, impressora 3D – ZPrinter 650, exibida na Figura 9, e máquina de corte a laser (Figura 10).

Figura 9 — Impressora 3D - ZPrinter 650



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Figura 10 — Máquina de corte a laser - Marca Futurize - DJ-6040 - Potência 150 W



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Para a confecção do BLC foi utilizado um adesivo em poliuretano à base de óleo de mamona, aplicado na proporção de duas partes de polioliol e uma parte de isocianato. Foram utilizadas seringas de 10 ml para a medição e a aplicação deu-se por meio de pincéis.

Os ensaios físico-mecânicos foram realizados no SENAI. A Figura 11 mostra o equipamento de determinação da resistência à fadiga por impacto.

Figura 11 — Determinação da resistência à fadiga por impacto



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

1.9 Recursos Financeiros

Tratando-se da viabilidade econômica para o desenvolvimento da tese, não foram utilizados recursos de fomento. Os recursos obtidos foram por meio de parcerias.

Para tratar a exequibilidade técnica, foram realizadas parcerias entre a Viverde e empresas fabricantes de componentes para calçados femininos do APL de Jaú. Também participaram do projeto: SENAI de Franca e UNESP de Bauru, Cidades do Estado de São Paulo.

2 REVISÃO TEÓRICA

A teorização teve o propósito de nortear o autor sobre a relação entre o calçado e o estado da arte de determinadas tecnologias que envolvem o desenvolvimento de produtos. Na Figura 12, apresenta-se a evolução histórica do calçado e das tecnologias para a fabricação do mesmo.

Figura 12 — Histórico da evolução do calçado e tecnologia

	Calçados		Tecnologias
Pré-história	Primeiros calçados de couro (Nigéria)		Técnicas primitivas de curtimento e tingimento de peles
Idade antiga	Calçados planejados para atividades (Grécia - 1875-520 a.C.)		Início do ciclo tecnológico do couro (bovino) e surgimento do curtimento vegetal (África - 8000 - 4000 a.C.)
Início da Era Cristã	Ascensão dos artesãos calçadistas e valorização do couro (Europa - 1000 d.C.)		Primeiro curtidor oficial (Monte Sinai - 2200 a.C.)
Idade Média	Bicos alongados e saltos altos para homens e mulheres da alta sociedade		Processo de classificação de peles de Colbert (1660 d.C.)
Exploração de novas colônias	Início da produção de calçados por meio de máquinas (França - 1900 d.C.)		Queda no uso comercial de couros (1900 d.C.)
Período industrial	Criação do salto alto e fino (Stiletto) (França - 1955 d.C.) Utilização de materiais sintéticos		Início do curtimento utilizando-se o cromo como acelerador (1870 d.C.) Utilização de pino em metal para a estruturação de saltos altos e finos
Pós 2ª Guerra	Criação de peles sintéticas imitando couros exóticos (1980)		Início dos processos alternativos de curtimento
Atual	Calçados personalizados, sustentabilidade em ascensão no mundo da moda		Impressoras 3D Sistema CAD/CAM Materiais com nanotecnologia

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2004) e atualizado por Flávio C. Ventura.

2.1 O Calçado Feminino

Os calçados sempre tiveram uma função básica: a proteção dos pés. Um sapato com cerca de 10 mil anos foi encontrado na região de Oregon – EUA, feito com corda trançada, como exhibe a Figura 13. No que se refere aos calçados femininos, foram transformando-se ao longo dos anos, adquirindo novas configurações de design.

Figura 13 — Calçado feito de corda trançada - 10 mil anos



Fonte: Choklat (2012, p. 10).

O calçado feito de corda trançada demonstra a “herança da inovação em design e materiais” (CHOKLAT, 2012 p. 10). O mais antigo calçado de couro conservado foi encontrado em uma caverna na Armênia, com cerca de 5 mil anos (indicado na Figura 14). Sua aparência é similar ao mocassim; possui uma tira de couro e é revestido com feno, demonstrando a similaridade com alguns aspectos contemporâneos como, por exemplo, o conforto.

Figura 14 — Calçado em couro - 5 mil anos

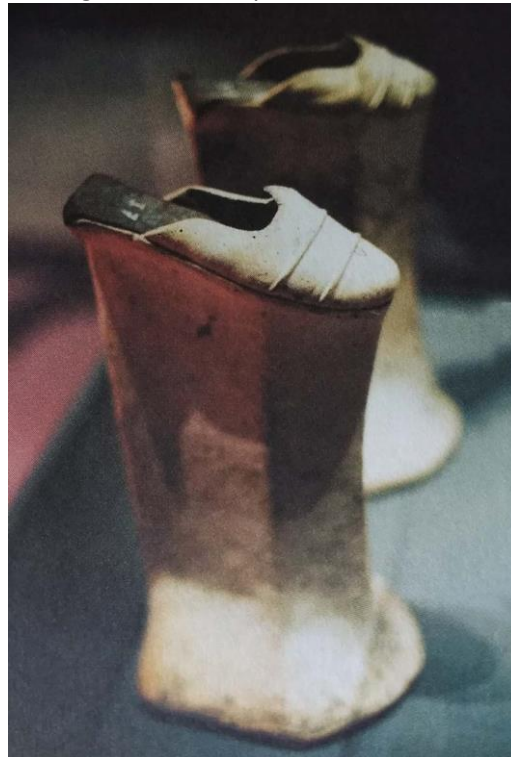


Fonte: Choklat (2012, p. 10).

Pode-se dizer que houve um paralelo entre o desenvolvimento de materiais e a evolução dos calçados. É possível verificar, entre os séculos X e XV, com o modelo de bico rasteiro, a valorização estética do produto. Os bicos dos calçados eram proporcionais às classes sociais, de tal modo que, quanto mais pontudos, maiores eram os valores na escala social (VARGAS, 2011).

Os calçados antigos denominados *Chapins*, eram plataformas utilizadas para tornar as mulheres mais altas, muitas vezes com até 50 centímetros de altura, como retrata a Figura 15, o que prejudicava o movimento de caminhar (CHOKLAT, 2012).

Figura 15 — *Chapins* do século XVI



Fonte: Choklat (2012, p. 12).

Os saltos para calçados têm relevância na história da moda. De acordo com Carrasco (1995), no século XVI, a França ditou moda com relação aos calçados, por exemplo, utilizando-se do ressurgimento dos saltos demonstrados na Figura 16; nesse período, até os homens começaram a usar saltos. Em Veneza, na Itália, no século XVIII, o salto bem alto utilizado pelas mulheres representava nobreza e distinção. E no

século XIX, as botas com saltos, abotoaduras e enfeites simbolizaram o início da moda de calçados femininos.

Figura 16 — Calçados do século XVI



Fonte: Choklat (2012, p. 13).

Até o final do século XVIII, o calçado era fabricado pelo artesão. No início do século XIX, iniciou-se a fabricação em série do calçado quando eram fabricadas várias réplicas de um mesmo modelo, podendo variar a cor e tamanho. Logo após, o calçado que era fabricado de modo artesanal, passou a ser industrial (CARRASCO, 1995).

Em Paris, na segunda metade do século XIX, nascia a alta-costura. Melhores calçadas e a pavimentação das ruas permitiram às mulheres caminhar novamente com saltos altos. Nesse período configurou-se a aparência do calçado contemporâneo (CHOKLAT, 2012).

Os saltos foram reintroduzidos no calçado feminino no final da década de 1850. Durante a década de 1920, os saltos curtos e curvos ficaram mais altos e retos. Na década de 1930, Salvatore Ferragamo reviveu o chopine, usando cortiça para criar solas de plataforma. O salto alto e cônico permaneceu na moda de 1920 até 1950, com apenas mudanças sutis na forma, até que um salto alto e esguio com um pino de metal foi criado e denominado como Stiletto, também conhecido como Salto Agulha.

Após a Segunda Guerra Mundial, um grupo de cientistas e pesquisadores se reuniu na Inglaterra com o propósito de discutir melhorias na adaptação do trabalho

ao homem, formalizando assim a Ergonomia (IIDA, 2005). A preocupação com a ergonomia deu origem a estudos sobre o potencial risco gerado por calçados de salto alto. Apesar da ergonomia ser relevante, não é o foco desta tese.

Durante as décadas de 1960 e 1970 houve um movimento no sentido de um vestuário unissex. Atualmente o calçado feminino destaca-se do masculino, acompanhando a tendência de diferenciação entre os dois sexos (HOLLANDER, 1996).

Os anos 2000 definem a moda dos saltos como multiplicidade: saltos grossos, saltos baixos, quadrados, redondos, praticamente todos os tipos se apresentam no mercado (WALFORD, 2018).

Carrasco (1995) afirma que a revolução que está vivendo a indústria se baseia, precisamente, na modificação de processos, chegando a uma simplificação que pode anular antigas seções consideradas imprescindíveis (CARRASCO, 1995). Isso pode ser confirmado atualmente na área calçadista: o CAD revolucionou o setor de modelagem, pois as peças são enviadas diretamente do computador para a máquina de corte, dispensando-se os antigos modelos em papelão.

A industrialização no século XX proporcionou grande avanço na indústria de calçado. Os jovens norte-americanos utilizavam calçados emborrachados - originalmente desenvolvidos para a prática de esportes - no dia a dia. Já na Europa, devido à escassez de matéria-prima gerada pelas duas grandes guerras, os calçados inovadores utilizavam-se de materiais naturais, como palha e madeira (CHOKLAT, 2012).

Segundo Choklat (2012), em 1942, o designer de calçados Salvatore Ferragamo inventou o Anabela, um tipo de salto que vai desde a parte do calcanhar até planta do pé, exposto na Figura 17, invenção considerada original e atual.

Figura 17 — Salto Anabela (1942), de Salvatore Ferragamo



Fonte: Choklat (2012, p. 14).

No início do século XXI houve valorização do design de calçados, segundo Choklat (2012). A série de TV *Sex and the City* levou os sapatos ao topo da lista de itens obrigatórios de moda. A Figura 18 retrata um modelo com penas, design de Stuart Weitzman, que traduz o espírito da geração *Sex and the City*.

Figura 18 — Calçado contemporâneo



Fonte: Choklat (2012, p. 16).

Atualmente, devido ao grande acúmulo de lixo e excesso de produtos plásticos, a utilização de materiais naturais no calçado, como por exemplo, o bambu, pode

atender a um mercado específico, que se preocupa com a sustentabilidade do planeta, lembrando que a sustentabilidade não é somente ambiental, mas também econômica e social.

A moda rápida, também conhecida como *Fast Fashion*, gera a diminuição de recursos naturais e aumento de desperdício. A moda lenta, conhecida como *Slow Fashion*, surge como novo modelo que intervém no processo contemporâneo, propondo um conceito compassado na indústria da moda, focado nas necessidades humanas, conscientização e responsabilidade. É possível reconstruir um ritmo saudável de produção, permitindo tempo suficiente para a terra se regenerar entre os ciclos de produção (FLETCHER, 2008).

Dentro do conceito *Cradle-to-Cradle* (do berço ao berço), McDonough e Braungart (2002) argumentam que o design pode eliminar resíduos por meio da engenhosidade humana. Um produto, quando atinge o final de sua vida útil, pode servir como matéria-prima para outro. Dessa maneira, os ciclos industriais tornam-se fechados. Conforme Löbach (2001), os produtos devem ser projetados de modo que os elementos estéticos, tais como cores, formas, textura, sons, entre outros, relacionem-se entre si de forma harmoniosa. A função estética é, geralmente, a primeira a atrair e provocar alguma sensação física ao usuário.

O design ainda possui funções simbólicas que são capazes de provocar emoções independentes da experiência com o produto. O artigo que possua esta função pode associar o usuário a uma ideia ou conceito. No caso das funções práticas, relacionam-se à usabilidade do produto, como por exemplo, o conforto, e também com questões ergonômicas. Desse modo, o artefato apresenta uma funcionalidade (LOBACH, 2001).

Tratando-se das novas tecnologias, Vicente (2016) cita que nos últimos anos as impressoras 3D proporcionaram uma revolução no processo produtivo. Janne Kytanen, por exemplo, desenvolveu uma linha de calçados femininos para serem impressos em 3D - a cliente pode fazer o *download* na própria casa (Figura 19).

Figura 19 — Modelo impresso em 3D (Janne Kytтанen)



Fonte: Cubex apud Vicente (2016).

A impressão em 3D é uma área em expansão - a medicina está sendo beneficiada e o design de moda auxiliado esteticamente. É possível realizar a fusão entre a tradição e inovação, pois as tecnologias de impressão 3D estão sendo melhoradas a cada dia. O design de calçados pode fazer uso desse artifício, por trata-se de um produto complexo, com muitos componentes, cada um desses apresentando função específica, tanto com relação ao conforto quanto ao nível estético (VICENTE, 2016).

2.1.1 O Arranjo Produtivo Local de Jaú

Arranjos Produtivos Locais (APL) ou Sistemas Locais de Produção (SLP), são aglomerações de empresas de pequeno e médio porte capazes de gerar um conjunto de benefícios aos produtores, exercendo um papel importante para o aumento da competitividade (SUZIGAN et al., 2003). Tais vantagens competitivas são, basicamente, de duas naturezas: primeiro, em virtude do processo de divisão do trabalho e da especialização dos produtores verificados nas aglomerações e, segundo, a concentração geográfica é capaz de proporcionar economias externas à firma que são

apropriadas pelo conjunto dos produtores, mesmo que de forma assimétrica (SUZIGAN et al., 2001).

Os APL(s) são concentrações territoriais e setoriais de agentes econômicos, políticos e sociais em torno de uma atividade econômica específica, nas quais se estruturam vínculos e relações de interação, interdependência, cooperação e aprendizagem, voltadas para o enraizamento da capacitação inovativa contínua, essencial para geração de competitividade e sustentabilidade dos seus membros, como também para a promoção do dinamismo econômico local da região em que o APL está inserido, diminuindo as disparidades intra e inter-regionais (GONÇALVES, LEITE e SILVA, 2012, p. 833).

Os APL podem ser definidos como um tipo de rede de cooperação¹, normalmente formada por pequenas e médias empresas, geograficamente próximas, e cujas relações acontecem por possuírem capacidades semelhantes (SILVA & HEBER, 2014).

Inserido neste contexto teórico, tem-se como exemplo, o município de Jaú (Estado de São Paulo, distante 300 quilômetros da capital), que abriga uma concentração de empresas produtoras de calçados femininos com especialização em produtos feitos em couro, além de empresas fornecedoras da cadeia de suprimentos, instituições de ensino de apoio técnico e financeiro, entre outras empresas que caracterizam como um APL.

As indústrias mais antigas do polo calçadista de Jaú surgiram entre o final da década de 1940 e 1970. Conforme Contador Jr. (2004), os empresários considerados precursores, produziam calçados femininos e os funcionários que saíam destas fábricas, montavam suas próprias empresas, entrando também no mesmo ramo.

¹ A cooperação entre as empresas e destas com outros agentes é elemento essencial para o desenvolvimento das pequenas empresas presentes nos APL(s), o que foi mostrado inclusive estatisticamente no polo calçadista do Vale dos Sinos (SCHMITZ, 1998 e SUZIGAN et al., 2003).

Assim, a multiplicação de empresas de calçados em Jaú esteve intimamente ligada à especialização da mão de obra disponível e à possibilidade que muitos tiveram de deixarem de ser operários e se tornarem empresários.

Apesar de ter mais de 70 anos de história, o conjunto de empresas da região da cidade de Jaú começou a ser chamado de APL de Calçados Femininos somente em 2003, quando passou a ser sustentado por meio das parcerias entre o Sindicato da Indústria de Calçados (Sindicalçados), com apoio técnico e financeiro do SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas) e diferentes instituições como: Prefeitura Municipal de Jaú, SENAI, SENAC, FATEC-Jahu, IPT, UFSCAR, UNESP, Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couro, Calçados e Artefatos (ASSINTECAL), FIESP, CIESP, MDIC (Ministério do desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior), CSPD (Centro São Paulo Design), entre outros, passando a se organizar principalmente nas áreas de inteligência competitiva e gestão (SINDICALÇADOS DE JAÚ, 2014).

No decorrer das décadas de 1990 e 2000 houve abertura e fechamento de inúmeras fábricas, em função da falta de recursos financeiros (capital de giro) e da pouca diferenciação do produto final, fazendo com que as empresas aparecessem, crescessem e não atingissem estabilidade, vindo a fechar as portas antes mesmo de ampliar seu mercado e muito menos consolidar sua marca (CONTADOR JR., 2004).

A Tabela 1 demonstra que o número absoluto de empresas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) Div - Preparação de Couros e Fabricação de Artefatos de Couro, Artigos para Viagem e Calçados, envolvidas no setor calçadista de Jaú diminuiu nos últimos anos, mantendo patamares iguais em 2006 e 2012 (380 empresas), apesar de ter alcançado 465 em 2008, ano da crise das hipotecas americanas.

Tabela 1 — Tamanho dos estabelecimentos do setor calçadista de Jaú (2006-2012)

N ^o de funcionários	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0 empregado	38	46	60	61	52	59	62
1 a 4	91	103	142	145	123	106	86
5 a 9	61	57	59	57	68	71	65
10 a 19	67	58	76	52	71	63	63
20 a 49	86	88	78	83	78	85	71
50 a 99	31	38	36	36	50	25	23
100 a 249	13	15	14	14	12	13	9
250 a 499	1						1
Total	388	405	465	448	454	422	380

Fonte: Elaborado por Flávio Cardoso Ventura segundo dados do RAIS-MTE (2014).

A grande maioria (97%) é de micro e pequenas empresas (até 99 funcionários), segundo classificação do Sebrae², sendo que 72,6% das empresas tinham até 19 empregados em 2012.

A produção de calçados em Jaú é definida por um processo de trabalho intensivo em mão de obra, com tecnologia de produção de grande conteúdo artesanal, caracterizada essencialmente por pequenas e microfábricas de calçados (COSTA, 1993; HOFFMANN, GREGOLIN e OPRIME, 2004).

A cultura empresarial do APL está baseada no antigo sistema fordista de produção, com forte presença do trabalho manual, sem a preocupação com políticas de recursos humanos e diferenciação do produto (OLIVEIRA e GARCIA, 2001).

Diferenciar o produto, investir em design e marca são algumas das alternativas percorridas para que o calçado brasileiro possa enfrentar a concorrência externa (KLEIN, 2008). Hoffmann, Gregolin e Oprime (2004), recomendaram o desenvolvimento aos empresários do APL de Jaú em gestão empresarial, especialmente em marketing, finanças, custos e integração entre os agentes locais (empresas e instituições).

² O SEBRAE possui definição própria para as empresas segundo o porte que combina o número de pessoas ocupadas. Assim, foi definida como microempresa a empresa industrial com até 19 pessoas ocupadas, e pequena empresa com 20 a 99 pessoas ocupadas. As empresas de tamanho médio são aquelas que possuem de 100 a 499 pessoas ocupadas e as grandes com mais de 500 pessoas ocupadas.

Com respeito à qualificação da mão de obra, destaque deve ser dispensado à unidade local do SENAI, dedicada ao treinamento. Outro ponto importante foi a criação do Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Produção de Calçados, criado em 2006, na Fatec-Jahu, vinculado ao Centro Paula Souza, mantido pelo governo do Estado de São Paulo, além das escolas de pesponto nos bairros, financiadas pela prefeitura, inteiramente gratuitas.

O APL passou a ter um escritório da ASSINTECAL, entidade representativa das indústrias de componentes de calçados que colocou Jaú no calendário nacional do Fórum de Design.

O SENAI/Jaú criou um departamento de design que presta consultoria e assessoria em moda para as indústrias, além da montagem do laboratório credenciado de ensaios físico-mecânicos de calçados, que garante a qualidade da matéria-prima e do produto final.

Na área de gestão ambiental, os resíduos da produção (retalhos de couro, principalmente), passaram a ter destino certo e a ser enviados para um aterro em Paulínia/SP, distante 200 quilômetros de Jaú/SP, via malha rodoviária. Desde 2005, com o apoio da Financiadora de Inovação e Pesquisa (Finep), juntamente com pesquisadores da Fatec-Jahu e do Centro de Caracterização em Materiais (CCDM) da Universidade Federal de São Carlos (UFsCar), o APL criou o projeto Jaú Recicla, que buscou destino mais nobre para o lixo industrial, objetivando a criação de novos compostos de materiais provenientes do couro descartado.

As parcerias entre o poder público, sindicatos, centros comerciais e centros de capacitação e ensino são fundamentais para a geração de renda e competitividade de um APL (OLIVEIRA, 2013).

Recomenda-se que nos APL(s) existam ações de otimização de processos, implantando-se planejamento; operacionalização da produção por meio de tecnologias CAD/CAM; plano de corte e descarte de materiais; gestão de estoques;

enfim, um planejamento de toda a cadeia, em todo o ciclo de vida do produto (OLIVEIRA, 2013).

As recomendações dos autores que pesquisaram APL são ações como a implantação de tecnologia e investimento em design, o que corrobora com esta pesquisa, pois pretende-se apresentar diretrizes para a utilização do bambu e o sistema CAD/CAM no desenvolvimento de componentes para calçados, podendo gerar uma identidade ao design dos calçados do APL.

2.1.2 Pesquisa e desenvolvimento de componentes

As coleções de moda, geralmente, são desenvolvidas por meio de temas com os quais espera-se que o público-alvo se identifique e assim pode-se despertar o pertencimento.

O reconhecimento pessoal pode transformar a identificação do consumidor com o vestuário em estímulo de compra, pois além do aspecto funcional existe um componente simbólico causado por meio do design emocional (GARCIA, 2007).

Os produtos de moda podem representar os aspectos das raízes culturais de um povo. O designer é capaz de suscitar a sensação de pertencimento às pessoas por meio do projeto de um produto, podendo gerar estímulo de compra (HATADANI e REZENDE, 2017).

As questões étnicas influenciam a identidade de um povo; essa influência é gerada por diversas referências culturais, uma vez que cada cultura possui uma originalidade que a diferencia das demais (VILLAS-BOAS, 2002). O uso de materiais naturais como o bambu, por exemplo, em calçados femininos, pode ser visto como um aspecto positivo, pois antigamente esse artefato era utilizado em cestos e utensílios domésticos. Então, o consumidor pode resgatar a cultura dessa matéria-prima por meio da aplicação da mesma em diferentes produtos, havendo assim um reconhecimento cultural.

A pesquisa de tendências é uma fase relevante no que se refere à moda; no entanto, em parte das empresas de calçados femininos nacionais, a questão da cópia não difere muito, até porque o fabricante prefere esse procedimento a tentar arriscar na maioria dos casos. Algumas fábricas contratam serviços terceirizados para realizarem essa etapa, mas, por muitas vezes, também realizam a cópia de modelos de sucesso no mercado internacional, que são aproveitados com algumas pequenas alterações no seu processo de design.

Segundo Vargas (2011), as principais funções do setor de criação e modelagem são as que tratam do desenvolvimento das fôrmas. Elas são a base da construção de um calçado. Nessa etapa, são realizados os testes visando a um bom calce e design estético do calçado. Outro passo importante é a seleção dos materiais, pois cada um apresenta características físico-mecânicas particulares, e isso pode influenciar no processo produtivo. A evolução tecnológica, tanto dos processos produtivos quanto dos materiais, contribuiu para maior agilidade de fabricação, diminuição de custos, melhoria da qualidade e também em um menor impacto ambiental.

A utilização do couro como matéria-prima apresentou significativa diminuição nas últimas décadas, pois muitas empresas estão trabalhando com materiais sintéticos, provavelmente devido ao menor custo e melhor aproveitamento da matéria-prima. Os materiais sintéticos são homogêneos, enquanto o couro apresenta irregularidades, tanto em simetria quanto em qualidade e acabamento.

Uma das inovações realizadas nos calçados foi a utilização de solados em borracha natural em vez de solados em couro; no entanto, devido ao alto custo, a borracha foi substituída por matérias sintéticas como EVA, utilizado pela primeira vez em 1960. Posteriormente, foram utilizados outros materiais como PVC, PU e TPR (LEITE, 2007).

A inovação também ajudou no processo da evolução tecnológica. De certo modo, pode-se afirmar que o calçado é um produto segmentado tanto pelo mercado

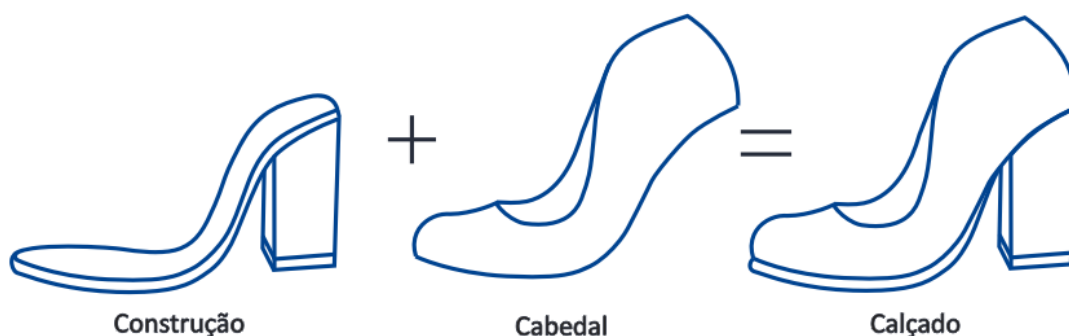
consumidor quanto pelos materiais empregados. Essa variedade de segmentos explica o crescimento, a entrada e permanência de tantas empresas de calçados no Brasil com diversos tipos de tecnologias, qualidades e eficiência no ramo, sendo que cada uma possui seu modo de tecnologia, desde a bem avançada, até a de modo manual (LEITE, 2007).

2.1.3 Constituição básica do calçado

Os calçados são formados por duas partes principais: a parte inferior, denominada construção, e a superior, denominada cabedal. Essas duas partes se subdividem em outras partes. Referindo-se sobre os componentes de um calçado que o designer deve conhecer e entender, Choklat (2012) menciona: cabedal; forro; enfranque; palmilha de montagem; solado e salto.

O cabedal refere-se a toda parte superior do sapato; a construção é o nome da parte inferior (Figura 20), sendo: sola, salto, tacão e palmilha de montagem. Em caráter estético, o cabedal refere-se a uma das partes que mais influenciam a decisão de compra do cliente, por ser a mais visualizada. A parte denominada gáspea é a parte da frente deste componente.

Figura 20 — Construção e cabedal do calçado feminino

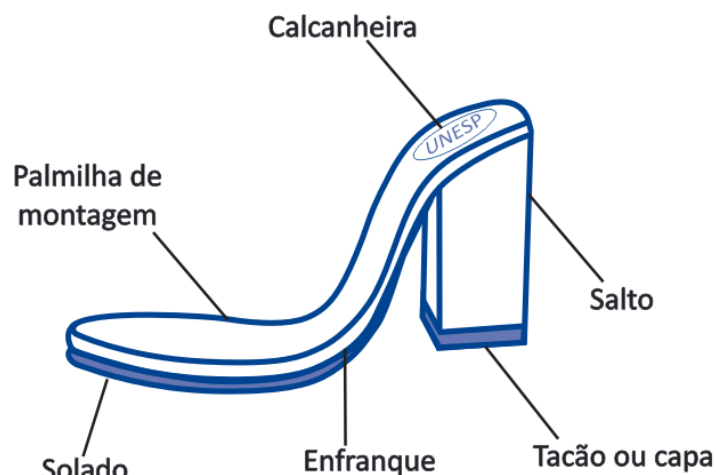


Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

O forro corresponde à parte interna do cabedal. Dependendo das tendências de moda são acrescentados aviamentos que podem causar pressão na região do calcanhar; portanto, deve-se ter muito cuidado em relação à estética dessa parte, pois a borda da parte traseira do cabedal pode gerar desconforto nos pés devido ao atrito com o calçado durante a marcha (CHOKLAT, 2012).

No que diz respeito à parte inferior do calçado, a construção compreende o conjunto de componentes que representam a interface com o solo (Figura 21). Por sua vez, a calcanheira é a região do calce do pé, geralmente onde é inserida a marca do calçado. A alma fica interna à palmilha, serve como apoio entre o salto e a parte anterior do calçado. Ela, porém, é usada somente em sapatos de salto alto.

Figura 21 — Nomenclaturas da construção (parte inferior do calçado)



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

“O salto é fundamental para o apoio, equilíbrio e estética do calçado. Para a linha feminina é um detalhe básico no aspecto da moda” (SCHMIDT, 2005 p. 343).

Apresentam-se na Figura 22 os principais tipos de saltos para calçados femininos, sendo três selecionados como os principais objetos a serem desenvolvidos com o bambu: o salto Plataforma, o salto Anabela e o salto Quadrado. Esses modelos foram escolhidos por apresentarem grande volume de material, e ainda, segundo indústria fornecedora de saltos em madeira para calçados femininos no APL de Jaú, estão entre os modelos mais vendidos - o tipo Quadrado é o mais comercializado entre

os três. Acredita-se que outros protótipos também poderiam ser feitos com o BLC (sem a necessidade de reforços estruturais), como por exemplo, os saltos: Cubano; *Flat*; Geométrico e Cone. No entanto, os saltos mais finos não seriam recomendados, pois necessitariam de reforços estruturais.

Figura 22 — Tipos de saltos



Fonte: Pinterest³.

2.1.4 Modelagem tradicional de calçados femininos

Atualmente, no APL de Jaú, são realizadas modelagens de cabedais de duas maneiras: a tradicional, também conhecida como manual, e a modelagem digital, realizada por meio de *softwares*, a serem apresentados a seguir. A modelagem digital vem ganhando adeptos no APL, pois segundo um fornecedor de *software* CAD para calçados, estima-se que mais de 50 empresas se utilizam desse recurso.

Modelagem manual

O modelo é desenhado na fôrma nº 35. Essa numeração é utilizada como tamanho “base” para a produção do calçado feminino no Brasil, referindo-se a 35 pontos franceses. Um ponto francês equivale a $\frac{2}{3}$ de 1 centímetro, representando 6,66 milímetros. A Figura 23 expõe a fôrma encapada com fita crepe.

³ Disponível em: < <https://br.pinterest.com/pin/544372673693876704/>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

A fôrma é um objeto tridimensional (3D), apresenta dimensões nos eixos X, Y e Z. As peças que servem de modelo para corte do calçado são bidimensionais (2D), apresentam os eixos X e Y. O processo de encapar a fôrma serve para visualizar o modelo e, principalmente, para que as peças sejam planificadas, isto é, passem de 3D para 2D.

Figura 23 — Modelo desenhado na fôrma



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

O modelo é desenhado na fôrma, em seguida, é planificado em uma cartolina, apresentado na Figura 24. Deve-se ter cuidado para não haver excesso de rugas, que podem influenciar nas dimensões reais das peças. Posteriormente são destacadas as partes que compõem o calçado, tais como: corte, forro e couraça.

Figura 24 — Modelo planificado



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Em seguida, confecciona-se um protótipo físico, caso aprovado e vendido, o mesmo é escalado. A escala é a confecção dos demais números que irão compor a grade de numeração, por exemplo, do nº 33 ao nº 39.

Quando um modelo é escalado para corte manual, em vez da cartolina, o modelo é engrossado em uma espécie de papelão com 3 milímetros de espessura, como ilustra a Figura 25.

Figura 25 — Modelo em papelão



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

2.1.5 Corte tradicional de calçados femininos

Após a confecção dos modelos em papelão, as peças que compõem o calçado são cortadas manualmente, como apresenta a Figura 26.

Figura 26 — Corte manual



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Algumas empresas, quando se trata de fabricação em larga escala, optam geralmente, pela confecção de navalhas, sendo utilizado o sistema de corte mecânico, por meio de prensa hidráulica, como apresenta a Figura 27.

Figura 27 — Corte por meio de navalhas



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Atualmente existe também o corte computadorizado, mas para isso ocorrer é necessário realizar a modelagem digital por meio de *software* CAD específico para o desenvolvimento de calçados.

2.1.6 Modelagem tradicional de saltos para calçados femininos

O calçado número 35 utiliza o salto base 2, conseqüentemente, essa é a primeira base a ser produzida. A Tabela 2 aponta a relação entre a numeração do calçado e sua respectiva base.

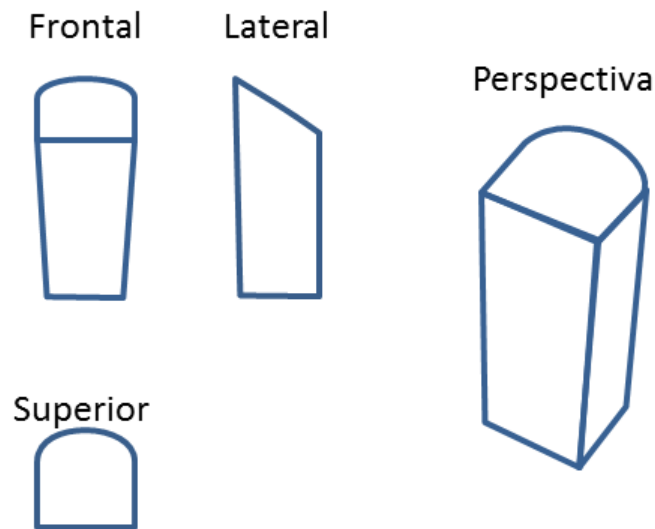
Tabela 2 — Relação entre o número dos calçados e as bases dos saltos

Número do calçado	33	34	35	36	37	38	39	40
Base do salto	1	1	2	2	3	3	4	4

Fonte: Schmidt (2005).

A Figura 28 expõe as vistas que, geralmente, são utilizadas na modelagem tradicional de saltos para calçados femininos.

Figura 28 — Vistas do salto



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

A vista superior é denominada “base” ou bandeja do salto. Para o desenvolvimento do mesmo, recomenda-se a diferenciação entre o calçado aberto (por exemplo, sandália) (Figura 29) e o calçado fechado (por exemplo, *scarpin*) (SCHMIDT, 2005).

Figura 29 — Componentes - desenvolvimento de saltos para calçados abertos



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Referindo-se aos calçados fechados, é necessário haver a montagem prévia do mesmo (Figura 30), antes da modelagem do salto, pois essas características podem influenciar nas dimensões da base do salto.

Figura 30 — Componentes - desenvolvimento de saltos para calçados fechados



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

O processo de desenvolvimento de saltos para calçados femininos, geralmente, tem início por meio de uma foto ou desenho do salto a ser confeccionado. O perfil do salto é desenhado sobre uma cartolina, retratado na Figura 31, mas deve ser realizado um desenho técnico em escala 1:1. Para isso, utilizam-se da fôrma sobre a palmilha de montagem, com o propósito de obter-se o ângulo correto, pois o salto deve estar de acordo com as características e medidas da relação entre a palmilha e a fôrma.

A seguir, demonstra-se a elaboração de um salto - o modelo selecionado para esse teste foi o salto agulha.

Figura 31 — Desenho do salto



Fonte: Euflasio e Gimenez (2014).

O desenho do perfil do salto é recortado e transferido para a madeira (caxeta), como apresenta a Figura 32.

Figura 32 — Desenho do salto na madeira



Fonte: Euflasio e Gimenez (2014).

A madeira é cortada em uma serra de fita; são retiradas as extremidades e o excesso de material, apresentado na Figura 33.

Figura 33 — Corte em serra de fita



Fonte: Euflasio e Gimenez (2014).

Após o corte da vista lateral, é desenhada a base do salto - região que tem contato com a palmilha de montagem. Também se desenha a outra extremidade, onde será colocado o tacão, região que entrará em contato com o solo. Feito isso, o salto é lixado em uma lixadeira tipo correia (Figura 34).

Figura 34 — Lixamento



Fonte: Euflasio e Gimenez (2014).

Durante o processo de lixamento, devem-se utilizar os modelos em cartolina com o propósito de verificação das medidas iniciais. Para a aferição do resultado final, o salto deve encaixar-se na palmilha (Figura 35).

Figura 35 — Visualização do salto com a fôrma



Fonte: Euflasio e Gimenez (2014).

Caso o protótipo não seja aprovado, por serem as medidas menores que as especificadas no projeto, perde-se todo o molde, devendo-se produzir um novo. Por outro lado, caso as medidas fiquem maiores que as especificadas, é possível retirar material por meio das lixas (EUFLASIO e GIMENEZ, 2014).

2.2 O Sistema CAD/CAM no Design de Calçados

O processo artesanal no desenvolvimento de produtos, geralmente não atende à velocidade da demanda. Sendo assim, sabe-se que a utilização de tecnologias como os sistemas CAD/CAM pode auxiliar no processo produtivo dos materiais.

2.2.1 Modelagem computadorizada

O processo da evolução tecnológica do calçado surgiu de modo lento e gradual. Antes do período da Revolução Industrial, o procedimento era feito de forma

artesanal; posteriormente por maquinários, mas ainda havia processos artesanais, como por exemplo, o corte e a montagem do calçado, tanto por questão de custo quanto operação. E até hoje, no Brasil, algumas empresas ainda mesclam técnicas artesanais e mecânicas (LEITE, 2007).

Com o método CAD otimizou-se o processo produtivo; diminuiu-se o tempo de fabricação e melhorou no sentido de precisão de medidas, embora nem todas as empresas se beneficiem das mesmas ou todas as tecnologias.

Atualmente, a integração entre o sistema CAD com equipamentos CAM, possibilitou a utilização dessa tecnologia em operações de corte, por exemplo, em equipamentos de corte a jato d'água ou a laser.

Os sistemas de corte utilizados na produção industrial têm evoluído. O avanço da tecnologia digital possibilitou a incorporação de novos processos de projeto e produção, o que permite novas soluções para o desenvolvimento de produtos, realizando-se ajustes e adaptações com maior rapidez.

O processo de digitalização da indústria está sendo cada vez mais utilizado em pequenas e médias empresas, pois permite criar um sistema integrado da concepção à produção. Esse procedimento surgiu em 1950 no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) (EYCHENNE e NEVES, 2013).

Segundo Gutjahr (2016), o Comando Numérico Computadorizado (CNC) pode ser considerado como um dos responsáveis por grandes avanços tecnológicos que ocorreram a partir dos anos 1970. O CNC trata de um sistema baseado em eletrônica e *software*. Ou ainda: a linguagem com a qual as máquinas interpretam as informações (dimensões) determinadas pelos modelos tridimensionais desenvolvidos nos *softwares*. O sistema é baseado em coordenadas (Figura 36).

Figura 36 — Sistema de coordenadas



Fonte: Cad.cursosguru by Rafael Mascarenhas (2019)⁴.

O *software* necessita de um “código” formado por letras, números e caracteres. Essas informações são transformadas em sinais elétricos que comandam um sistema eletroeletrônico de acionamento; esse sistema transmite movimento para um complexo mecânico, apresentando como resultado posições, velocidades controladas em diversos eixos (GUTJAHR, 2016).

Um programa pode ser inserido ou feito por meio da Interface Humano/Máquina – (IHM), que permite gerar ações específicas no sistema comandado. Um decodificador de código G interpreta essas informações.

Como resultado, o interpretador se responsabiliza pelos códigos relacionados aos movimentos que são transmitidos ao interpolador. Essas informações são transformadas em grandeza de movimento no interpolador, convertidas em sinais elétricos que transmitem ao sistema de controle dados como a posição e velocidade dos eixos da máquina, como por exemplo, a máquina de corte (SUH, 2008).

Os dados não relacionados à movimentação são decodificados e transmitidos ao processador do Controlador Lógico Programável (CLP). Este utiliza o programa nele

⁴ Disponível em: < <https://cad.cursosguru.com.br/introducao-ao-sistema-de-coordenadas-na-programacao-cnc/>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

contido denominado *firmware*⁵, onde são geradas as saídas para comandar os dispositivos periféricos da máquina (LACALLE e LAMIKINZ, 2009).

2.2.2 Modelagem digital de calçados femininos

Tratando-se da modelagem digital 2D (eixos: x, y), o início do processo é similar ao da modelagem manual ou tradicional, ou seja, o modelo é desenhado na fôrma encapada por fita crepe, apresentado na Figura 37.

Figura 37 — Modelagem digital 2D – desenho na fôrma



Fonte: Elaborada e cedida por William Rogério Buffulin.

Em seguida, o modelo é planificado em uma cartolina. São utilizadas ferramentas como cabos de tesouras ou régua - esses objetos comprimem a fita sobre a cartolina com o propósito de evitarem-se rugas, apresentado na Figura 38.

⁵ *Firmware* é o conjunto de instruções operacionais programadas diretamente no *hardware* de um equipamento eletrônico, ou seja, é o sistema operacional do *hardware* (TORRES, 2001).

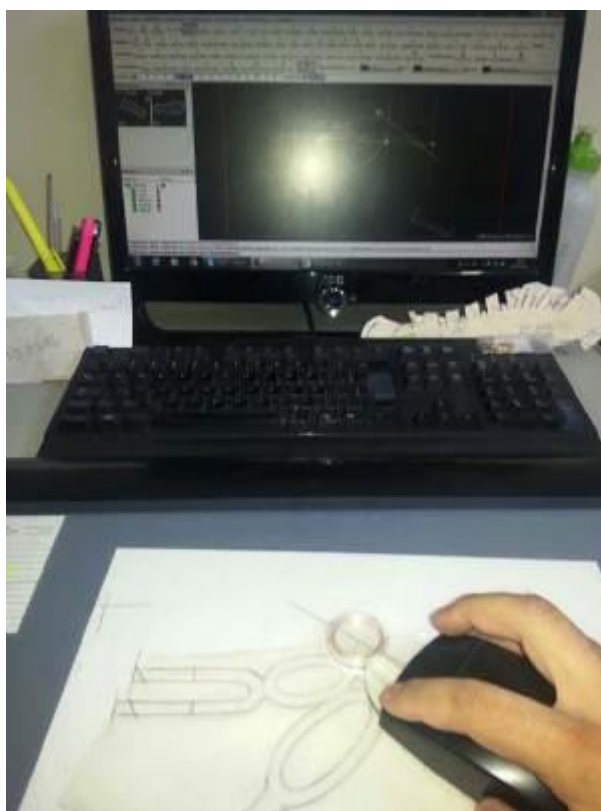
Figura 38 — Modelagem digital 2D - planificação



Fonte: Elaborada e cedida por William Rogério Buffulin.

O modelo planificado é digitalizado por meio de uma mesa digitalizadora, apresentado na Figura 39.

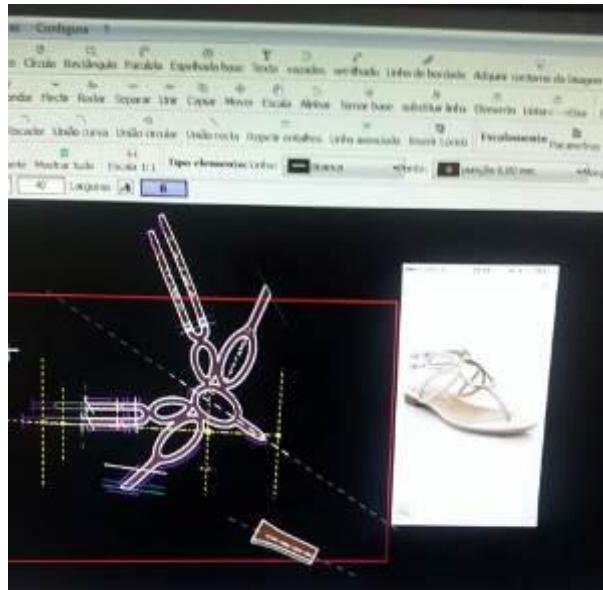
Figura 39 — Digitalização do modelo



Fonte: Elaborada e cedida por William Rogério Buffulin.

São realizados alguns ajustes nas linhas por meio do *software* 2D, por exemplo, suavização e paralelismo entre linhas; em seguida, as peças são destacadas de forma digital, conforme apresentado na Figura 40.

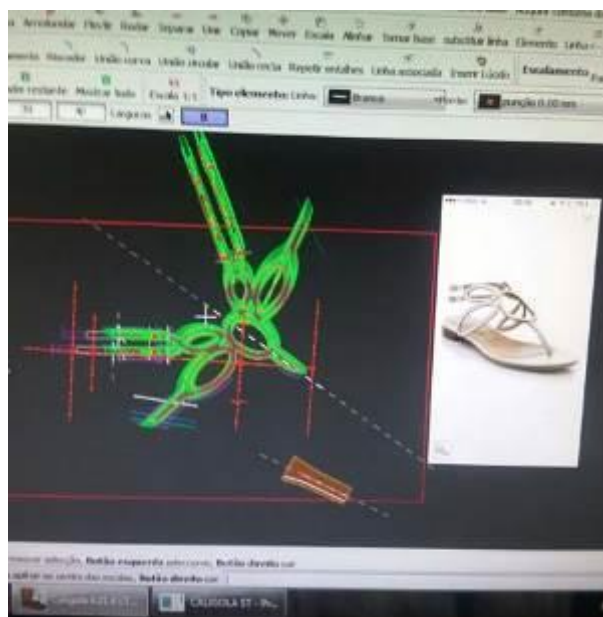
Figura 40 — Destaque das peças que compõem o modelo



Fonte: Elaborada e cedida por William Rogério Buffulin.

Após a aprovação pelo responsável da modelagem, é confeccionado um modelo físico. O modelo é escalado, isto é, confeccionam-se os demais números que compõem a grade de numeração da empresa, usualmente do número 33 ao 39 ou até 40, no caso do calçado feminino (Figura 41).

Figura 41 — Escala de todas as numerações



Fonte: Elaborada e cedida por William Rogério Buffulin.

Posteriormente à realização de todas as numerações do modelo, o mesmo é enviado ao equipamento de corte, no caso de corte digital; tratando-se de corte

manual, são confeccionadas peças em papelão. A modelagem 3D (eixos: X, Y, Z) inicia-se em uma fôrma digital, essa fôrma pode ser obtida por meio da digitalização de uma fôrma física ou um pé.

2.2.3 Integração de software para calçado e a digitalização 3D

A digitalização 3D é uma ferramenta que tem potencial para o design de produtos individualizados. Ultimamente é utilizada em várias áreas como medicina, vestuário e calçados.

O pé é responsável pela sustentação do corpo, sobre diversas exigências físico-mecânicas durante as atividades diárias, portanto, o design de calçados deve receber uma atenção especial.

Segundo Piperi et al. (2014), a digitalização 3D pode reproduzir partes da anatomia humana de forma precisa. Esses dados auxiliam os designers no desenvolvimento de produtos. Sendo assim, tem o poder de revolucionar a forma como os produtos são projetados atualmente, pois em vez de serem desenvolvidos esboços em 2D, por meio da digitalização 3D, é possível esboçar sobre a geometria do pé, já em 3D.

A Figura 42 ilustra o processo de desenvolvimento de calçado utilizando-se da tecnologia de digitalização 3D cujas fases são descritas a seguir:

Figura 42 — Desenvolvimento de calçado utilizando-se da tecnologia de digitalização 3D



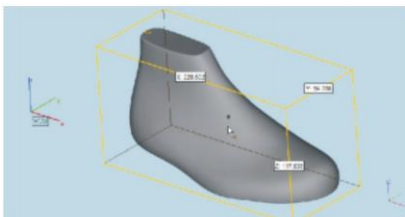
1) Confeção do molde do pé por meio de material odontológico (Alginato) da marca Avagel;



2) Digitalização do molde - Scanner GOM ATOS I 2M ;



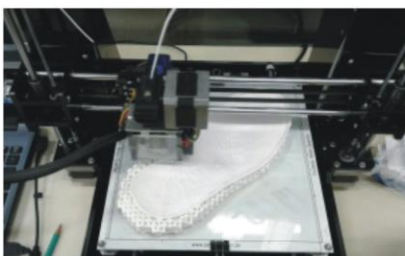
3) Ajuste da imagem digitalizada - *software* ATOS Professional V7.5;



4) Transformação do pé em fôrma para calçado - *software* Rhinoceros versão 5;



5) Desenvolvimento da Modelagem virtual - *software* de modelagem ZBrush versão 4R8;



6) Prototipagem rápida do solado - (tecnologia aditiva) - equipamento Sethi3D Aip;

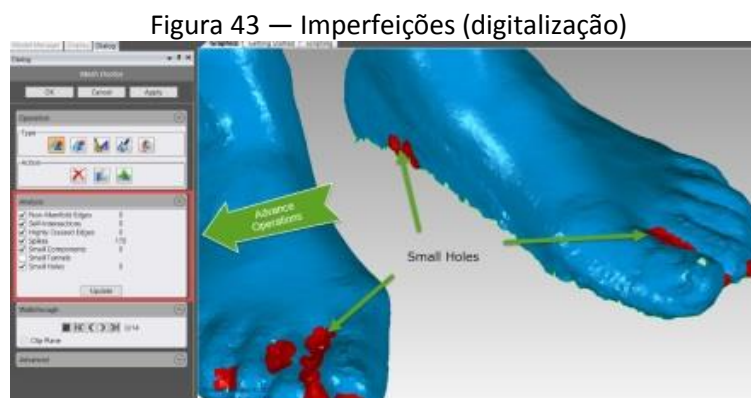


7) Protótipo (solado unido ao cabedal).

Fonte: Adaptado de Kick (2017).

Segundo Kick (2017, p. 90), o processo de confecção de calçados por meio da união de novas tecnologias, permite explorar as possibilidades que a Manufatura Aditiva apresenta na produção de bens de consumo. No entanto, “ao analisar o atual panorama das tecnologias, se percebe que um passo a mais precisa ser dado no refinamento e padronização das técnicas aplicadas”.

Nos processos de digitalização 3D, geralmente, ocorrem erros de digitalização, apresentando-se imperfeições durante a captura dos dados. Existem *softwares* que proporcionam a manipulação desses dados, como por exemplo, o Geomagic Studio™, apresentado na Figura 43, que auxiliam na correção da imagem capturada, tornando-a mais próxima do modelo original.

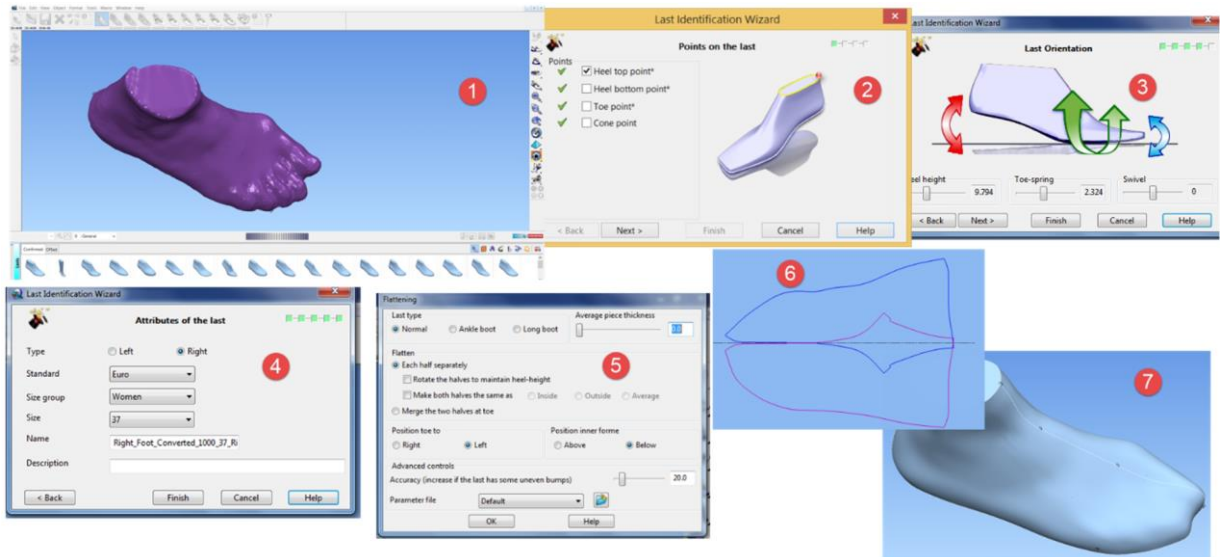


Fonte: Piperi et al.(2014, p. 6).

Após a manipulação e ajustes do modelo virtual, o *software* Tanenbaum utilizado para a modelagem do calçado deve permitir a importação do arquivo, utilizando-se, em geral, a extensão STL. No caso apresentado foi utilizado o *software* Shoemaker™ para esse fim (Figura 44). Também são feitos os ajustes com relação ao tamanho da fôrma, circunferência na região dos metatarsos.

O *software* permite, ainda, realizar o ajuste de altura da fôrma, por exemplo, adapta-se a fôrma dependendo da altura do salto do calçado.

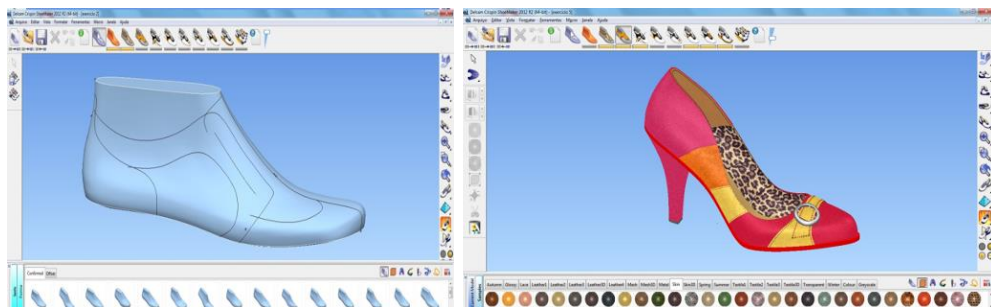
Figura 44 — Manipulação e ajustes do modelo virtual



Fonte: Piperi et al. (2014 p. 7).

No caso da modelagem 3D, realizada no *software* Shoemaker, a fôrma é digitalizada e o modelo é desenhado sobre a fôrma digital. São aplicadas cores e texturas sobre o protótipo virtual, podendo-se apresentar ao cliente uma ilustração do futuro modelo antes mesmo de ser realizado o protótipo (Figura 45). O processo de destaque de peças da modelagem digital 3D é similar ao processo da modelagem digital 2D.

Figura 45 — Modelagem digital 3D



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

2.2.4 Corte digital de calçados femininos

O corte digital ou computadorizado pode ser realizado por meio de várias tecnologias diferentes, dentre elas destacam-se: laser, lâmina, jato de água, entre outras. O procedimento executado no corte do equipamento CM44 da empresa COMELZ, corte por meio de lâminas, é descrito a seguir:

- Após a modelagem digital, o *software* CAD exporta os arquivos em *.dxf; o *software* CAM da máquina de corte importa esses arquivos e inicia-se o processo de corte. O aparelho utilizado nesta tese projeta as peças sobre o material a ser cortado (couro ou sintético) (Figura 46). Essa projeção é realizada por meio de feixes de luz, quando o operador posiciona a peça, podendo também espelhar e girar a mesma, proporcionando o melhor aproveitamento de material, e, conseqüentemente, menor consumo.

Figura 46 — Corte computadorizado



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

A máquina de corte conta com dois cabeçotes, isso resulta em duas lâminas de cortes simultâneos. O processo é contínuo, não para enquanto o operador faz o posicionamento das demais peças, otimizando a execução.

Uma das vantagens apresentadas pelo sistema de corte CAD/CAM é a possibilidade de serem cortadas geometrias complexas, difíceis de serem realizadas pelo método tradicional (Figura 47).

Figura 47 — Exemplo de corte com geometria complexa



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Além da modelagem de cabedais para calçados via CAD, também é possível realizar a modelagem de determinados componentes, como por exemplo, o salto do calçado.

A máquina de corte a laser tem um custo menor em relação à máquina de corte via jato de água; no entanto, a borda do material é afetada pelo calor. Geralmente, as máquinas de corte a laser são utilizadas nos seguintes materiais: metálicos, madeira, pedra, têxteis, polímeros, vidro e couro.

Para obter melhor eficiência no corte, deve haver uma relação entre velocidade, potência e foco. Essa relação determinará a espessura do material a ser cortado, isto é, quanto maior a potência do equipamento, maior é a espessura e menor é o tempo de corte. Portanto, se for comparar o corte de um material com a mesma espessura em máquinas de diferentes potências, quanto menor a potência maior será tempo de corte.

Dias (2015) apresenta o funcionamento de um equipamento de corte a laser: o tubo laser recebe a tensão fonte e produz o feixe de laser; a fonte do laser converte a tensão elétrica 220 v para 25.000 v reduzindo a corrente para aproximadamente 16 mA; os espelhos refletem o feixe de laser até o bocal.

O sistema de corte a laser permite a realização de geometrias algumas vezes mais complexas do que por meio de lâminas (Figura 48), pois além de cortar, o laser permite realizar desenhos em superfícies.

Figura 48 — Calçado com corte a laser



Fonte: Exportlaser (2018)⁶.

Para a realização da movimentação do sistema de corte (cabeçote), o motor movimenta o bocal; os eixos transmitem a rotação dos motores; a placa controladora determina os movimentos do bocal e a ativação do laser; os rolamentos são responsáveis pela movimentação axial e radial do sistema de corte (DIAS, 2015).

Deve existir um sistema de exaustão para remover os gases provindos do corte. Esses gases também podem variar de acordo com o material a ser cortado. Deve haver ainda um sistema de refrigeração, a fim de controlar a temperatura do tubo laser.

Pode ser que haja a necessidade de utilizar a adição de um gás de corte para auxiliar na remoção de partículas do material - isso evita que se queime excessivamente a borda da peça. Os gases mais utilizados são o oxigênio e o nitrogênio (DIAS, 2015).

⁶ Disponível em: <<http://www.exportlaser.com.br>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

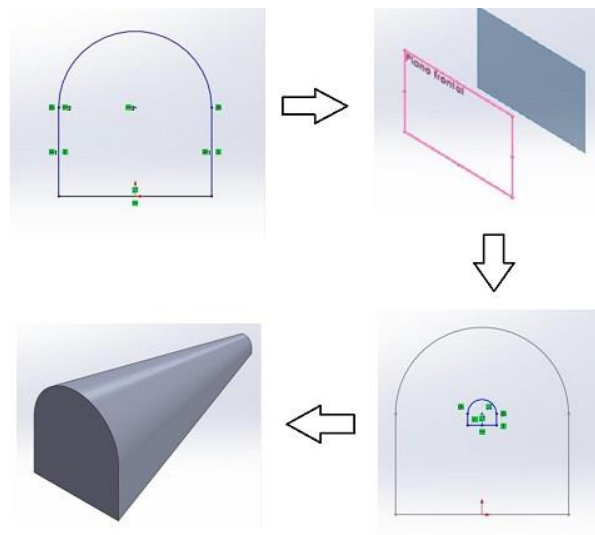
2.2.5 Modelagem digital de saltos para calçados femininos

O desenvolvimento de um salto para calçados femininos por meio digital pode ser realizado de diversas formas. A seleção da tecnologia e do material do protótipo depende da necessidade específica de cada fabricante.

Apresenta-se a seguir, o desenvolvimento de um salto por meio da tecnologia aditiva à base de pó. O modelo foi produzido sem função prática, sendo utilizado somente para a análise estética.

Os desenhos foram realizados em *software* CAD denominado Inventor (versão 2010), da empresa Autodesk - a mesma desenvolvedora do *software* AutoCAD. As medidas da base do salto foram extraídas da parte inferior da palmilha. O processo de aquisição das medidas é similar ao utilizado na confecção do salto por meio do método tradicional. A Figura 49 demonstra o processo inicial do desenvolvimento virtual do salto; o *software* utiliza-se de geometrias aplicadas em planos distintos (x, y, z), e assim desenha-se um modelo virtual em 3D.

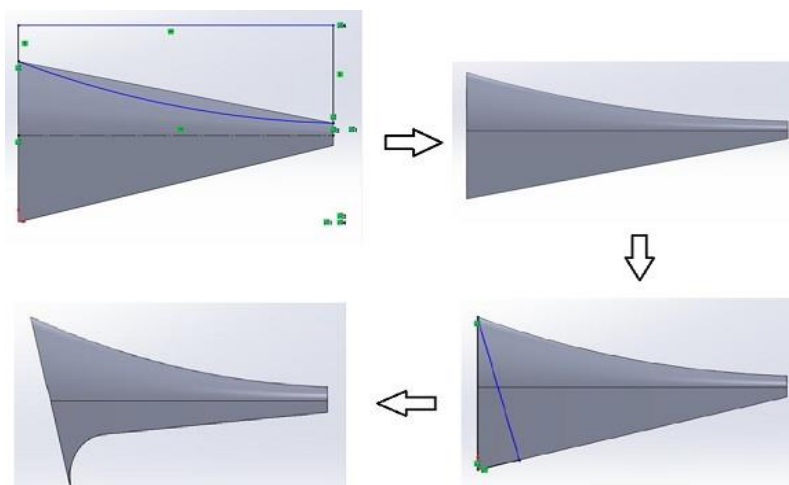
Figura 49 — Base do salto



Fonte: Adaptado de Euflasio e Gimenez (2014).

Posteriormente, define-se o perfil do corte lateral (apresentado na Figura 50), os ângulos necessários de acordo com a palmilha de montagem.

Figura 50 — Perfil lateral do salto



Fonte: Adaptado de Euflasio e Gimenez (2014).

Por fim, alguns cantos são arredondados de acordo com a especificação de cada modelo. A Figura 51 expõe o salto para calçado feminino (digital).

Figura 51 — Salto para calçado feminino (digital)



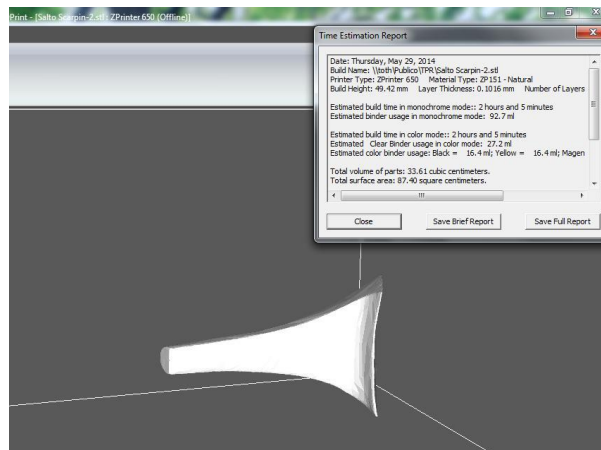
Fonte: Adaptado de Euflasio e Gimenez (2014).

Por meio do desenho, o cliente consegue aprovar ou não o salto e o arquivo pode ser enviado por e-mail. Os ajustes são feitos com brevidade, pois ao contrário da madeira, pode-se aumentar o volume do salto com facilidade. No entanto, a falta do contato físico pode prejudicar o desenvolvimento, considerando que o cliente fica sem parâmetros dimensionais. Nesse caso, indica-se a prototipagem rápida do salto.

A impressora utilizada foi a ZPrinter 650; o *software* da impressora importa diversas extensões de arquivos, sendo que a mais utilizada é a extensão *.stl. Por meio

do arquivo é possível estimar o consumo de materiais e tempo de impressão do modelo virtual, conforme apresentado na Figura 52.

Figura 52 — Informações sobre a impressão



Fonte: Adaptado de Euflasio e Gimenez (2014).

Segundo Euflasio e Gimenez (2014), a modelagem virtual no *software* inventor foi de aproximadamente 15 minutos; no entanto, a impressão foi estimada em 2 horas e 5 minutos. O custo de materiais é medido em centímetros cúbicos.

Referindo-se ao custo total do protótipo, devem ser estimados: o custo da hora do projetista; o custo de materiais; a mão de obra do operador da impressora; a depreciação da máquina levando-se em conta sua vida útil (valor da depreciação = valor do bem ÷ vida útil); consumo de energia; demais custos de produção; lucro e impostos sobre serviços.

Os valores para a aquisição de determinadas impressoras 3D vêm apresentando queda; no entanto, ainda são elevados, principalmente com relação ao tipo de tecnologia estudada (à base de pó). Os *softwares* de modelagem 3D também necessitam de um alto investimento (EUFLASIO e GIMENEZ, 2014).

A matéria-prima utilizada na impressora, muitas vezes, fica condicionada ao fornecedor do equipamento, podendo tornar os valores dos insumos elevados. E ainda, há necessidade de profissionais especializados para a manutenção desse tipo de aparelho, apresentando a assistência técnica com alto custo.

Neste capítulo foram apresentadas informações sobre a prototipagem de saltos para calçados femininos utilizando-se a prototipagem rápida em uma Zprinter 650. O material utilizado é similar ao gesso; usualmente, os moldes para calçados femininos são confeccionados de forma artesanal em madeira pinus. Após a aprovação desses protótipos pelo departamento de modelagem, geram-se as matrizes de injeção plástica. Neste caso, alguns polímeros são utilizados na produção de saltos para calçados, por exemplo: Acrilonitrila butadieno estireno (ABS). No entanto, alguns saltos para calçados femininos também são produzidos em pinus.

Como alternativa aos materiais frequentemente aplicados nos componentes de calçados femininos, cita-se o bambu, não somente na confecção de protótipos, mas na produção de componentes de calçados. Esse material apresenta características únicas, como por exemplo: flexibilidade, resistência mecânica, qualidade estética, rápido crescimento. É sequestrador de carbono e também pode ser utilizado para revitalização de áreas degradadas.

2.3 Bambu

A revisão teórica sobre o bambu norteou o autor sobre as utilidades desta planta, assim como o conduziu sobre o processo produtivo para a confecção do bambu laminado colado.

2.3.1 O bambu in natura

O bambu é muito utilizado em países asiáticos, gera renda e empregos em comunidades rurais.

Pertence à família *Graminae* e à subfamília *Bambusoidae*. Também pode ser nomeado separadamente como pertencente à família *Bambusaceae*. São aproximadamente 50 gêneros e 1300 espécies no planeta Terra; encontram-se em

zonas temperadas e tropicais, sendo que a maior ocorrência se dá nas áreas quentes e com chuvas abundantes, principalmente em regiões como Ásia, África e América do Sul (Hidalgo Lopez, 2003). Segundo Filgueiras e Gonçalves (2004), o Brasil possui 34 gêneros de bambu, com 232 espécies nativas.

Na região da fazenda experimental da UNESP de Bauru, Estado de São Paulo, foram plantadas 25 espécies. O bambu utilizado para o desenvolvimento de acessórios de calçados é o *Dendrocalamus Asper*, que apresenta grande porte tanto no diâmetro como no comprimento, permitindo maior produção de lâminas de bambu por colmo colhido (RAMOS, 2014). Segundo Pereira e Beraldo (2016), podem ser considerados maduros os colmos com idade entre 3 e 7 anos; nesta fase os colmos têm melhores propriedades mecânicas, após este período começam a secar na touceira.

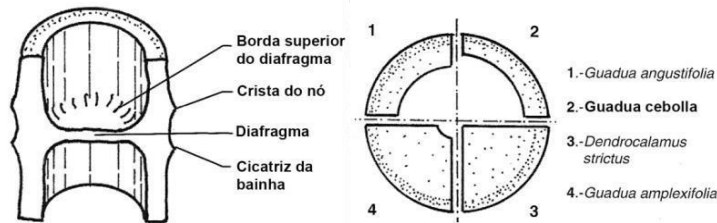
A utilização do bambu se dá principalmente na China, como matéria-prima na construção de pontes, habitação e outras aplicações. Esse material apresenta alta resistência em relação ao peso, rápida taxa de crescimento, contribui para a oxigenação e captura do dióxido de carbono do meio ambiente. O bambu pode ser considerado como a melhor alternativa para a substituição da madeira no futuro (HUANG et al., 2015).

A Lei n.º 12.484/2011, que apresenta a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu (PNMCB), motivou produtores rurais a destinarem terras ao cultivo desse vegetal (BRASIL, 2011). A utilização do bambu em produtos de uso pode fortalecer a geração de renda em comunidades rurais, auxiliar no ganho de artesãos, enfim, proporcionar a valorização da cultura e do uso do material no País.

Segundo Santi (2015), na China e na Índia são processados anualmente, em cada país, cerca de 5 milhões de toneladas de bambu; já o Brasil não dispõe de estrutura para realizar a expansão do cultivo e o processamento da matéria-prima. Atualmente, destacam-se os cultivos de eucalipto e de pinus.

Conforme Hidalgo-López (2003), os nós são relevantes centros de atividade morfogênética; as raízes e galhos crescem a partir dos nós. A Figura 53 apresenta algumas características e nomenclaturas da região dos nós.

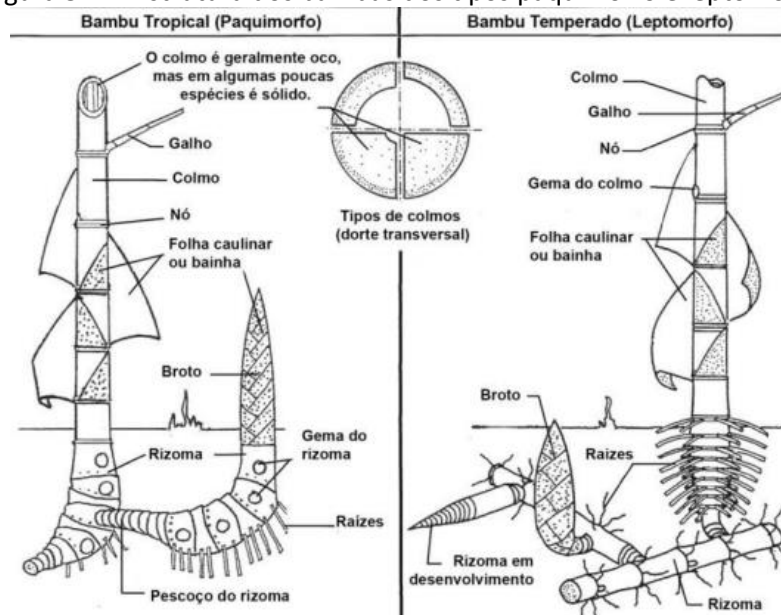
Figura 53 — Morfologia do nó e diferentes espessuras de paredes



Fonte: Adaptado de Hidalgo-López (2003).

As espécies de bambu apresentam características distintas, pois os colmos, nome técnico das varas do bambu, diferenciam-se em altura, diâmetro, forma de crescimento e espessura de parede. Os bambus são classificados em dois grupos: o alastrante e o entouceirante. O alastrante é conhecido como leptomorfo; geralmente cresce em zonas temperadas; o entouceirante é conhecido como paquimorfo, cresce em zonas tropicais (PEREIRA e BERALDO, 2016). A Figura 54 apresenta a estrutura dos bambus (paquimorfo e leptomorfo).

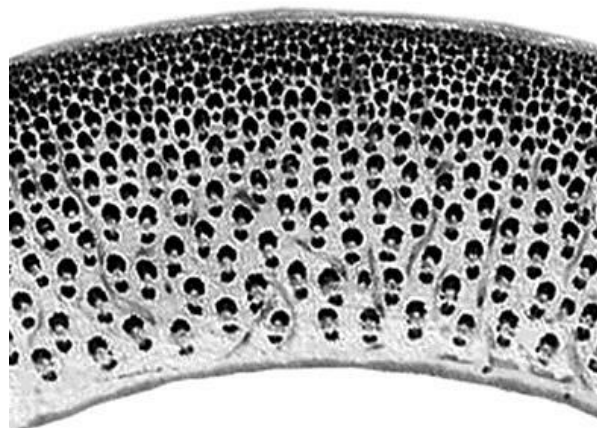
Figura 54 — Estrutura dos bambus dos tipos paquimorfo e leptomorfo



Fonte: Adaptado de Hidalgo-López (2003).

A densidade das fibras do bambu é maior nas regiões próximas à casca, conseqüentemente essa área apresenta maior resistência mecânica, como se apresenta na Figura 55.

Figura 55 — Distribuição anatômica das fibras do bambu



Fonte: Ramos e Pereira (2014).

O bambu é uma das plantas amplamente conhecidas no planeta por sua beleza e multiplicidade de usos, como por exemplo: artesanato; agricultura; construção civil; mobiliário; reflorestamento e até mesmo no ramo alimentício. As Figuras 56 e 57 apresentam algumas aplicações.

Figura 56 — Produtos em bambu para escritório



Fonte: Designboom⁷.

⁷ Disponível em: <<https://www.designboom.com>>. Acesso em: 28 set. 2017.

Figura 57 — Fruteira "Colibri" em bambu



Fonte: Assets.xtechcommerce - autoria de Paulo Bustamonte⁸.

Existe uma grande variação entre as espécies de bambu, desde plantas ornamentais, que podem ser encontradas em jardins e até em vasos, como também espécies gigantes de 30 centímetros de diâmetro e altura equivalente a 10 andares. Tratando-se da origem das espécies, 62% são nativas da Ásia, 34% das Américas e 4% da África e Oceania; nenhuma espécie é nativa da Europa. Embora 75% das espécies sejam aproveitáveis, apenas 50 delas têm uso comercial já desenvolvido, sendo que 19 são prioritárias para fins econômicos (PEREIRA, 2015). A utilização do bambu *in natura* permite a exploração de formas cilíndricas e ovais, como apresenta a Figura 58.

Figura 58 — Luminária em bambu



Fonte: Instagram – autoria de Paulo Bustamonte⁹.

⁸ Disponível em: <<https://assets.xtechcommerce.com>>. Acesso em: 29 set. 2017.

Já na área ambiental, o bambu é considerado o “amigo da natureza”, pois além de ser um grande protetor do solo, devido ao seu vigoroso sistema radicular, fornece alimento e abrigo para a vida selvagem; é um recurso perene, renovável e de crescimento muito rápido (6 meses entre o nascimento do broto e a altura final do colmo, que pode atingir até 30 metros em algumas espécies gigantes), e ainda pode ser utilizado em milhares de aplicações, utilizando-se da energia do sol, água e substâncias do solo como alimento, entre outros (PEREIRA, 2015).

Para a aplicação estrutural do bambu, recomenda-se a colheita de colmos com no mínimo 3 anos, pois segundo Pereira e Beraldo (2016), após o 3º e 4º anos, o colmo já pode ser considerado maduro, podendo ser utilizado até mesmo na construção civil.

No Brasil, provavelmente há um resquício da arquitetura do homem do campo. Geralmente, quando se pensa em arquitetura com bambu, a imagem correspondente é similar à apresentada na Figura 59.

Figura 59 — Casa de bambu (pau a pique)



Fonte: Osantipodas¹⁰.

No entanto, faz-se necessário haver uma quebra de paradigmas, pois atualmente, apresentam-se características distintas das utilizadas antigamente, conforme a Figura 60.

⁹ Disponível em: <<https://scontent-amt2-1.cdninstagram.com>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

¹⁰ Disponível em: <<http://www.osantipodas.com>>. Acesso em: 27 set. 2017.

Figura 60 — Arquitetura contemporânea em bambu



Fonte: Archdaily¹¹.

Um estúdio de design arquitetônico denominado Luca Poian Forms, localizado na cidade de Londres, Inglaterra, realiza desenvolvimentos alinhados aos conceitos de sustentabilidade e novos métodos construtivos. A Figura 61 apresenta uma criação para o Bamboo Bamboo Landmark Design Challenge do Trust Building - essa proposta auxilia a popularizar o bambu como um material contemporâneo e versátil.

Figura 61 — Estrutura arquitetônica



Fonte: LucaPoianforms¹².

¹¹ Disponível em: <<http://www.archdaily.com>>. Acesso em: 27 set. 2017.

¹² Disponível em: <<http://www.lucaPoianforms.com>>. Acesso em: 27 set. 2017.

2.3.2 O bambu laminado colado – BLC

O bambu *in natura* apresenta algumas limitações para sua aplicação em construções, principalmente devido às seguintes características: geometria cilíndrica; os colmos têm maior diâmetro na base e os mesmos diminuem no sentido do topo; as paredes do colmo são variáveis ao longo do comprimento; além dos nós, que detêm menor resistência mecânica (PEREIRA e BERALDO, 2016).

Como o BLC pode transformar o bambu cilíndrico em blocos, acredita-se que seja o mais indicado para ser processado via sistema CAD/CAM, especificamente por meio de tecnologia subtrativa.

Segundo Beraldo e Rivero (2003), as espécies *Dendrocalamus giganteus* e o *Bambusa vulgaris* apresentam características adequadas para a fabricação do BLC. O fator limitante para a produção no Brasil, no entanto, é a falta de equipamentos específicos para realizar a laminação das ripas (Figura 62).



Fonte: Adaptado de Xiao, Inoue e Paudel (2008).

As etapas a seguir descrevem como é produzido o BLC (Figura 63):

1. É realizada a colheita de bambu;
2. Deve ser respeitado um tempo de cura, com o propósito de se reduzir a umidade do colmo - a mesma deve ser de aproximadamente 15% (RAMOS, 2014);
3. É realizado o corte do comprimento das lâminas;
4. Cortes longitudinais são realizados por meio de serra circular dupla, determinando-se a largura das lâminas;

5. Após a separação das lâminas, o bambu apresenta ondulações devido ao nó e ao diafragma; são retiradas as ondulações existentes nas lâminas por meio de serra circular de bancada;
6. As lâminas são processadas (esquadrejadas) em uma plaina; a espessura da lâmina é determinada nesse processo;
7. Ocorre a aplicação do adesivo;
8. Pode ocorrer a prensagem horizontal, vertical ou mista;
9. Obtém-se um bloco em BLC; o acabamento pode ser realizado por desgrossadeira e/ou lixadeira.

Figura 63 — Etapas para o processamento do BLC

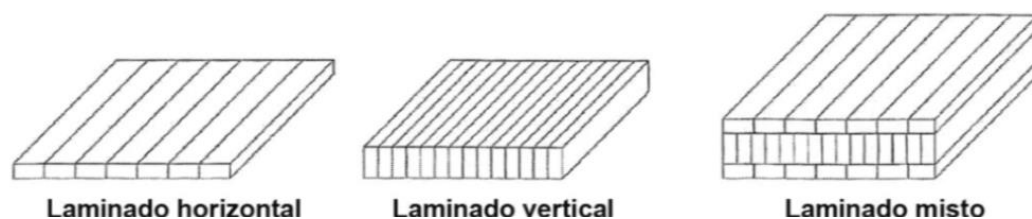


Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Tratando-se da fabricação de BLC, devem ser observadas algumas questões como as propriedades físico-mecânicas da espécie do bambu, a geometria das lâminas e a orientação espacial (DÍAZ; CRUZ; CHÁVEZ, 2013).

A união das lâminas de bambu deve ser realizada por meio de adesivo. As lâminas podem formar camadas na horizontal, vertical ou camadas mistas, sendo horizontais e verticais, de acordo com a Figura 64. O conjunto de lâminas deve ser prensado até a cura do adesivo. A prensagem pode ser feita em temperatura ambiente ou por meio de aquecimento. Geralmente, o sistema aquecido é utilizado na produção de laminados curvos (por meio de moldes), nesse caso, recomendam-se lâminas com menos de 5 milímetros de espessura (RAMOS e PEREIRA, 2014).

Figura 64 — Tipos de colagem plana de BLC



Fonte: Adaptado de Xiao, Inoue e Paudel (2008).

Para a confecção de BLC é relevante observar a qualidade da superfície da matéria-prima e do adesivo selecionado. Recomenda-se adesivo baseado em resina melamina por causa de sua resistência mecânica e durabilidade contra a umidade, e também adesivo à base de polivinilo, devido ao comportamento mecânico (DÍAZ; CRUZ; CHÁVEZ, 2013).

O BLC curvo amplia as possibilidades das formas que podem ser geradas, podendo agregar alto valor aos produtos. Ramos e Pereira (2014) desenvolveram moldes, do tipo macho e fêmea, por meio de madeira e tiras de alumínio, utilizaram-se de lâminas da espécie *Dendrocalamus asper* para gerar formas curvas e orgânicas. Os moldes e os protótipos são apresentados na Figura 65.

Figura 65 — Moldes e protótipos em BLC



Fonte: Ramos e Pereira (2014).

O BLC pode se tornar competitivo no setor moveleiro, pois confere flexibilidade na confecção de móveis, principalmente em função de sua resistência mecânica e seus aspectos estéticos (SILVA, 2005). O piso em bambu laminado recebeu nos EUA o selo do *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), que certifica materiais sustentáveis, concedido pela ONG americana *U.S. Green Building Council* (PLYBOO, 2017). No caso deste estudo, o BLC curvo pode ser utilizado em componentes para calçados femininos como, por exemplo, saltos e palmilhas.

O adesivo à base de resina de mercinol formaldeído foi mais resistente nos ensaios de adesão e o menos resistente foi o adesivo à base de ureia formaldeído, que demonstrou intolerância à umidade. A partir da temperatura de 160°C ocorreu um ganho na durabilidade natural do bambu e na estabilidade dimensional do Bambu Laminado Colado Termorretrificado (BLCTR). Quando a temperatura foi superior a 160°C, porém, houve uma queda nos valores da resistência mecânica do material, evidenciando que esta seria a temperatura indicada para obterem-se os maiores benefícios para as propriedades tecnológicas do BLCTR (BRITO, 2013).

A termorretrificação utiliza a temperatura para aumentar a resistência natural e melhorar a estabilidade dimensional. Dependendo da elevação da temperatura, ocorrem alterações físicas, químicas e mecânicas, podendo valorizar o produto

(RODRIGUES e ROUSET, 2009). A aplicação do BLC vai desde objetos de uso até pisos e paredes, como apresentam as Figuras 66 e 67.

Figura 66 — Móveis e painel de decoração em bambu



Fonte: Plyboo¹³.

A termorretrificação pode ser utilizada para a alteração de cores das lâminas do bambu, podendo gerar estética diferenciada nos componentes para calçados femininos.

Figura 67 — Pannel de decoração em bambu



Fonte: Plyboo¹⁴.

Nos EUA foram desenvolvidos feixes estruturais em BLC - essas estruturas atendem a padrões técnicos como a norma ASTM D5456, que trata de Especificação Padrão para Avaliação de Madeira Construída Estrutural - aplicam-se a materiais celulósicos utilizados para estruturas, incluindo bambus de engenharia. Os feixes estruturais apresentados na Figura 68 foram utilizados em um aeroporto de Illinois.

¹³ Disponível em: <<https://www.plyboo.com/products/living-hinge-collection>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

¹⁴ Disponível em: <<https://www.plyboo.com/featured-product>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

Como o BLC pode ser utilizado em feixes estruturais para a construção civil, acredita-se que os saltos para calçados femininos em BLC apresentem boa resistência mecânica. Os testes realizados nesta tese poderão corroborar para a aplicação do BLC na fabricação de saltos para calçados femininos.

Figura 68 — Feixes estruturais em BLC



Fonte: Continuingeducation¹⁵.

Os elementos estruturais confeccionados em BLC estão sendo utilizados em fachadas, como revestimentos e em paredes. São utilizados, geralmente, por arquitetos pelas características estéticas, interagindo com o vidro, como apresenta a Figura 69.

Figura 69 — Fachada em bambu



Fonte: Continuingeducation¹⁶.

O BLC pode ampliar a variação com relação à forma do produto, como exemplo, pode-se citar a cadeira *flow*. Segundo os designers Cheng-tsung Feng, Kao-ming Chen, o móvel apresenta diversas formas curvilíneas, como se nota na Figura 70.

¹⁵ Disponível em: <<https://continuingeducation.bnpmmedia.com>>. Acesso em: 11 set. 2017.

¹⁶ Disponível em: <<https://continuingeducation.bnpmmedia.com>>. Acesso em: 11 set. 2017.

Figura 70 — Cadeira em bambu "flow"



Fonte: Designboom (2017), autoria de Cheng-tsung feng, Kao-ming chen¹⁷.

É necessária a mão de obra especializada para a atividade com o bambu. Em alguns casos, o processamento é feito de forma artesanal, no entanto, existem tecnologias que podem auxiliar no desenvolvimento de produtos. O próximo capítulo aponta algumas dessas tecnologias. Acredita-se que os artesãos podem fazer uso desses métodos, mesclando o conhecimento prático com os recursos tecnológicos, e, por meio dessa integração, o design com bambu pode cooperar com a questão social.

2.4 Prototipagem Rápida

Algumas tecnologias de prototipagem rápida (PR) são descritas neste tópico, sendo resumidas em dois tipos distintos: aditiva e subtrativa. A primeira é realizada pela adição de materiais, a segunda é realizada pela redução de materiais.

Segundo Foggiatto et al. (2004), a prototipagem rápida (PR) é um conjunto de tecnologias de fabricação que, quando unidas, podem produzir objetos tridimensionais com grande agilidade. Atualmente, esse método é encontrado em diversas áreas como: arquitetura, engenharia e medicina.

¹⁷ Disponível em: <<https://www.designboom.com>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

A PR também está sendo utilizada na área calçadista, principalmente com destaque na área esportiva. A união de novas tecnologias com técnicas e materiais tradicionais como por exemplo o bambu, pode gerar inovações.

Consiste em uma tecnologia que permite elaborar objetos físicos tridimensionais por meio de arquivos digitais CAD. Entre as vantagens da PR, destacam-se: alto nível de precisão; bom detalhamento; economia de tempo em relação à prototipagem manual e bom acabamento (CELANI e BERTHO, 2007).

O uso da PR pode alterar a forma com que se faz desenvolvimento de produtos, pois alia precisão e rapidez, podendo apresentar ganhos significativos (EUFLAZIO e GIMENEZ, 2014). Auxilia, também, na tomada de decisão, especificamente na opção de aprovar ou reprovar um projeto, pois permite avaliar aspectos como: cor, tamanho, forma e funcionalidade.

Os tópicos a seguir evidenciam alguns exemplos de PR, especificamente de tecnologias aditivas, ou seja, são protótipos desenvolvidos por meio de adição de camadas de materiais.

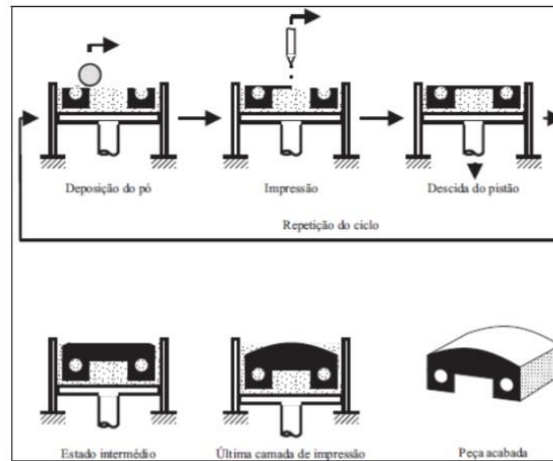
2.4.1 Impressão tridimensional (TDP)

A tecnologia da impressão tridimensional – *Three dimension printing* (TDP) apresenta um conjunto de equipamentos similares aos utilizados na impressão de jato de tinta. Podem ser empregados os seguintes materiais nesse tipo de tecnologia: materiais poliméricos, cerâmicos, ceras e metálicos. São dois recipientes alocados lado a lado, um é utilizado como estoque, no outro são depositadas camadas finas de pó, depois uma cabeça de impressão faz a deposição de um líquido aglutinante.

O pó solto dá suporte ao protótipo durante a fabricação; a base desce e novamente mais pó é adicionado, e assim sucessivamente, como apresentado na Figura 7¹. Após o término da impressão, deve-se esperar o protótipo secar,

posteriormente, o pó excedente é aspirado e pode ser utilizado futuramente. É necessário aplicar uma resina no protótipo para obtenção de maior resistência mecânica - geralmente é utilizado cianocrilato (GIBSON; ROSEN; STUCKER, 2015).

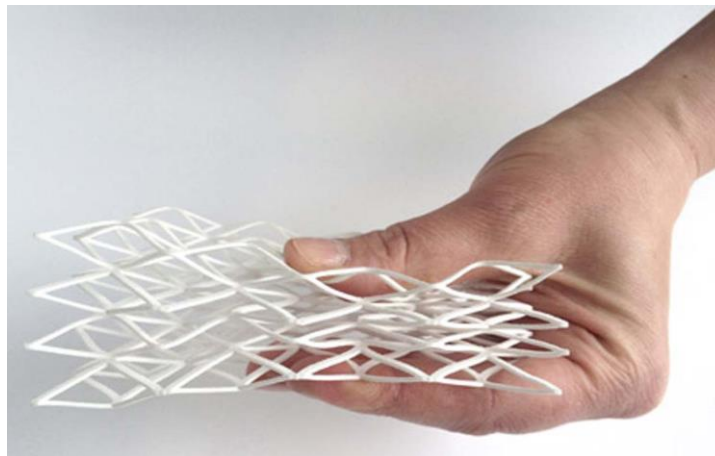
Figura 71 — Funcionamento da tecnologia TDP



Fonte: Ebah¹⁸.

A Figura 72 apresenta um protótipo desenvolvido por meio da TDP.

Figura 72 — Protótipo (TDP)



Fonte: Conceptkicks¹⁹.

A tecnologia supracitada não é muito utilizada para o desenvolvimento de protótipos funcionais, pois não apresenta boa resistência mecânica; no entanto, as técnicas apresentadas a seguir, geralmente, são mais aplicadas em protótipos que podem ser utilizados como produtos de uso.

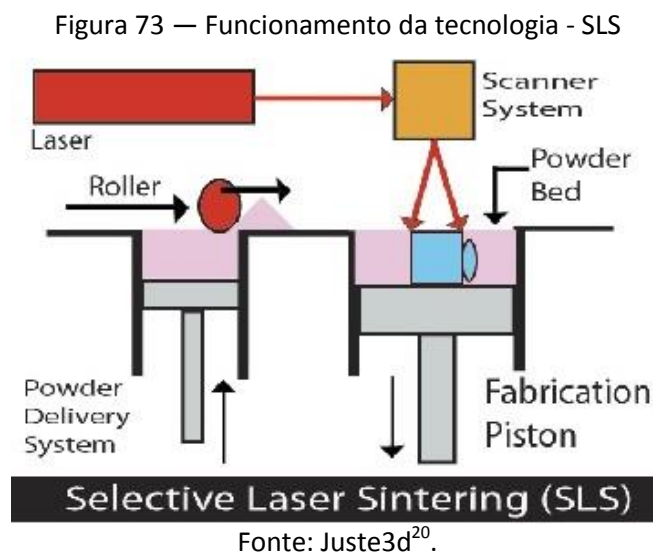
¹⁸ Disponível em: <<http://www.ebah.com.br>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

¹⁹ Disponível em: <<http://conceptkicks.com>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

2.4.2 Sinterização seletiva por laser (SLS)

A sinterização seletiva por laser - Selective Laser Sintering (SLS) produz objetos por meio da distribuição de um pó (metálico ou não) em camadas, em uma área de trabalho onde um feixe de laser de CO₂ realiza o varrimento da superfície fazendo a sinterização seletiva nas zonas determinadas, tornando as zonas não atingidas áreas de sustentação, dispensando a necessidade de estruturas adicionais (RIBEIRO, 2018).

O processo de SLS usa energia do feixe de laser para elevar a temperatura do pó a um ponto de fusão sem realmente derretê-lo. Após a sinterização de cada camada, a plataforma de trabalho desce e é colocada uma nova camada de pó, transportada com o auxílio de um cilindro, espalhando-o sobre a superfície, reiniciando-se o processo de SLS de uma nova camada, apresentado na Figura 73 (RELVAS e SIMÕES, 2007).



²⁰ Disponível em: <<http://just3d.in/index.php/sls/>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

A Figura 74 apresenta um protótipo desenvolvido por meio da SLS.

Figura 74 — Protótipo (SLS)



Fonte: Revista Glamour²¹.

2.4.3 Modelagem por deposição fundida (FDM)

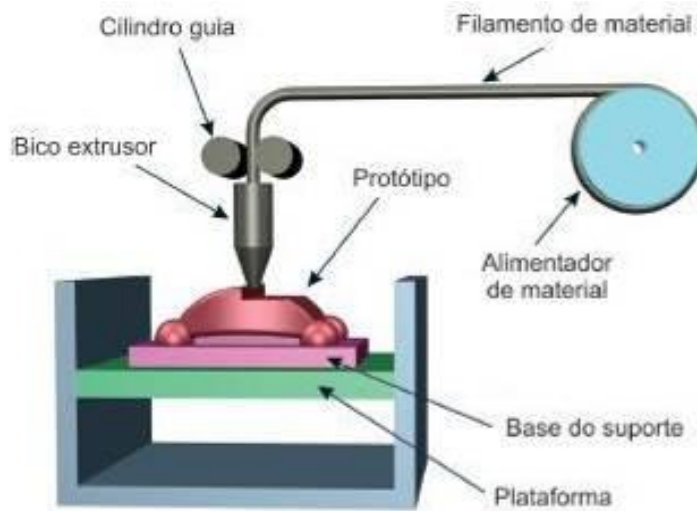
Segundo Gibson; Rosen e Stucker (2015), a modelagem por deposição de material fundido – *Fused Deposition Modeling* (FDM) é a tecnologia mais comum de manufatura aditiva.

O processo FDM permite a construção de objetos com boas propriedades mecânicas e com geometrias complexas. Por meio da importação de um arquivo 3D com a extensão *.stl, podem-se estabelecer parâmetros de impressão no *software* do equipamento, como: resolução da camada, densidade da região interna de cada sólido, além do tipo de preenchimento de suporte (PALOMBINI et al., 2017).

Um filamento de material é aquecido e depositado sobre uma base; pelo fato de estar aquecido o mesmo se une à outra camada anterior, gerando um objeto tridimensional, como é apresentado na Figura 75. A Figura 76 retrata um protótipo desenvolvido por meio da FDM.

²¹ Disponível em: <<http://revistaglamour.globo.com>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

Figura 75 — Funcionamento da tecnologia – FDM



Fonte: impressao3dprinter²².

Figura 76 — Protótipo – salto (FDM)



Fonte: Michal Kukucka²³.

Na tecnologia FDM podem ser utilizados filamentos em PLA, também conhecido como ácido polilático - um termoplástico biodegradável criado a partir do

²² Disponível em: <<http://impressao3dprinter.com.br>>. Acesso em: 03 nov. 17.

²³ Disponível em: <<http://michalkukucka.com>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

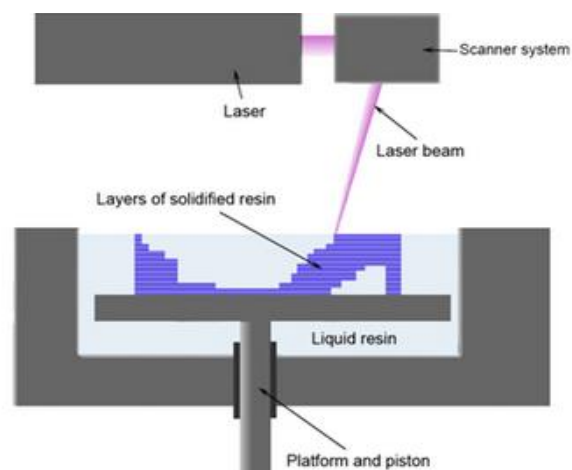
processamento de produtos vegetais, como o milho ou cana-de-açúcar (BOAIMPRESSAO3D, 2018).

Relacionando-se ao FDM, a Guangdong Bosi Sci & Tech Co. Ltd. desenvolveu um filamento em bambu para ser utilizado com essa tecnologia, fato esse que amplia ainda mais a gama de aplicações do artefato em questão (MADE-IN-CHINA, 2018).

2.4.4 Estereolitografia (SLA)

Na estereolitografia ou *Stereolithography* (SLA) existe um recipiente contendo um líquido (resina fotopolimerizável). O raio laser ultravioleta solidifica a área determinada pela geometria da camada do objeto; após a execução da primeira camada, o elevador move-se para baixo e o processo se repete com as camadas subsequentes, conforme exposto na Figura 77. Quando todas as camadas forem solidificadas, a peça é retirada e colocada em uma câmara de pós-cura de raios UV, que irá aumentar a resistência mecânica da peça (DABAGUE, 2014).

Figura 77 — Funcionamento da tecnologia SLA



Fonte: Impresso3d²⁴.

²⁴ Disponível em: <<http://www.impresso3d.com.br>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

A Figura 78 retrata um protótipo desenvolvido por meio da SLA.

Figura 78 — Protótipo (SLA)



Fonte: 3ders²⁵.

O Quadro 1 exhibe os pontos positivos e negativos das Tecnologias Aditivas (TA) supracitadas.

Quadro 1 — Pontos positivos e negativos dos equipamentos (TA)

Tecnologia	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Impressão tridimensional (TDP)	Não necessita de suporte.	Equipamento de alto custo.
Sinterização seletiva a laser (SLS) da 3D Systems	Variedade de materiais, estabilidade dimensional, pouco pós-processamento e construção de várias peças.	Custo alto da máquina, alto consumo de energia, necessidade de tanques de nitrogênio e baixa qualidade superficial da peça.
Modelagem por fusão e deposição (FDM) da Stratasys	Pouco desperdício de materiais e possibilidade de construir peças de grandes dimensões.	Precisão baixa, necessidade de suporte, pós-processamento e processo lento.
Estereolitografia (SLA) da 3D Systems	Assistência técnica bem difundida, boa precisão dimensional, novos materiais e ótimo acabamento.	Necessidade de material de suporte e consequentemente pós-processamento e pós-cura.

Fonte: Adaptado de Vicente (2016).

²⁵ Disponível em: <<https://www.3ders.org>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

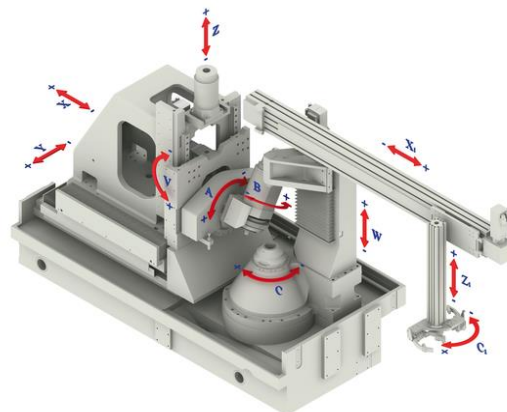
Neste capítulo foram descritas algumas tecnologias aditivas, isto é, que adicionam materiais. A seguir, será descrito um exemplo de tecnologia subtrativa, que retira material de um determinado objeto.

2.4.5 Usinagem por controle numérico computadorizado (CNC)

A usinagem por controle numérico computadorizado (CNC) é realizada por meio da remoção de material a partir de uma peça. Essa tecnologia é conhecida como subtrativa, podendo ser utilizada em diversos materiais como: madeira, alumínio, aço e polímeros. A Figura 79 apresenta um equipamento CNC com 11 eixos - a maior quantidade de eixos auxilia no acesso da ferramenta ao objeto a ser usinado, o que representa maior eficiência com relação à complexidade do objeto a ser confeccionado.

Dependendo da quantidade de eixos do equipamento de usinagem, algumas peças mais complexas não podem ser confeccionadas, devido ao não alcance da ferramenta.

Figura 79 — Sistema de equipamento CNC com 11 eixos



Fonte: Infocube (2017)²⁶.

Segundo Bertrán (2009), o sistema eletroeletrônico de acionamento recebe os sinais do sistema de controle. Além de receber a realimentação do posicionamento, o próprio programa de acionamento controla a velocidade. Os sensores ou chaves de fim

²⁶ Disponível em: <<http://infocube.cz>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

de curso enviam sinais ao Controlador Lógico Programável (CLP) para as tomadas de decisão, baseadas na configuração do *firmware* (*software* do *hardware*) instalado.

A Figura 80 apresenta um protótipo confeccionado em um equipamento CNC.

Figura 80 — Protótipo usinado em CNC



Fonte: Coroflot²⁷.

A utilização do CNC pode tornar-se possível com o BLC, pois o bloco de BLC pode ser usinado. Tratando-se de uma tecnologia subtrativa, o CNC permite a realização de geometrias complexas. Com o intuito de validar a utilização do CNC em BLC, foram realizados testes práticos utilizando-se equipamentos CAD/CAM, tanto por meio de fresas como também corte a laser. Os resultados são apontados no próximo capítulo.

Perfilando as informações supracitadas com a proposta desta tese, em caso de alta demanda de componentes para calçados femininos em BLC, propõe-se que o modelo original seja usinado em equipamento CNC, posteriormente as demais peças sejam usinadas por meio de um torno copiador. Segundo Bonacina (2016), o torno copiador é um equipamento que copia o contorno de uma peça através de mecanismos. É recomendado para alta produtividade.

²⁷ Disponível em: <<http://www.coroflot.com>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, descrevem-se os resultados da presente tese. Como já relatado no capítulo Procedimentos Metodológicos, a pesquisa de campo foi dividida em duas fases, sendo a primeira a realização de entrevistas com diversos agentes da cadeia produtiva do APL estudado, e a segunda a capacitação de mão de obra e preparação dos materiais.

O primeiro grupo entrevistado foi composto por membros integrantes da APL calçadista de Jaú e procurou-se captar se as empresas investem em: Pesquisa & Desenvolvimento (P&D); equipamentos tecnológicos; se houve a percepção de aspectos positivos com a incorporação de tecnologia e principais tipos de saltos adotados. Essas perguntas foram formuladas com o propósito de se obter uma compreensão da cultura de investimento do APL.

3.1 Entrevistas no APL de Jaú

O presente tópico descreve a primeira fase da pesquisa de campo: entrevistas no APL de Jaú. As principais questões abordadas apresentam-se a seguir:

- **As empresas de Jaú investem em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D)?**

Segundo um dos entrevistados, antigamente (anos 2000), as pesquisas eram realizadas por meio de revistas e viagens ao Continente Europeu. Após estas viagens, eram desenvolvidos os calçados femininos no APL calçadista. Atualmente, são realizadas pesquisas na internet, principalmente, por meio de *blogs* e redes sociais.

Um dos participantes afirmou que hoje são, praticamente, oito lançamentos anuais; nos anos 2000 eram apenas dois. Segundo ele, algumas empresas julgaram correto fazer o chamado *preview*, que é um lançamento antecipado do que será vendido futuramente nas lojas, causando a aceleração no tempo de desenvolvimento.

De acordo com os entrevistados, o *preview* surgiu em 2004 na cidade de Jaú. Em muitos casos, o produto feito para o lançamento antecipado chegava à loja e o

consumidor ainda não tinha informação suficiente para identificar a tendência de moda, pois na maioria das vezes eram tendências que ainda estavam começando a chegar no Brasil.

- **Quais as principais inovações tecnológicas?**

Com relação ao processo produtivo, um modelista de fôrmas para calçados femininos cita que o sistema CAD/CAM alterou o processo de desenvolvimento de fôrmas. Atualmente, utilizam-se modelos virtuais para o desenvolvimento, há a digitalização da fôrma; nos anos 2000, esse processo era praticamente artesanal.

Entretanto, tratando-se do desenvolvimento de saltos para calçados femininos, um modelista de saltos para calçados informou que o processo artesanal de desenvolvimento da maquete (modelo piloto) ainda é muito utilizado.

Ele acredita que o sistema CAD/CAM ainda não é muito utilizado no desenvolvimento da maquete devido ao tempo de modelagem, pois segundo ele, um modelista experiente (dependendo da complexidade do salto) faz uma maquete em madeira de forma artesanal em 30 minutos, e se o processo fosse digitalizado (para o mesmo tipo de salto) o tempo seria de aproximadamente 90 minutos entre a modelagem e prototipagem rápida.

- **A tecnologia melhorou o processo de criação e o processo produtivo?**

De acordo com os entrevistados, a tecnologia melhorou na criação e nos processos produtivos, porque o tempo para acessarem as informações globais é menor devido o uso da internet. Os processos produtivos sofreram uma revolução desde a criação, pois são utilizados *softwares* CAD, passando pela concepção até a confecção do produto. Utilizam-se *softwares* e equipamentos computadorizados, havendo a integração do projeto com a manufatura, denominada como sistema CAD/CAM.

Apesar da manufatura do calçado não ser totalmente automatizada, o sistema de corte está integrado ao sistema de modelagem, não sendo mais necessário confeccionar moldes para ser realizado o corte do material, uma vez que um equipamento faz o corte de forma automatizada.

A modelagem de fôrmas foi igualmente alterada. Ela pode ser realizada por meio de *softwares* e confeccionada em equipamentos computadorizados, sendo que a interferência humana é realizada no processo de acabamento, geralmente, utilizando-se lixas.

Existem *softwares* e *hardwares* que podem auxiliar na modelagem do salto. No entanto, no APL de Jaú, ainda é muito utilizado o processo artesanal. Como explicado anteriormente, desenvolve-se o salto em madeira e, posteriormente, são confeccionadas as peças em alumínio para a geração das matrizes de injeção. Portanto, os recursos tecnológicos podem ser melhores explorados no desenvolvimento de saltos.

- **Qual o tipo de salto que seu público prefere?**

Em relação ao tamanho e tipo de salto utilizado, os entrevistados responderam que varia muito de acordo com o público de suas respectivas empresas. Mas a média da maioria foi um salto de 7 a 8 centímetros.

Uma das empresas participantes da pesquisa tem tradição na venda de saltos baixos, com alturas entre 2 e 3 centímetros, e saltos médios, com alturas entre 6 e 7 centímetros. Nos saltos médios são realizadas muitas criações para não ter aparência de calçados para idosas.

Nos anos 2000, os saltos de calçados femininos eram altos e finos, atualmente, são desenvolvidos diversos tipos de saltos, principalmente os médios e grossos.

A modelagem dos calçados nos anos 2000 era feita de forma tradicional, artesanal e, atualmente, o processo digital está sendo cada vez mais utilizado por empresas do APL.

Esse processo de digitalização da modelagem (CAD) alterou não somente o método da modelagem, como também o sistema de corte dos calçados, pois a modelagem digital exporta arquivos diretamente aos equipamentos de corte (CAM), sem a necessidade de serem confeccionados modelos físicos em papelão, nem a manufatura de lâminas de corte para serem utilizadas em prensas hidráulicas.

Segundo um empresário entrevistado, provavelmente no APL, cerca de 40 empresas utilizam a modelagem digital e mais de 100 empresas fazem uso da modelagem tradicional.

Pode-se dizer que a digitalização, especificadamente as tecnologias CAD/CAM, alteraram o desenvolvimento e produção de calçados no APL de Jaú, como aponta o Quadro 2:

Quadro 2 — Evolução nos processos no APL de Jaú

Processos	Anos 2000	Atualmente
Modelagem	Manual	Digital (CAD)
Corte	Manual ou por meio de facas e prensas hidráulicas	Computadorizado (CAM)
Desenvolvimento de fôrmas	Manual	Digital (CAD)
Produção de fôrmas	Tornos copiadores a partir de uma matriz em madeira ou alumínio	Computadorizado (CAM)
Desenvolvimento de saltos	Manual	Pode ser por meio do CAD, no entanto, no APL, geralmente é manual

Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

3.2 Atividades com a Viverde

A segunda fase da pesquisa de campo ilustra a participação de uma comunidade rural, especificadamente a Viverde - associação de produtores rurais - desenvolvida em dois momentos: capacitação dos membros sobre a produção do BLC e preparação sobre a produção de produtos com o referido material.

1º momento - Capacitação da Viverde sobre a produção de Bambu Laminado Colado (BLC)

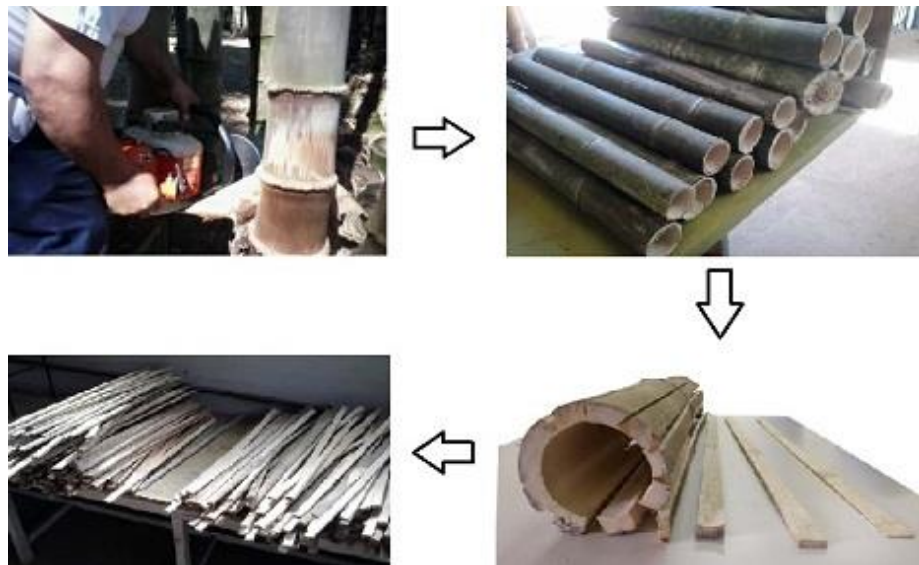
Os associados da Viverde já conheciam o BLC, pois existem produtos deste material no laboratório de bambu da UNESP-Bauru, lembrando que a Viverde é resultado de projeto de extensão deste câmpus; no entanto, os associados da Viverde desconheciam o processo produtivo do mesmo. Sendo assim, foi realizada capacitação sobre a confecção de BLC.

Foi feita a colheita de seis colmos de bambu da espécie *Dendrocalamus asper*. Os colmos selecionados tinham 4 anos de idade. Posteriormente, foram confeccionadas lâminas de bambu, seguindo os mesmos processos apresentados por Ventura (2014).

A capacitação foi oferecida a todos os oito associados da Viverde, porém, somente o presidente, o senhor José Maria Rodrigues, participou da capacitação. O mesmo ficou de repassar esse conhecimento aos demais sete associados, que optaram em não participar desta capacitação porque não havia geração de receita (financeira).

O bambu foi colhido; foram cortadas peças em torno de 900 milímetros; as mesmas passaram por uma serra circular dupla; posteriormente foram extraídos os nós e internós. Por último, as peças foram processadas em uma espécie de plaina. Por meio de uma ferramenta denominada fresa, foram trabalhadas até atingirem a espessura determinada: foram estipuladas lâminas de 1,5 até 5 milímetros, como apresentado na Figura 81.

Figura 81 — Colheita - Processo de BLC



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

As lâminas foram dispostas de forma a não coincidirem os nós, fato que pode tornar o BLC mais frágil. Segundo Pereira e Beraldo (2016), a resistência mecânica da lâmina de bambu é menor na região dos nós. O adesivo em poliuretano à base de óleo de mamona foi aplicado sobre as lâminas por meio de pincel.

Posteriormente, as lâminas foram prensadas por 24 horas. Conforme Ramos (2014), foi aplicada uma carga de 30 N, utilizando-se um torquímetro e, por fim, as lâminas foram processadas em uma desgrossadeira, com o propósito de se obter uma uniformidade da superfície, conforme demonstrado na Figura 82.

Figura 82 — Colagem - Processo de BLC



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

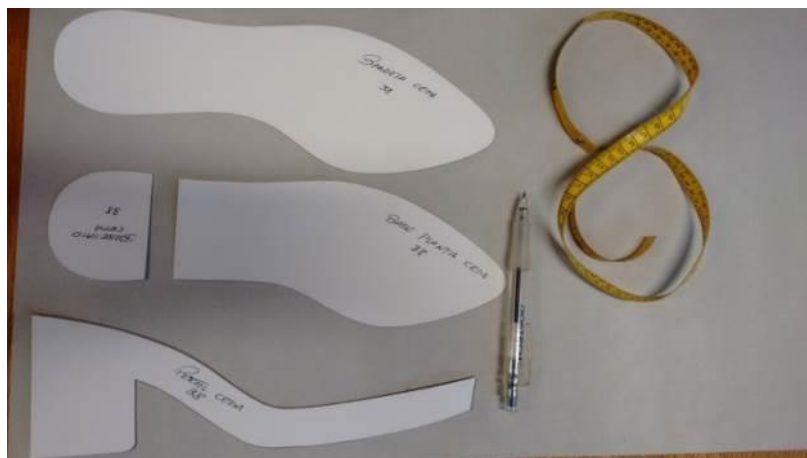
As lâminas geradas nessa capacitação foram utilizadas nos testes práticos apresentados a seguir.

Observação: A carga efetuada no processo de colagem descrito anteriormente corresponde à utilizada na confecção do salto Plataforma. Na confecção dos corpos de prova (saltos) utilizados nos testes físico-mecânicos foi aplicada uma carga de aproximadamente 100.000 N por 4 horas, valendo-se de uma prensa hidráulica.

2º momento - Capacitação sobre a produção de acessórios e componentes (femininos)

Tratando-se de componentes para calçados femininos, são necessários alguns critérios técnicos com relação ao calce, notadamente no desenvolvimento de um salto Plataforma, também conhecido como “cepa”. Foi realizada capacitação junto ao presidente da associação Viverde. A Figura 83 expõe os gabaritos necessários para a confecção da cepa em bambu.

Figura 83 — Gabaritos



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Um projetista de saltos em madeira, que atua no APL de Jaú, primeiramente instruiu de forma expositiva o desenvolvimento de um salto de calçado feminino em madeira. Posteriormente, realizou o desenvolvimento “passo a passo” de um salto Plataforma em madeira.

Após a Viverde ser capacitada sobre o desenvolvimento de BLC e de componentes para calçados femininos, deu-se início à etapa de experimentações, primeiramente de forma tradicional, e posteriormente por meio de equipamentos CAD/CAM.

3.3 Experimentações

A experimentação constitui-se do agrupamento de processos utilizados para verificar as hipóteses. O experimento é essencial na abordagem empírica para a aprendizagem sobre a estrutura física dos elementos que compõem o estudo.

3.3.1 Experimentações com os equipamentos tradicionais (Viverde)

No barracão da Viverde, foi realizada a produção de um par de saltos em madeira pinus, até mesmo antes da execução da cepa em BLC. Esse procedimento foi utilizado para que o operador obtivesse *know how* sobre o processo. Foram empregados gabaritos, demonstrados na Figura 84. Lembrando que os processos produtivos em madeira são similares aos processos produtivos em BLC.

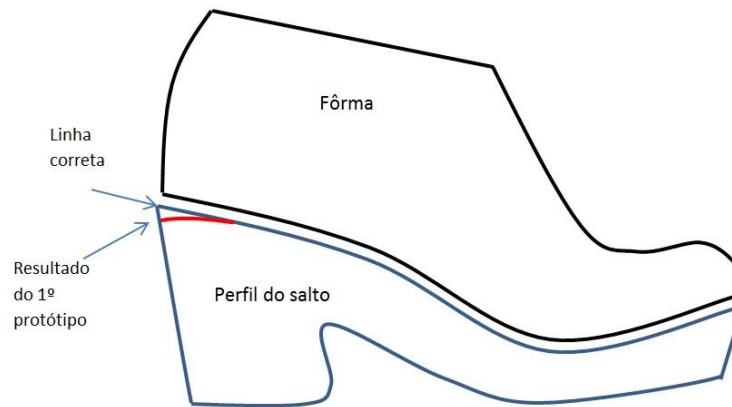
Figura 84 — Utilização de gabaritos



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Posteriormente, o mesmo processo foi realizado com o bloco em BLC. Após a confecção de um bloco em BLC, foram feitas as etapas similares ao processamento da cepa em madeira, utilizando-se de serra de fita e lixadeira de bancada. O salto Plataforma foi aferido por meio da utilização de gabaritos. Os saltos tipo Plataforma ficaram fora das especificações técnicas, pois não houve uma boa relação entre o perfil da fôrma e o perfil do salto - ocorreu um lixamento excessivo na parte posterior (região do calcanhar), como evidencia a Figura 85.

Figura 85 — Representação da relação entre a fôrma e o salto



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

O perfil do salto deve acompanhar os ângulos do perfil da fôrma. A Figura 86 salienta o detalhe fora do padrão.

Figura 86 — Detalhe fora do padrão



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Após a confecção de um novo salto Plataforma, notou-se uma massa excessiva, o que é um fator negativo, pois a massa pode influenciar no critério de conforto do calçado. Uma massa média de um par de calçado feminino é de 500 gramas, no entanto, um par de saltos tipo Plataforma em bambu apresentaria uma massa superior a 1000 gramas. Em se tratando de salto Plataforma, recomendam-se novos estudos com aplicação de sistemas de subtração de material, principalmente com o propósito de se reduzir a massa sem prejudicar a resistência mecânica do componente.

Os saltos tipo Plataforma confeccionados por meio de materiais derivados de petróleo apresentam orifícios que têm o propósito de reduzir a massa do componente e

também a quantidade de materiais utilizados. Fazendo-se uma analogia, utilizou-se o mesmo critério com salto em bambu, conforme apresentado na Figura 87.

Figura 87 — Teste para redução de massa



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Após a execução dos furos, com diâmetros entre 8 e 10 milímetros, a redução de massa foi inferior a 10%. Houve a aplicação de verniz em poliuretano (PU) à base de óleo de mamona, cujo propósito é proteger contra a ação da umidade e de insetos xilófagos. Com relação à aparência, o verniz escureceu o salto Plataforma, conforme demonstrado na Figura 88.

Figura 88 — Cepa em BLC



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Além do salto Plataforma, foram confeccionados ornamentos com aproximadamente 80 mm de diâmetro em BLC, expostos na Figura 89.

Figura 89 — Ornamentos em BLC



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Observação: mesmo com a utilização de gabaritos, notou-se falta de padrão entre as peças, pois os círculos internos apresentaram-se distintos entre si, causando um fator negativo. Provavelmente, um equipamento CNC poderia atender à padronização das formas geométricas dos componentes.

A Viverde produziu os saltos utilizados como corpos de prova em ensaios físico-mecânicos (Figura 90). No entanto, notou-se a falta de padronização nas medidas destes saltos (Figura 91).

Figura 90 — Corpos de prova (saltos em BLC)



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Figura 91 — Falta de padronização dos saltos



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Apesar da Viverde demonstrar características positivas com relação à confecção de produtos em bambu, por meio da venda de colheres e espátulas a uma grande rede de varejo, o processo de trabalho da associação pode ser considerado artesanal e sem padrão, portanto, optou-se pela realização de estudos envolvendo equipamentos tecnológicos, como por exemplo: usinagem do BLC mediante tecnologia subtrativa; gravação e corte de BLC em máquinas de corte a laser.

3.3.2 Desenvolvimento de ornamento em BLC (CAD/CAM)

Foi realizada a confecção de um protótipo em BLC por meio de tecnologia subtrativa; o equipamento utilizado foi a fresadora CNC Roland MDX 540 do CADEP da UNESP de Bauru/SP.

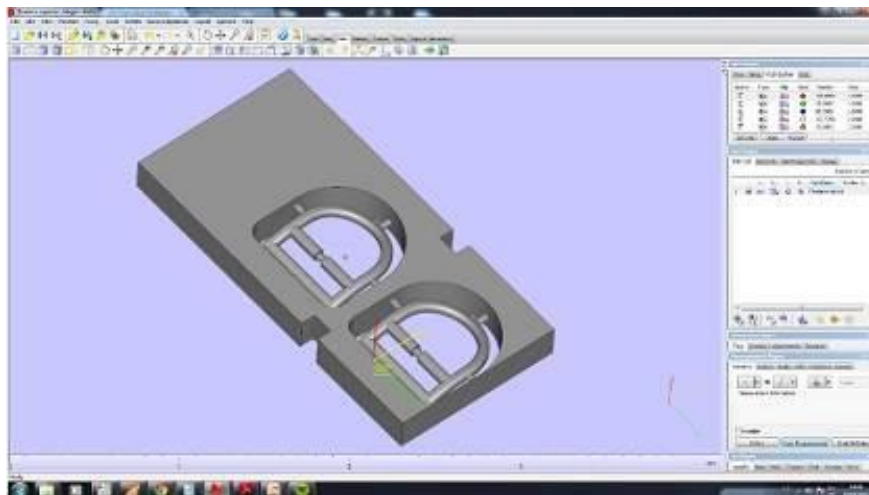
No laboratório de bambu da UNESP de Bauru/SP, foi confeccionado um bloco em BLC, apresentando as seguintes dimensões: 250 x 100 x 25 milímetros. A produção foi com o bambu da espécie *Dendrocalamus asper* com idade de 4 anos.

Foi desenvolvido um modelo virtual no *software* Inventor. Este modelo foi prototipado por meio de uma impressora 3D utilizando-se a tecnologia aditiva (TDP). Após a validação do modelo, iniciou-se o processo para os testes em BLC fazendo uso da tecnologia subtrativa. O *software* do equipamento Roland importou o arquivo *.stl;

por meio do arquivo, o *software* calculou o tempo de processamento, informação importante para a realização do orçamento antes da confecção do protótipo. Pôde-se também especificar o caminho da ferramenta (fresa), apresentado na Figura 92.

Durante as experimentações, concluiu-se que o bloco em BLC utilizado no teste poderia ser menor, no entanto, quando o mesmo foi confeccionado, não estava definida a peça a ser produzida. O bloco deve ser 10 milímetros maior que a peça a ser usinada - a margem serve como segurança para a que a estrutura da peça mantenha-se intacta.

Figura 92 — Imagem no *software* CAM da Roland



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Primeiramente, foi realizado um pré-desbaste (Figura 93) - o avanço da ferramenta é rápido, logo, não foi possível precisar quantos milímetros por segundo era a velocidade da máquina no momento do experimento.

Figura 93 — Tecnologia subtrativa em operação



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Em seguida, foi realizado um desbaste mais lento, dispensando-se a intervenção humana para a finalização do processo de acabamento, conforme apresentado na Figura 94.

Figura 94 — Acessório em BLC feito em CAD/CAM



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Observação: o resíduo gerado pode ser utilizado na confecção de compósitos, por exemplo, chapas de partículas de bambu, aplicadas também em outros produtos.

3.3.3 Desenvolvimento de salto em BLC (corte a laser)

Foi desenvolvido um salto para calçados em BLC. Primeiramente, foram realizados testes de corte de BLC em uma máquina laser de 150 watts; o bloco de BLC

tinha 10 milímetros de espessura; o bambu apresentou queima durante o processo de corte, conforme demonstrado na Figura 95.

Figura 95 — Resultado do teste em BLC de 10 mm



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

O teste de corte foi apresentado ao diretor da Vesta Company, importador de máquinas de corte a laser da cidade de Jaú/SP, o qual informou que existem equipamentos mais potentes que poderiam realizar o corte de bambu em peças de até 15 milímetros. No entanto, não havia equipamento disponível para a realização de demais testes.

Em um segundo momento, optou-se por realizar um teste de corte com lâminas de bambu de 4 milímetros de espessura, posteriormente foi realizada a sobreposição das camadas até a obtenção de 16 milímetros de espessura, como apresenta a Figura 96.

Figura 96 — Salto Anabela em BLC



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

O procedimento de cortar lâminas mais finas (4 milímetros) apresentou-se mais satisfatório do que com o BLC com 10 milímetros de espessura.

Para a obtenção do BLC curvado é necessário haver um molde no formato desejado (Figura 97). Esse molde deve ser aquecido a uma temperatura entre 60°C e 70°C por cerca de 30 minutos (RAMOS, 2014).

Figura 97 — Molde para BLC curvado



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Por meio do molde podem ser desenvolvidas palmilhas. A Figura 98 apresenta o resultado parcial do desenvolvimento de palmilhas.

Figura 98 — Etapa de desenvolvimento de palmilhas em BLC



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

A palmilha foi cortada por meio de uma serra de fita, no entanto, poderia ter sido usinada em uma fresa, tornando o processo mais automatizado.

A Figura 99 apresenta o conjunto formado por uma palmilha e um salto Anabela - esses elementos recebem o nome de construção.

Figura 99 — Construção em BLC



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

O salto em BLC confeccionado por meio de corte a laser demonstrou uma estética satisfatória, no entanto, serão necessários estudos futuros para aprimorar o uso desta tecnologia, pois seria mais adequado o corte de BLC com maior espessura. Nesta pesquisa, foi possível realizar o corte em lâminas de até 4 mm de espessura, devendo suceder uma outra colagem após o corte das lâminas para que o salto tenha uma medida aceitável com relação ao equilíbrio da usuária e demonstre maior resistência mecânica.

3.3.4 Desenvolvimento de adornos (ornamentos) para calçados em BLC (máquina a laser)

Embora seja possível realizar o desenvolvimento de saltos e palmilhas em BLC, o processo é artesanal, utilizando-se equipamentos de marcenaria, como por exemplo, serras e lixadeiras. Em contrapartida ao processo artesanal, optou-se pelo desenvolvimento de enfeites por meio de máquina de corte a laser, pois os adornos podem ser confeccionados em lâminas mais finas, e, diferentemente de um salto ou

palmilha, não são estruturais, portanto, não necessitam apresentar alta resistência mecânica.

Alguns adornos para calçados femininos devem apresentar leve curvatura, com o propósito de ajustarem-se à curvatura do pé. Pensando nesse fator, houve a inspiração no *medium density fiberboard* (MDF), porque pode tornar-se maleável dependendo da geometria cortada, como apresenta a Figura 100.

Figura 100 — MDF maleável



Fonte: Elo7 (2017)²⁸.

Por meio da inspiração no MDF, foram realizados testes utilizando-se corte em máquina a laser na lâmina do bambu, como demonstra a Figura 101. Ressalta-se que as lâminas utilizadas tinham 3 milímetros de espessura.

Figura 101 — Detalhe da geometria do acessório



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

²⁸ Disponível em: <<https://www.elo7.com.br>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

A peça tornou-se maleável após a realização dos cortes (Figura 102).

Figura 102 — Acessório maleável em bambu



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Foi confeccionado um acessório enfeitado com pedrarias; no entanto, o adereço influenciou na maleabilidade da peça, conforme as Figuras 103 e 104.

Figura 103 — Acessório com pedrarias



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Figura 104 — Maleabilidade do acessório com pedrarias



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

A geometria pode influenciar na resistência mecânica e na maleabilidade da peça. O artefato apresentado na Figura 105 ficou mais maleável que o demonstrado na Figura 106, que acabou apresentando uma fissura.

Figura 105 — A geometria influencia na maleabilidade da peça



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Figura 106 — Fissura apresentada na peça



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

A resistência mecânica das peças desenvolvidas apresentou-se insatisfatória, pois no próprio manuseio as mesmas quebravam-se (Figura 107).

Figura 107 — Peças quebradas



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Delineamento para estudos futuros: Os ornamentos foram confeccionados em lâminas únicas. Provavelmente, a lâmina perdeu resistência mecânica após o corte. Sendo assim, o BLC com no mínimo 2 lâminas entre si, dispondo as fibras em sentido perpendicular uma à outra, poderia ampliar a resistência físico-mecânica das peças. No entanto, são necessários novos testes para a validação desta hipótese.

As lâminas de bambu demonstraram aspectos positivos para serem utilizadas na confecção de ornamentos por meio de corte a laser para calçados femininos, contudo, serão necessários estudos futuros sobre a aplicação do bambu nesses componentes, tais como: “Qual a geometria sugerida para se obter melhor resistência físico-mecânica?” “Qual a espessura indicada para a lâmina ser curvada?” “Quais os tipos de adereços que devem ser aplicados?”

Delineamento para o presente estudo: Os ornamentos para calçados femininos são componentes opcionais, podem ou não serem utilizados na confecção do calçado. Sendo assim, optou-se em focar a tese no desenvolvimento de componentes estruturais, como por exemplo o salto para calçado feminino.

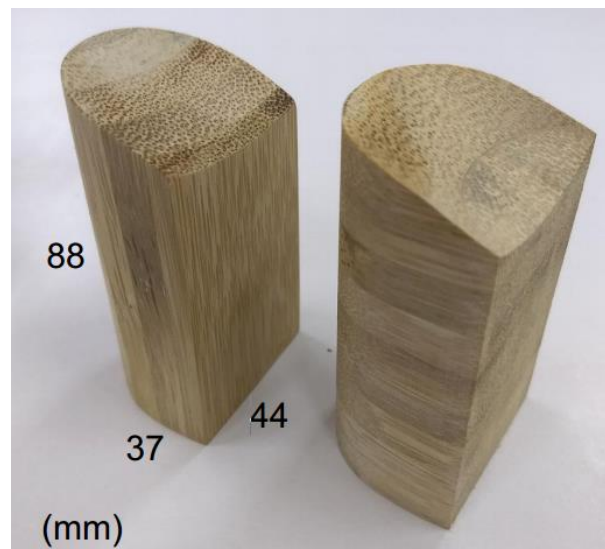
Os saltos são indispensáveis na confecção de calçados, isto é, devem constar tanto no calçado de salto alto como no calçado de salto baixo. Demonstra-se a seguir a elaboração de corpos de prova em BLC para a realização de ensaios físico-mecânicos.

3.3.5 Ensaios físico-mecânicos

Com o propósito de investigar diretrizes para o design de saltos em bambu para calçados femininos, realizaram-se ensaios físico-mecânicos em saltos em BLC e saltos em madeira pinus conforme a ABNT NBR 15191: 2012 – Construção inferior do calçado – Saltos - determinação da resistência à fadiga por impacto (Pica-Pau).

Desta forma, foram confeccionados pela Viverde dezenas de corpos de prova (saltos) em BLC vertical e BLC horizontal (Figura 108). Os corpos de prova em BLC foram produzidos por meio de adesivos em poliuretano (PU) à base de óleo de mamona e também adesivo Titebond III - Ultimate Wood Glue à prova d' água.

Figura 108: Saltos em BLC vertical e BLC horizontal



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

O Quadro 3 demonstra os resultados obtidos no ensaio de determinação da resistência à fadiga por impacto.

Quadro 3 — Determinação da resistência à fadiga por impacto

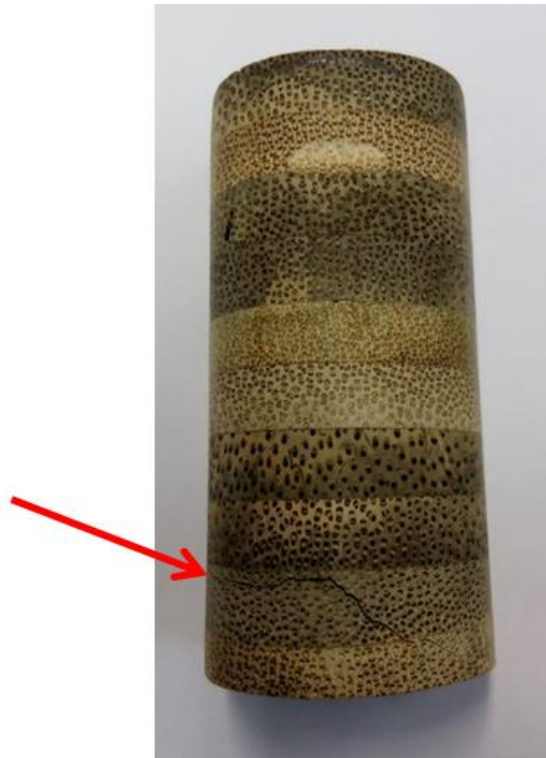
Descrição	Adesivo	Resultado
BLC vertical	Titebond	Sem danos
BLC vertical	PU à base de óleo de mamona	Sem danos
BLC horizontal	Titebond	Trincamento do salto
BLC horizontal	PU à base de óleo de mamona	Quebra total do salto
Madeira pinus	Sem adesivo = maciço	Sem danos

Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Todos corpos de prova em BLC vertical permaneceram intactos, tanto com o adesivo Titebond quanto com o adesivo à base de óleo de mamona. Os corpos de prova em pinus também não tiveram danos.

Os três corpos de prova em BLC horizontal unidos com adesivo Titebond apresentaram trincas - a Figura 109 exibe a trinca em um dos corpos de prova. Os três corpos de prova em BLC horizontal preparados com PU à base de óleo de mamona quebraram-se totalmente.

Figura 109: Trinca no corpo de prova



Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Como todos os seis corpos de prova em BLC horizontal sofreram danos, pode-se entender que o posicionamento de lâminas de bambu na horizontal não é o mais indicado para a confecção de saltos para calçados femininos.

Geralmente, os saltos são fixados às palmilhas por meio de pregos ou parafusos. No caso do bambu, devem ser utilizados parafusos com o propósito de se evitar trincas.

Com a finalidade de se quantificar a resistência ao arrancamento de parafusos dos saltos, efetuaram-se ensaios de acordo com a ABNT NBR 15195:2015. O Quadro 4 expõe os resultados dos testes em Newton (N).

Quadro 4 — Resultados do teste de arrancamento de parafuso (Newton=N)

Corpo de prova	BLC vertical	BLC horizontal	Pinus
1	455	521	401
2	394	477	417
3	419	488	454
Média	422,67	495,33	424,00
Desvio padrão	30,66	22,90	27,18

Fonte: Elaborado por Flávio C. Ventura.

Os corpos de prova em BLC vertical apresentaram uma média de 422 N (Newton), os corpos de prova em BLC horizontal demonstraram uma média de 495 N, os corpos de prova em pinus tiveram uma média de 424 N.

A média do BLC horizontal foi acima da média dos demais (BLC vertical e pinus). No entanto, conforme informado anteriormente, o BLC horizontal não teve um resultado satisfatório nos testes de resistência à fadiga por impacto, pois três corpos de prova em BLC horizontal (adesivo Titebond) trincaram, e outros três corpos de prova em BLC horizontal (adesivo PU à base de óleo de mamona) quebraram totalmente.

No ensaio de arrancamento de parafusos, os valores das médias entre o BLC vertical e o pinus foram próximos. Esse é um fator positivo, pois os saltos em pinus são utilizados por fabricantes calçadistas. Sendo assim, conclui-se que o BLC vertical é o mais indicado para a confecção de saltos para calçados femininos.

Nesta tese foram desenvolvidos saltos e ornamentos para calçados femininos em BLC utilizando-se a espécie *Dendrocalamus asper*. Foram empregados colmos com 4 anos de idade. Após esses desenvolvimentos, podem-se indicar algumas **diretrizes** para a utilização do bambu no design de componentes para calçados femininos, tais como:

- 1. Produzir o BLC utilizando colmos de espécies de grande porte com idades entre 3 e 7 anos, pois apresentam maior resistência mecânica;**

- 2. Fabricar chapas de partículas de bambu com o resíduo gerado no processamento do BLC;**
- 3. Utilizar equipamentos de usinagem CNC para a obtenção de um padrão satisfatório das peças;**
- 4. Valer-se da peça em BLC usinada em CNC como modelo em equipamento copiador de usinagem, pois o equipamento copiador mecânico é utilizado em casos de alta demanda, assim o tempo e o custo de fabricação podem ser reduzidos;**
- 5. Utilizar o BLC com espessura menor que 10 mm quando for cortá-lo em equipamentos de corte a laser com 150 watts de potência, pois o BLC pode pegar fogo em espessuras maiores ou iguais à 10 mm;**
- 6. Cortar lâminas de bambu com 3 mm de espessura por meio de corte a laser para a obtenção de lâminas maleáveis;**
- 7. Estudar possibilidades variadas de geometria (desenho) do corte a laser, pois esta pode influenciar na maleabilidade e resistência mecânica da peça cortada. As lâminas tornam-se mais frágeis após a realização de determinados cortes;**
- 8. Não utilizar o BLC horizontal para a confecção de saltos para calçados femininos, pois os saltos em BLC horizontal não atenderam à norma ABNT NBR 15191:2012;**
- 9. Empregar o BLC vertical na produção de saltos para calçados femininos, pois os saltos em BLC vertical não apresentaram danos em teste de resistência à fadiga por impacto (ABNT NBR 15191:2012) /**

Demonstraram valores similares aos saltos em madeira pinus, no ensaio de resistência ao arrancamento de parafuso (ABNT NBR 15195:2015).

4 CONCLUSÃO

Esta tese foi realizada em um APL de calçados femininos. Este APL apresentou evolução tecnológica desde os anos 2000. A pesquisa de tendências que era feita por meio de revistas e viagens ao exterior alterou-se para pesquisa na internet. O desenvolvimento de fôrmas que era mecânico passou a ser digital. A modelagem que era artesanal, agora é realizada por meio de *softwares*. O corte era manual ou mecânico, atualmente é automatizado. O processo de digitalização, ou seja, o sistema CAD/CAM está sendo incorporado pelo APL gradativamente. No entanto, o método de desenvolvimento de saltos, geralmente, é feito de forma artesanal.

Os saltos para calçados têm destaque na história da moda, demonstravam distinção entre classes sociais. Passaram por mudanças ao longo dos anos, por exemplo, foram de plataformas em cortiça até saltos altos e esguios, possibilitados pela introdução do pino de metal (salto *Stiletto*). Atualmente, a moda define-se pela multiplicidade: praticamente fabricam-se todos os tipos de saltos.

Os do tipo em madeira são vistos em abundância no mercado. Já os em bambu são mais raros. O bambu é uma matéria-prima muito utilizada em diversos países, principalmente em países asiáticos. Este material cresce rapidamente, destaca-se pela boa resistência mecânica, pode ser considerado como alternativa para a substituição da madeira no futuro, podendo auxiliar na questão da sustentabilidade.

É conhecido por sua multiplicidade de usos, como por exemplo: agricultura; artesanato; reflorestamento; mobiliário e construção civil. O bambu é utilizado pelo homem há milênios, mas seu formato irregular dificulta seu uso em determinados segmentos. Entretanto, é possível sua aplicação na forma do BLC, que padroniza seu formato e amplia as possibilidades de formas e aplicações dessa matéria-prima.

Na região da cidade de Bauru/SP, existe uma associação rural que se utiliza do bambu como matéria-prima no desenvolvimento de seus produtos. Essa associação é conhecida como Viverde. Apesar da Viverde demonstrar conhecimentos técnicos com

o uso do bambu, a mesma não tinha noções sobre o processo do BLC e desconhecia as técnicas de fabricação de componentes para calçados femininos.

O presidente da Viverde foi capacitado sobre a confecção do BLC, bem como acerca do desenvolvimento de saltos para calçados, ficando responsável em replicar esse conhecimento aos demais associados.

Primeiramente, o presidente da Viverde aprendeu sobre o processamento BLC, desde a colheita até a formação do bloco. Posteriormente, o mesmo foi até o APL de Jaú, no qual um projetista de saltos para calçados femininos realizou o desenvolvimento “passo a passo” de um salto Plataforma em madeira. Este procedimento foi replicado pelo presidente da associação com o BLC, tanto com o salto Plataforma como com os saltos utilizados nos ensaios físico-mecânicos.

Apesar do presidente da Viverde ser capaz de replicar os saltos em BLC, notou-se uma falta de padronização destes componentes. Neste caso, para se garantir o padrão dos componentes, recomendou-se a utilização de sistemas CAD/CAM e de sistemas mecânicos.

Esta tese apresentou a integração entre os sistemas CAD/CAM e o bambu, utilizando, como exemplo prático, o design de componentes (saltos) para calçados femininos em bambu. Geralmente, os saltos para calçados femininos são produzidos em polímeros derivados de petróleo. No entanto, os mesmos podem ser produzidos por meio de materiais de fontes renováveis, como por exemplo, o BLC vertical.

Devem ser utilizadas espécies de grande porte com idade mínima de 3 anos na fabricação do BLC, pois o colmo maduro apresenta maior resistência mecânica. É possível produzir chapas de partículas de bambu utilizando-se o resíduo do processamento do BLC. Portanto, o resíduo do BLC pode dar origem a novos produtos.

Com o propósito de se obter um padrão satisfatório das peças produzidas, recomenda-se utilizar equipamentos de usinagem CNC, precisamente a tecnologia

subtrativa. Após a confecção da peça modelo por meio do CNC, pode servir-se da mesma como modelo em equipamento copiador mecânico. Este processo mecânico pode proporcionar um menor custo na fabricação das peças em caso de alta demanda.

Os saltos para calçados femininos não devem ser confeccionados em BLC horizontal, os testes físico-mecânicos comprovaram que o BLC vertical é mais indicado na fabricação dos saltos. Os resultados dos saltos em BLC vertical foram similares aos resultados dos saltos em madeira pinus, material comumente utilizado na fabricação de saltos para calçados femininos.

Como limitações para o estudo podem-se citar: a fragilidade apresentada por determinadas peças em BLC cortadas a laser; a falta de padronização dos produtos desenvolvidos pela Viverde, inclusive dos corpos de prova; questão social, pois a Viverde é uma associação que está perdendo associados - no início da pesquisa eram oito pessoas, ao final, somente três pessoas estavam associadas. Pode-se citar a falta de engajamento de alguns associados, pois os mesmos não participavam das atividades de capacitação caso não fossem ressarcidos financeiramente.

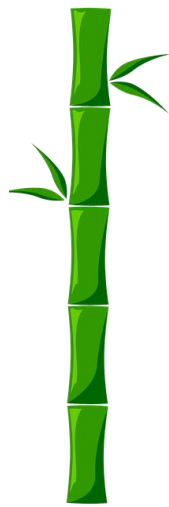
Pode-se dizer que a atividade de design envolvendo diretamente seres humanos, não somente como usuários, mas sim como seres operacionais, é uma atividade complexa. Compreende aspectos emocionais, sociais e culturais. A capacitação da Viverde demonstrou a dificuldade em se conciliar as pessoas às tarefas designadas, é complicado alinhar os diferentes agentes (associados) em um pensamento convergente, quando muitas vezes, apresentam pensamentos divergentes. Há também o inconveniente da falta de padronização das peças e da atividade laboral, especificamente referindo-se aos hábitos de trabalho. Deve-se haver um trabalho constante com relação às mudanças de costume, com o propósito de se obter um padrão satisfatório, tanto no processo produtivo quanto nas peças desenvolvidas.

Em resposta aos problemas da Viverde supracitados, um grupo de alunos de pós-graduação em Design da UNESP Bauru reuniu-se com o propósito de restaurar a associação. Iniciaram um projeto denominado ReViverde, onde os alunos estão propondo ações para proporcionar um aumento na renda dos associados, assim como inserção de novos produtos e iniciativas para a inclusão de novos associados.

Conclui-se ao final desta tese que o setor calçadista deve investir em novos materiais. O bambu surge como uma alternativa, é resistente, apresenta rápido crescimento e estética agradável, enfim, é um material com múltiplas aplicações e pode, sim, ser utilizado na fabricação de saltos para calçados femininos. Os estudos futuros poderão tratar do resíduo gerado na produção do BLC, pois o mesmo poderia ser utilizado na fabricação de outros produtos, principalmente por meio de compósitos (chapas de partículas de bambu). Recomenda-se realizar estudos sobre a viabilidade financeira da aplicação do BLC em saltos. É interessante também experimentar outras espécies na confecção de ornamentos em BLC.

Com relação aos aspectos financeiros, vale realizar um paralelo entre as tábuas de corte em madeira e em BLC. Atualmente encontram-se no mercado nacional diversos modelos dessas tábuas em BLC, entretanto, são importadas da China. A tecnologia aditiva pode ser fonte de estudos futuros, inclusive utilizando-se compósitos de filamentos em bambu. Essa tecnologia abre novas possibilidades de aplicações dessa matéria-prima em componentes para calçados femininos.

Na presente tese foram realizados estudos sobre ornamentos para calçados femininos utilizando-se o corte a laser em lâminas de bambu. Recomendam-se estudos aplicando: geometrias; espessuras variadas; BLC, com o propósito de se explorar as possibilidades deste material na confecção dos ornamentos.



5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15191**: Construção inferior do calçado – Saltos – Determinação da resistência à fadiga por impacto (Pica-Pau). Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 15195**: Construção inferior do calçado – Saltos – Determinação ao arrancamento de pregos e parafusos. Rio de Janeiro, 2015.

ASTM D5456 – International Standard Worldwide - **Standard specification for evaluation of structural composite lumber products**. 2017 Edition, March 1, 2017.

AURÉLIO. **Dicionário do aurélio on-line**. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

BERALDO, A. L.; RIVERO, L. A. **Bambu laminado colado (BLC)**. *Floresta e Ambiente*, v. 10, n. 2, p. 36-46, ago./dez. 2003.

BERTRÁN, J. A. R. **Sistematização do processo de projeto em automação de máquinas cartesianas com acionamento eletromecânico-ênfase no posicionamento**. 2009. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BOAIMPRESSÃO3D. **Filamentos em PLA para FDM**. Disponível em: <<https://boaimpressao3d.com.br/shop/filamentos-para-impresora-3d/filamento-pla-laranja-1kg/>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

BONACINA, F. **Definição do processo de fabricação de um produto em desenvolvimento baseado no custo de fabricação de uma indústria metalúrgica**. 2016. 59 p. Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, Marília: SP, 2016.

BRASIL. Lei n. 12.484, de 8 de setembro de 2011. Dispõe sobre a política nacional de incentivo ao manejo sustentado e ao cultivo do bambu – PNMCB. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 set. 2011.

BRASIL. Projeto de lei PL 3329/2015. Cria a política nacional de tecnologia social. **Câmara dos Deputados**, Brasília, DF, 29 dez. 2015.

BRITO, F. M. S. **Efeito da termorretificação nas propriedades tecnológicas do bambu**. 2013. 99 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências

Florestais) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013.

CADEPUNESP, **Centro avançado de desenvolvimento de produtos da UNESP**. Câmpus de Bauru. Disponível em: <<http://cadepunesp.com.br/>>. Acesso em: 22 set. 2014.

CARRASCO, J. M. **Estilismo e modelagem: técnica do calçado**. Porto Alegre: Palloti, 1995.

CASTRO, J. A. G. F. de. **Design com identidade: por meio de estudos sócio-culturais e dos signos**. 2007. 126 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Design) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2007.

CELANI, G.; BERTHO, B. C. **A Prototipagem no Processo de Produção de Maquetes de Arquitetura**. Gráfica, Curitiba, Paraná. 2007. Artigo. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~lapac/papers/celani-bertho-2007.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2015.

CHOKLAT, A. **Design de sapatos**. São Paulo: Senac, 2012.

CONTADOR JR. O. **Tecnologia e proteção ambiental nas indústrias de couro e calçados da região de Jaú – SP**. 2004. 173 p. Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário de Araraquara, 2004.

COSTA, A. B. **Competitividade da indústria de calçados: estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: UNICAMP, 1993. Nota Técnica setorial do complexo têxtil.

DABAGUE, L. A. M. **O processo de inovação no segmento de impressoras 3D**. 2014. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, 2014.

DIAS, M. B. **Proposta de desenvolvimento de uma máquina de corte a laser para facilitar a prototipagem**. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Tecnologia em Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília – UNB, 2015.

DIAS, G. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2006. 226 p.

DÍAZ, G. A.; CRUZ, R. A.; CHÁVEZ, A. M. Optimization of the bamboo *guadua angustifolia kunth* in the elaboration of glued laminated elements for constructive use. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 466, conference 1, 2013.

EMÍDIO, L. F. B. **Modelo MODThink: O Pensamento de Design Aplicado ao Ensino-Aprendizagem e Desenvolvimento de Competências Cognitivas em Modelagem do Vestuário**. 2018. 229 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2018.

EUFLASIO, A. M.; GIMENEZ, C. E. **Comparativo entre desenvolvimento (artesanal e virtual) de saltos para calçados femininos**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia em Gestão da Produção Industrial) - Faculdade de Tecnologia de Jahu - Fatec Jahu, 2014.

EYCHENNE, F. A.; NEVES, H. **Fab Lab: a vanguarda da nova Revolução Industrial**. São Paulo: Editorial Fab Lab Brasil, 2013.

FILGUEIRAS, T. S.; GONÇALVES, A. P. S. A check list of the basal grasses and bamboos in Brazil. **Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society**, v. 18, n. 01, p. 8-10, 2004.

FLETCHER, K. **Sustainable Fashion and Textiles: Design Journeys**. London: Earth Scan, 2008.

FOGGIATTO, J. A.; AHRENS, C. H.; SALMORIA, G. V.; PIRES, A. T. N. Moldes de ABS Construídos pelo Processo de Modelagem por Fusão e Deposição para Injeção de PP e PEBD. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 5, p. 349-353, 2004.

FONSECA, J. J. S. da. **Metodologia da pesquisa científica**. Ceará: Universidade Estadual do Ceará, 2002.

GARCIA, C. **Moda é comunicação: experiências, memórias, vínculos**. São Paulo: Anhembi Morumbi, 2007.

GIBSON, I.; ROSEN, D. W.; STUCKER, B. **Additive manufacturing technologies**. New York: Springer, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GONÇALVES, A. T. P.; LEITE, M. S. A.; SILVA, R. M. Um estudo preliminar sobre as definições e as diferenças dos principais tipos de arranjos empresariais. **Revista Produção Online**, v. 12, n. 3, p. 827-854, 2012.

GUTJAHR, J. **Desenvolvimento e implementação de um sistema CNC, modular e reconfigurável, para processos laser**. 2016. 196 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em engenharia mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Centro Tecnológico, Florianópolis - SC, 2016.

HATADANI, P. da S.; REZENDE, I. Y. V. S. Raízes culturais paranaenses no design de moda: o processo criativo no desenvolvimento de estampas. Universidade Estadual de Londrina – UEL. **Projética**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 97-114, jan./jun. 2017.

HIDALGO LOPEZ, O. **Bamboo, The gift of the gods**. Oscar Hidalgo Lopez editor, 2003. 553 p.

HOFFMANN, W. A. M; GREGOLIN, J. A. R; OPRIME, P. C. **A contribuição da inteligência competitiva para o desenvolvimento de Arranjos Produtivos Locais: caso Jaú - SP**. Santa Catarina: UFSC, 2004. Periódicos.

HOLLANDER, A. **O sexo e as roupas: a evolução do traje moderno**. Rio de Janeiro. Rocco, 1996.

HUANG, XY. QI, JQ. XIE, JL. HAO, JF. QIN, BD. CHEN, SM. **Variation in Anatomical Characteristics of Bamboo**, *Bambusa rigida* (Variasi dalam Ciri Anatomi Buluh, *Bambusa rigida*). *Sains Malaysiana* 44(1)(2015): 17-23.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2. ed. revista e ampliada. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2005.

JARA, C. J. **A sustentabilidade do desenvolvimento local**. Rio de Janeiro: IIED/AS-PTA – Secretaria do Planejamento do Estado de Pernambuco, 1998. 316 p.

KICK, P. G. S. **Projeto SOU**. 2017. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso em Design) - Universidade Estadual Paulista UNESP - Bauru, 2017.

KLEIN, E. E. O nordeste como plataforma de produção e exportação de calçados. In: Seminário Nacional da Indústria de Calçados, 12., 2008, Ceará. **Seminário**. Ceará, 2008.

LACALLE, L. N. L. de; LAMIKINZ, A. **Machine tools for high performance machining**. 1. ed. London: Springer-Verlag, 2009. 456 p.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LEITE, Â. A. M. A importância do conhecimento para o desenvolvimento do setor calçadista brasileiro. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A energia que move a produção: Um diálogo sobre a integração, projeto e sustentabilidade, XXVII, 2007, Foz do Iguaçu - PR, Brasil. **Encontro**. Foz do Iguaçu – PR, 09-11 out. 2007.

LÖBACH, B. **Design Industrial. Bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Editora Blucher, 2001.

MADE-IN-CHINA. **Filamentos em bambu para FDM**. Disponível em: <https://made-in-china.com/co_bosikj/product_Bamboo-Wood-Filament-for-3D-rinter_eeehhygg.html>. Acesso em: 12 nov. 2018.

MANZINI, E. **Sustainability: systemic change and social learning process**. INDACO - Politecnico di Milano, 2007.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to cradle: Remaking the way we make things**. New York: North Point Press, ISBN-13: 978-0-86547-587-8.2002.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE. **Relação anual de informações sociais - RAIS. Estatísticas**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/rais/estatisticas.htm>>. Acesso em: 11 jun. 2014.

MULTICAM. **Máquina de corte via jato de água**. Disponível em: <<http://multicam.com/3000-cnc-waterjet/>>. Acesso em: 03 out. 2017.

NEDER, R. T. **Direitos de propriedade comum das tecnologias sociais como ambiente de inovação social** (Termo de referência para um marco regulatório). Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/Centro de Desenvolvimento Social/UnB, Brasília. Cadernos de Pesquisa e Extensão, ano 2, 2009, 1. versão, n. 2. Série monografias seriadas sobre tecnologia, inovação social e sustentabilidade.

OLIVEIRA, A. M. R; GARCIA, L. B. R. O polo calçadista de Jaú: Suas implicações sócio econômicas e espaciais. In: GERARDI, Lucia Helena de Oliveira; MENDES, landara Alves (Org.). **Teoria, Técnicas, Espaços e Atividades: Temas de Geografia Contemporânea**. Rio Claro: UNESP/Associação de Geografia Teorética AGETEO, 2001. 432 p.

OLIVEIRA, E. A. G. de. **Design sistêmico e ecoinovação: Estratégias sustentáveis aplicadas para o polo de confecções de Pernambuco**. 2013. 390 p. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Design) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru-SP, 2013.

PALOMBINI, F. L; KINDLEIN JÚNIOR, W.; SILVA, F. P.; MARIATH, J. E. A. Design, biônica e novos paradigmas: uso de tecnologias 3D para análise e caracterização aplicadas em anatomia vegetal. **Design & Tecnologia**: UFRGS, v. 13, p. 46-56, 2017.

PEREIRA, M. A. dos R. Implantação do projeto bambu no assentamento rural horto de Aimorés. In: OLIVEIRA NETO, Luttgardes de; CARNEIRO, Marcelo Carbone; LISBOA FILHO, Paulo Noronha (Org.). **Universidade e sociedade**. São Paulo: Cultura Acadêmica/Editora UNESP, 2015. 353 p.

PEREIRA, M. A. dos R.; BERVALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. 2. ed. Bauru: Canal 6 editora, 2016. 239 p.

PIPERI, E.; GALANTUCCI, L. M.; KAÇANI, J.; SHEHI, E; SPAHIU, T. From 3D foot scans to footwear designing & production. In: International Conference of Textile, 6., 2014, Tirana – Albania. **Conference**. Tirana – Albania, 2014.

PLYBOO. **North America's premier supplier of quality bamboo plywood and flooring products**. (2017) Disponível em: <<https://plyboo.com/>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

RAMOS, B. P. F. **Metodologia de curvatura de bambu laminado colado (BLaC) para fabricação de mobiliário – diretrizes para o design**. 2014. 114 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Design) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Artes, Arquitetura e Comunicação (FAAC), Bauru-SP, 2014.

RAMOS, B. P. F.; PEREIRA, M. A. R. O Uso do Bambu Laminado Colado na Confecção de Mobiliário. **Revista Estudos em Design**, Rio de Janeiro - RJ, v.22.1, abr. 2014.

RÉGIS, F. M. **Ecodesign: potencialidades do bambu**. 2004. Monografia (Curso de Design) - Universidade de Salvador. 2004. Disponível em: <<http://bambubrasileiro.com>>. Acesso em: 10 out. 2017.

RELVAS, C. e SIMÕES, J. A. **Apontamentos de Tecnologia de Prototipagem, disciplinas de Concepção e Fabrico Assistidos por Computador e Projecto (2º ano MIEM) e Produção Assistidos por Computador (3º ano licenciatura em EGI)**, Universidade de Aveiro, 2007.

RIBEIRO, K. C. de A. **Estudo da aplicação de peles naturais exóticas para a confecção de calçados na indústria brasileira**. 2004. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria - RS, 2004.

RIBEIRO, T. R. R. **Design & Tecnologia: Manufatura aditiva por sinterização de poliestireno em equipamento de gravação e corte a laser**. 2018. 147 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Design) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Porto Alegre - RS, 2018.

RODRIGUES, T. O.; ROUSET, P. L. A. **Effects of torrefaction on energy properties of Eucalyptus grandis wood**. *Cerne, Lavras*, v. 15, n. 4, p. 446-452, 2009.

SAMPIERI, R. H. **Metodología de La Investigación**. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A de C.V., 6. ed. México, 2014. 634 p.

SANTI, T. Bambu para toda obra. **Revista O papel**, São Paulo, 2015. p. 22-34.

SASAOKA, S. **Relações entre design, moda e artesanato na contemporaneidade: Estudos de caso no segmento de vestuário a rigor e acessórios de couro no eixo**

centro-oeste e noroeste no interior de São Paulo. 2016. 173 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Design) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru-SP, 2016.

SCHMIDT, M. R. **Modelagem Técnica de Calçados.** Porto Alegre: SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2005.

SCHMITZ, H. **Responding to global competitive pressure: local co-operation and upgrading in the Sinos Valley, Brazil.** Brighton: Institute of Development Studies, 1998. 58 p. (IDS Working Paper, 82).

SEBRAE. **Estudo da atividade empresarial: Setor Calçadista: Fabricação de Calçados Femininos – Jaú/SP.** Disponível em: <<http://sebrae.com.br>>. Acesso em: 12 abr. 2006.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, 4. ed., ver. atual. Florianópolis, UFSC, 2005. 138 p.

SILVA, G.; HEBER, F. Ecologia organizacional e teoria de redes: uma análise contemporânea da formação de APLS. **Gestão & Regionalidade**, v. 30, n. 88, p. 34-48, 2014.

SILVA, R. M. C. **O Bambu no Brasil e no mundo.** Goiânia - GO, 2005. Disponível em: <http://institutoeu.com.br/arquivos/downloads/Bambu_no_Brasil_e_no_Mundo_56403.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2017.

SINDICALÇADOS DE JAÚ. **Caracterização do APL de calçados femininos de Jaú.** APL. Disponível em: <<http://sindicaljau.com.br>>. Acesso em: 24 jul. 2014.

SUH, S. H. **Theory and design of CNC systems.** 1. ed. London: Springer-Verlag, 2008. (Springer series in advanced manufacturing).

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R.; SAMPAIO, S. E. K. Aglomerações industriais no Estado de São Paulo. **Economia Aplicada**, v. 5, n. 4, 2001.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R.; SAMPAIO, S. E. K. **Coefficientes de Gini locais – GL: aplicação à indústria de calçados do Estado de São Paulo.** Belo Horizonte: Nova Economia, v. 13, n. 2, p. 39-50, 2003.

TORRES, Gabriel. **Hardware: curso completo.** Rio de Janeiro: Axel Books Brasil, 2001.

VARGAS, I. P. R. **Conforto no calçado feminino.** Editora: Florianópolis: UFSC, 2011. UFSC, Florianópolis, 2011.

VENTURA, F. C. **Aplicabilidade da metodologia ecodesign à produção de calçados femininos**, 2014. 90 p. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2014.

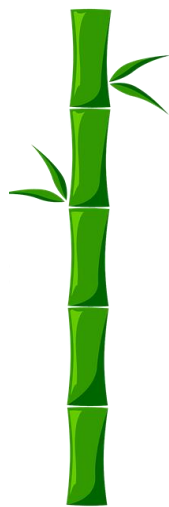
VICENTE, C. L. **O design de calçado e a impressão 3D**, 2016. 81 p. Dissertação (Mestrado em Design de Moda) - Universidade da Beira Interior, Faculdade de Engenharias Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis, Covilhã, 2016.

VILLAS-BOAS, A. **Identidade e cultura**. Rio de Janeiro: 2AB, 2002.

WALFORD, J. **Fashion-History**. Disponível em: <<http://fashion-history.lovetoknow.com/fashion-history-eras/history-womens-shoes>>. Acesso em: 10 out. 2018.

WANDERLEY, R. G. **Gestão do conhecimento aplicada a comunidades produtivas artesanais**. 2015. 254 p. Tese de doutorado (Programa de Pós-graduação em Design) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru-SP, 2015.

XIAO Y.; INOUE M.; PAUDEL S. K. (Org.). **Modern bamboo structures**. Boca Raton: CRC Press, 2008.



6 Apêndices

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(TERMINOLOGIA OBRIGATORIO EM ATENDIMENTO A RESOLUÇÃO 466/12-CNS-MS)




A pesquisa "DIRETRIZES PARA O DESIGN DE COMPONENTES EM BAMBU PARA CALÇADOS FEMININOS" tem o objetivo de apresentar diretrizes para a relação entre os sistemas CAD/CAM e o bambu, utilizando, como exemplo prático, o design de componentes para calçados femininos em bambu.

Sua participação nesta pesquisa será muito importante e apresentará completo sigilo. Os dados coletados serão utilizados apenas nesta pesquisa e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas. Nenhum dos procedimentos e atividades realizadas serão invasivos e não causarão nenhum desconforto ou risco à sua saúde, tendo em vista que as atividades a serem realizadas fazem parte do cotidiano da maioria das pessoas. Em caso de dúvidas, você será totalmente esclarecido pelos responsáveis pela pesquisa antes e durante a realização do experimento, além da possibilidade de entrar em contato conosco pelos meios divulgados abaixo. Este "Termo de Consentimento Livre e Esclarecido" atende a Resolução 466/12 CNS e o "Código de Deontologia do Ergonomista Certificado – Norma ERG BR 1002 – ABERGO".

Eu, _____, RG _____ - SSP/_____, estando ciente das informações acima lidas, concordo em participar da pesquisa "DIRETRIZES PARA O DESIGN DE COMPONENTES EM BAMBU PARA CALÇADOS FEMININOS" 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 deste estudo e sei que a minha recusa, em qualquer momento do experimento, não acarretará nenhum prejuízo para mim.

Bauri, ____ de _____ de 2015.

Assinatura do sujeito_____
Flávio Cardoso Ventura, pesquisador._____
Dr. Marco Antônio dos Reis Pereira,
coorientador._____
Dr.a Marizilda dos Santos Menezes,
orientadora.Pesquisador:
Flávio Cardoso Ventura
e-mail: flavio.ventura01@fatec.sp.gov.brOrientadora:
Dr.a Marizilda dos Santos Menezes
e-mail: marizilda.menezes@gmail.comCoorientador:
Dr. Marco Antônio dos Reis Pereira
e-mail: marco-antonio.pereira@unesp.brDepartamento de Pós-graduação em
Design-FAAC – UNE SP
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n
Bauri – SP - CEP.: 17033-360
Telefone: (14) 3103 6000

 	<p align="center">Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação</p> <p align="center">Departamento de Pós-graduação em Design</p>
 <small>PÓS-GRADUAÇÃO UNESP - SAURU</small>	<p align="center">DIRETRIZES PARA O DESIGN DE COMPONENTES PARA CALÇADOS FEMININOS</p>

Questionário

Participante _____ Data ___/___/___

Produto(s) fabricado(s) _____

1. Como era realizado o desenvolvimento de produtos no ano 2000?

2. Como é realizado o desenvolvimento de produtos no ano presente?

3. Quais são os tipos de saltos e bicos do calçado preferidos pelos seus clientes?

4. Quais as principais inovações tecnológicas em sua empresa e em seu produto?

5. Quais são os principais materiais utilizados?

6. A tecnologia melhorou o processo de criação e o processo produtivo?

7. As empresas de Jaú investem em pesquisa?

8. Como é feita a pesquisa de tendência?

9. Observações e comentários:

7 Anexos

ABNT NBR 15191:2012
Construção Inferior do calçado – Saltos – Determinação de resistência à fadiga por impacto.
BLC vertical – Adesivo Titebond



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2392/2018
LABORATÓRIO DE ENSAIOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOMECÂNICOS

Dados do Interessado

RAZÃO SOCIAL: FLÁVIO CARDOSO VENTURA
LOGRADOURO: RUA VEREADOR OSWALDO MERIGHI, B-30
BAIRRO - CEP: COND. BELA VISTA - 17206-758
CIDADE - UF: JAÚ - SP

Dados da Amostra

Nº DA SOLICITAÇÃO: 0344/2018
Nº DE IDENTIFICAÇÃO: 2392/2018
DESCRIÇÃO: BAMBU LAMINADO COLADO - ADESIVO TITEBOND - TESTE VERTICAL
RESPONSÁVEL PELA AMOSTRAGEM: INTERESSADO
DATA DO RECEBIMENTO: 12/11/2018

Dados do Ensaio

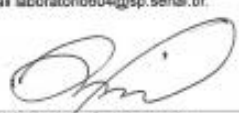
ENSAIO: Saltos - Resist. à fadiga por impacto (Pica Pau) METODOLOGIA: NBR 15191
DATA DE REALIZAÇÃO: 04/12/2018

RESULTADOS		
CORPO DE PROVA	Nº DE CICLOS	AVALIAÇÃO
1	14.400	A
2	14.400	A
3	14.400	A

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	
LEGENDA	AVALIAÇÃO
A	Sem danos.
B	Trincamento do salto.
C	Quebra total do salto.

Todos os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A descrição da amostra é de responsabilidade do interessado.
Este relatório, no todo ou em parte, não pode ser reproduzido sem autorização formal do laboratório.
Dúvidas ou reclamações devem ser dirigidas ao e-mail laboratorio604@sp.senai.br.

Francá, 07/12/2018


ANDERSON LUIS DE SOUZA
QUÍMICO INDUSTRIAL
CRQ-IV 04248765
COORDENADOR DO LABORATÓRIO

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Regional de
São Paulo

Escola SENAI/
Mírcia Bagueta Leal

Av. Presidente Vargas 2500
Jardim Petrópolis
14402-000 Francá SP
Telefone/FAX: (16) 2103 4900

F-LQP-705 v.03 - Aprovado em 06.01.2016

Página 1 de 1

ABNT NBR 15191:2012

Construção Inferior do calçado – Saltos – Determinação de resistência à fadiga por impacto.

BLC horizontal – Adesivo Titebond



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2390/2018
LABORATÓRIO DE ENSAIOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOMECÂNICOS

Dados do Interessado

RAZÃO SOCIAL: FLÁVIO CARDOSO VENTURA
LOGRADOURO: RUA VEREADOR OSWALDO MERIGHI, B-30
BAIRRO - CEP: COND. BELA VISTA - 17206-758
CIDADE - UF: JAÚ - SP

Dados da Amostra

Nº DA SOLICITAÇÃO: 0344/2018
Nº DE IDENTIFICAÇÃO: 2390/2018
DESCRIÇÃO: BAMBU LAMINADO COLADO - ADESIVO TITEBOND - TESTE HORIZONTAL
RESPONSÁVEL PELA AMOSTRAGEM: INTERESSADO
DATA DO RECEBIMENTO: 12/11/2018

Dados do Ensaio

ENSAIO: Saltos - Resist. à fadiga por impacto (Pica Pau) METODOLOGIA: NBR 15191
DATA DE REALIZAÇÃO: 03/12/2018

RESULTADOS		
CORPO DE PROVA	Nº DE CICLOS	AValiação
1	14.400	B
2	14.400	B
3	14.400	B

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	
LEGENDA	AValiação
A	Sem danos.
B	Trincamento do salto.
C	Quebra total do salto.

Todos os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A descrição da amostra é de responsabilidade do interessado.
Este relatório, no todo ou em parte, não pode ser reproduzido sem autorização formal do laboratório.
Dúvidas ou reclamações devem ser dirigidas ao e-mail laboratorio604@sp.senai.br.

Franca, 07/12/2018


ANDERSON LUÍS DE SOUZA
QUÍMICO INDUSTRIAL
CRQ-IV 04248765
COORDENADOR DO LABORATÓRIO

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Regional de
São Paulo

Escola SENAI
Márcio Bequerra Leal

Av. Presidente Vargas 2500
Jardim Petrópolis
14402-000 Franca SP
Telefone/FAX: (18) 2103 4900

ABNT NBR 15191:2012
Construção Inferior do calçado – Saltos – Determinação de resistência à fadiga por impacto.
Madeira Pinus



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2393/2018
LABORATÓRIO DE ENSAIOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOMECÂNICOS

Dados do Interessado

RAZÃO SOCIAL: FLÁVIO CARDOSO VENTURA
LOGRADOURO: RUA VEREADOR OSWALDO MERIGHI, B-30
BAIRRO - CEP: COND. BELA VISTA - 17206-758
CIDADE - UF: JAÚ - SP

Dados da Amostra

Nº DA SOLICITAÇÃO: 0344/2018
Nº DE IDENTIFICAÇÃO: 2393/2018
DESCRIÇÃO: MADEIRA PINUS
RESPONSÁVEL PELA AMOSTRAGEM: INTERESSADO
DATA DO RECEBIMENTO: 12/11/2018

Dados do Ensaio


ENSAIO: Saltos - Resist. à fadiga por impacto (Pica Pau) METODOLOGIA: NBR 15191
DATA DE REALIZAÇÃO: 06/12/2018

RESULTADOS		
CORPO DE PROVA	Nº DE CICLOS	AValiaÇÃO
1	14.400	A
2	14.400	A
3	14.400	A

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	
LEGENDA	AValiaÇÃO
A	Sem danos.
B	Trincamento do salto.
C	Quebra total do salto.

Todos os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A descrição da amostra é de responsabilidade do interessado.
Este relatório, no todo ou em parte, não pode ser reproduzido sem autorização formal do laboratório.
Dúvidas ou reclamações devem ser dirigidas ao e-mail laboratorio804@sp.senai.br.

Franca, 07/12/2018


ANDERSON LUIS DE SOUZA
QUÍMICO INDUSTRIAL
CRQ-IV 04248765
COORDENADOR DO LABORATÓRIO

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Regional de
São Paulo

Escola SENAI/
Márcio Baguiva Leal

Av. Presidente Vargas 2500
Jardim Petrópolis
14402-000 Franca SP
Telefone/FAX: (16) 2103-4900

ABNT NBR 15191:2012

Construção Inferior do calçado – Saltos – Determinação de resistência à fadiga por impacto.
BLC vertical – adesivo poliuretano à base de óleo de mamona



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2416/2018
LABORATÓRIO DE ENSAIOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOMECÂNICOS

Dados do Interessado

RAZÃO SOCIAL: FLÁVIO CARDOSO VENTURA
LOGRADOURO: RUA VEREADOR OSWALDO MERIGHI, B-30
BAIRRO - CEP: COND. BELA VISTA - 17206-758
CIDADE - UF: JAÚ - SP

Dados da Amostra

Nº DA SOLICITAÇÃO: 0344/2018
Nº DE IDENTIFICAÇÃO: 2416/2018
DESCRIÇÃO: BAMBU LAMINADO COLADO - ADESIVO PU À BASE DE ÓLEO DE MAMONA - TESTE VERTICAL
RESPONSÁVEL PELA AMOSTRAGEM: INTERESSADO
DATA DO RECEBIMENTO: 26/11/2018

Dados do Ensaio

ENSAIO: Saltos - Resist. à fadiga por impacto (Pica Pau) METODOLOGIA: NBR 15191
DATA DE REALIZAÇÃO: 07/12/2018

RESULTADOS		
CORPO DE PROVA	Nº DE CICLOS	AVALIAÇÃO
1	14.400	A
2	14.400	A
3	14.400	A

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	
LEGENDA	AVALIAÇÃO
A	Sem danos.
B	Trincamento do salto.
C	Quebra total do salto.

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Regional de
São Paulo

Escola SENAI
Márcio Bagueira Leal

Av. Presidente Vargas 2500
Jardim Petrópolis
14402-000 Franco SP
Telefone/FAX: (15) 2103-4000

F-2/QF-705 v.02 - Aprovado em 08.01.2016

Página 1 de 2

ABNT NBR 15195:2015

Construção Inferior do calçado – Saltos – Determinação da resistência ao arrancamento de pregos/parafusos.
BLC vertical - adesivo poliuretano à base de óleo de mamona



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2416/2018
LABORATÓRIO DE ENSAIOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOMECÂNICOS

Dados do Ensaio

ENSAIO: Saltos - Resist. ao arrancamento de prego/parafuso

METODOLOGIA: NBR 15195

DATA DE REALIZAÇÃO: 07/12/2018

RESULTADOS	
CORPO DE PROVA	FORÇA MÁXIMA (N)
1	455
2	394
3	419

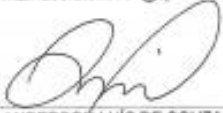
Todos os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.

A descrição da amostra é de responsabilidade do interessado.

Este relatório, no todo ou em parte, não pode ser reproduzido sem autorização formal do laboratório.

Dúvidas ou reclamações devem ser dirigidas ao e-mail laboratorio604@sp.senai.br.

Franca, 12/12/2018


ANDERSON LUIS DE SOUZA
QUÍMICO INDUSTRIAL
CRQ-IV 04248765
COORDENADOR DO LABORATÓRIO

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Regional de
São Paulo

Escola SENAI
Mário Bagueira Leal

Av. Presidente Vargas 2500
Jardim Petrópolis
14402-000 Franca SP
Telefone/FAX: (16) 2103-4900

F-LQP-705 v.03 - Aprovado em 08/01/2016

Página 2 de 2

ABNT NBR 15191:2012

Construção Inferior do calçado – Saltos – Determinação de resistência à fadiga por impacto.
BLC horizontal – adesivo poliuretano à base de óleo de mamona



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2415/2018
LABORATÓRIO DE ENSAIOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOMECÂNICOS

Dados do Interessado

RAZÃO SOCIAL: FLÁVIO CARDOSO VENTURA
LOGRADOURO: RUA VEREADOR OSWALDO MERIGHI, B-30
BAIRRO - CEP: COND. BELA VISTA - 17206-758
CIDADE - UF: JAÚ - SP

Dados da Amostra

Nº DA SOLICITAÇÃO: 0344/2018
Nº DE IDENTIFICAÇÃO: 2415/2018
DESCRIÇÃO: BAMBU LAMINADO COLADO - ADESIVO PU À BASE DE ÓLEO DE MAMONA - TESTE HORIZONTAL
RESPONSÁVEL PELA AMOSTRAGEM: INTERESSADO
DATA DO RECEBIMENTO: 26/11/2018

Dados do Ensaio

ENSAIO: Saltos - Resist. à fadiga por impacto (Pica Pau) METODOLOGIA: NBR 15191
DATA DE REALIZAÇÃO: 07/12/2018

RESULTADOS		
CORPO DE PROVA	Nº DE CICLOS	AValiação
1	14.400	C
2	14.400	C
3	14.400	C

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	
LEGENDA	AValiação
A	Sem danos.
B	Trincamento do salto.
C	Quebra total do salto.

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Regional de
São Paulo

Escola SENAI
Mário Bagueira Leal

Av. Presidente Vargas 2500
Jardim Petrópolis
14402-000 Franca SP
Telefone/FAX: (16) 2103 4800

ABNT NBR 15195:2015

Construção Inferior do calçado – Saltos – Determinação da resistência ao arrancamento de pregos/parafusos.
BLC horizontal – adesivo poliuretano à base de óleo de mamona



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2415/2018
LABORATÓRIO DE ENSAIOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOMECÂNICOS

Dados do Ensaio

ENSAIO: Saltos - Resist. ao arrancamento de prego/parafuso


METODOLOGIA: NBR 15195

DATA DE REALIZAÇÃO: 07/12/2018

RESULTADOS	
CORPO DE PROVA	FORÇA MÁXIMA (N)
1	521
2	477
3	455

Todos os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A descrição da amostra é de responsabilidade do interessado.
Este relatório, no todo ou em parte, não pode ser reproduzido sem autorização formal do laboratório.
Dúvidas ou reclamações devem ser dirigidas ao e-mail laboratorio604@sp.senai.br.

Franca, 12/12/2018


ANDERSON LUIS DE SOUZA
QUÍMICO INDUSTRIAL
CRQ-IV 04248765
COORDENADOR DO LABORATÓRIO

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Regional de
São Paulo

Escola SENAI
Mércio Bagueta Leal

Av. Presidente Vargas 2500
Jardim Petrópolis
14402-000 Franca SP
Telefone/FAX: (18) 2103 4900

F-LQP-705 v.03 - Aprovado em 08.01.2018

Página 2 de 2

Construção Inferior do calçado – Saltos – Determinação da resistência ao arrancamento de pregos/parafusos.
Madeira pinus



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2417/2018
LABORATÓRIO DE ENSAIOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOMECÂNICOS

Dados do Interessado

RAZÃO SOCIAL: FLÁVIO CARDOSO VENTURA
 LOGRADOURO: RUA VEREADOR OSWALDO MERIGHI, B-30
 BAIRRO - CEP: COND. BELA VISTA - 17206-758
 CIDADE - UF: JAÚ - SP

Dados da Amostra

Nº DA SOLICITAÇÃO: 0344/2018
 Nº DE IDENTIFICAÇÃO: 2417/2018
 DESCRIÇÃO: MADEIRA PINUS
 RESPONSÁVEL PELA AMOSTRAGEM: INTERESSADO
 DATA DO RECEBIMENTO: 26/11/2018

Dados do Ensaio

ENSAIO: Saltos - Resist. ao arrancamento de prego/parafuso METODOLOGIA: NBR 15195
 DATA DE REALIZAÇÃO: 07/12/2018

RESULTADOS	
CORPO DE PROVA	FORÇA MÁXIMA (N)
1	401
2	417
3	454

Todos os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
 A descrição da amostra é de responsabilidade do interessado.
 Este relatório, no todo ou em parte, não pode ser reproduzido sem autorização formal do laboratório.
 Dúvidas ou reclamações devem ser dirigidas ao e-mail laboratorio604@sp.senai.br.

Franca, 12/12/2018

ANDERSON LUÍS DE SOUZA
 QUÍMICO INDUSTRIAL
 CRQ-IV 04248785
 COORDENADOR DO LABORATÓRIO

Serviço Nacional de
 Aprendizagem Industrial
 Departamento Regional de
 São Paulo

Escola SENAI
 Márcio Bagueira Leal

Av. Presidente Vargas 2500
 Jardim Petrópolis
 14402-000 Franca SP
 Telefone/FAX: (16) 2103 4900