

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
FACULDADE DE ARQUITETURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

**ELENILTON GERSON BERWANGER**

**ANTROPOMETRIA DO PÉ FEMININO EM DIFERENTES  
ALTURAS DE SALTO COMO FUNDAMENTO PARA  
CONFORTO DE CALÇADOS**

Porto Alegre

2011

**ELENILTON GERSON BERWANGER**

**ANTROPOMETRIA DO PÉ FEMININO EM DIFERENTES  
ALTURAS DE SALTO COMO FUNDAMENTO PARA  
CONFORTO DE CALÇADOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Design – Ênfase em Design e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Design com ênfase em Design e Tecnologia, modalidade acadêmico.

Orientação: Joyson Luiz Pacheco, Dr. Eng.

Porto Alegre

2011

B553a Berwanger, Elenilton Gerson

Antropometria do pé feminino em diferentes alturas de salto como fundamento para conforto de calçados / Elenilton Gerson Berwanger – 2011.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Design. Porto Alegre, BR-RS, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Joyson Luiz Pacheco

1. Antropometria. 2. Design de calçado. 3. Calçado feminino. 4. Conforto de calçado. I. Pacheco, Joyson Luiz, orient. II. Título.

CDU-744(043)

Uma pesquisa complexa como esta não se realiza senão pela ajuda de muitas pessoas.

Dedico este trabalho a todos que contribuíram para o seu desenvolvimento, em especial, ao grupo de voluntárias que fez parte da amostra do estudo. Sua realização tornou-se possível mediante a colaboração de 407 mulheres que, de forma anônima, tiveram desprendimento e dedicaram um momento de seu precioso tempo para contribuir na construção do trabalho.

Espero que os resultados da pesquisa, conseguidos através de muito esforço, possam ser úteis tanto para as consumidoras de calçados como para o setor industrial deste ramo no sentido de contribuir com o desenvolvimento e produção de calçados mais confortáveis.

## AGRADECIMENTOS

Ao verdadeiro Mestre, por me abençoar com o dom da perseverança.

A minha querida esposa Giselda, pelo apoio e compreensão. A meus filhos, Natália e Bruno, razões de meu esforço.

A meus pais, pela ajuda, cuidado e carinho com seus netos.

À minha irmã e sua família. À família da minha esposa.

Em especial, ao Centro Tecnológico do Calçado SENAI, na pessoa da diretora Arlete Roncato Accurso, pelo incentivo e ajuda com equipamentos e *softwares* utilizados para a pesquisa, à colega Carmen Serrano, por ser a primeira incentivadora deste Mestrado, e ao sempre professor Fausto Girola por sua importante ajuda.

A todos os colegas do CT Calçado SENAI, especialmente colegas do Laboratório (Tatiana, Grasiela, Cristina e Fernanda) e do Núcleo de Apoio ao Design (Mônica, Mauri, Luis, Denise e Gerson).

Ao meu orientador, Professor Joyson, pelo acompanhamento e apoio no desenvolvimento do trabalho. À coordenação do PGDesign, na pessoa do Professor Wilson Kindlein. Aos demais professores do Programa e colegas da Secretaria.

À Professora Tânia Koltermann da Silva pelos ajustes na qualificação. Aos Professores Julio van der Linden e Fernando Amaral pela participação na banca.

Ao Professor Aluísio Ávila e à Professora Eliane Manfio, pelas importantes dicas.

Aos Professores da FEEVALE, aqui representados pela Pró-Reitora Angelita Gerhardt e pela coordenadora do Centro de Design Bruna Ruschel.

Às empresas Calçados Wirth e Tintas Sippel, pela abertura e apoio.

À Torielli, na pessoa do Fernando Karg, pelo apoio com a licença temporária do *software* Custom®.

À professora e amiga Regina Maria Recktenwald, pela revisão e organização final.

Enfim, a todos os que contribuíram de uma ou outra forma com este trabalho, meu sincero

Muito Obrigado!

**ELENILTON GERSON BERWANGER**

**ANTROPOMETRIA DO PÉ FEMININO EM DIFERENTES ALTURAS DE SALTO  
COMO FUNDAMENTO PARA CONFORTO DE CALÇADOS**

Dissertação defendida e aprovada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Design com ênfase em Design e Tecnologia, modalidade acadêmico, pela banca examinadora constituída por:

---

Prof. Dr. Eng. Joyson Luiz Pacheco – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientador

---

Prof. Dr. Julio Carlos de Souza van der Linden – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Fernando Gonçalves Amaral – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Aluísio Otávio Vargas Ávila – Universidade do Estado de Santa Catarina

Porto Alegre

2011

## RESUMO

O cenário brasileiro do mercado de calçados caracteriza-se cada vez mais por consumidores que procuram produtos com maior valor agregado. Para o universo feminino, é perceptível que o fator moda possui relevância vital, mas os requisitos de conforto do calçado ganham cada vez mais importância. Através da união de recursos tecnológicos e da experiência pragmática do setor calçadista, esta pesquisa antropométrica sobre pés femininos procura contribuir com um embasamento científico que traga mais suporte ao processo de desenvolvimento de produto. Neste contexto, a dissertação tem por objetivo organizar e validar uma sistemática atualizada de medição de pés em diferentes posições de altura de salto com base em recursos tecnológicos disponíveis, com os quais é possível mensurar parâmetros antropométricos importantes para o desenvolvimento de novos projetos de formas e calçados. Para a consecução deste objetivo, o trabalho foi embasado por uma revisão e fundamentação teórica que apontou a antropometria como um elemento em comum para estudos sobre biomecânica e ergonomia. A amostra do estudo foi composta por 407 brasileiras adultas, considerando-se a faixa etária entre 16 e 55 anos, sendo realizado experimentalmente com mulheres com residência fixa ou temporária na Região Metropolitana de Porto Alegre, no Vale do Rio dos Sinos, no Vale do Paranhana e em cidades vizinhas dessas regiões no Estado do Rio Grande do Sul. O projeto foi aprovado em Comitê de Ética e contou com o uso de equipamentos e *softwares* que permitiram a investigação proposta pela pesquisa, propiciando desde a coleta de dados antropométricos, tratamento, conversão e leitura dos arquivos digitalizados até a análise estatística destes mesmos dados de modo a permitir a apresentação de resultados coerentes com o objetivo estabelecido. Como resultados, são expostas uma série de características demográficas e dados antropométricos da amostra investigada. A metodologia utilizada mostrou-se consistente, trazendo resultados que contribuem com o trabalho do designer de formas e calçados. Os resultados das medidas das variáveis antropométricas dos pés da amostra foram avaliados em 20 diferentes seções em cada pé, sendo que 2 correspondem a comprimentos, 6 correspondem a perímetros, 6 correspondem a alturas e 6 correspondem a larguras. A variabilidade das medidas apresentadas ratifica a importância do desenvolvimento e fabricação de formas e calçados com perfis diferenciados e instiga a análise pormenorizada de cada variável antropométrica como fundamento para o desenvolvimento de produtos mais adequados à geração de conforto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Antropometria. Pé. Forma. Calçado. Calce. Conforto.

## ABSTRACT

The Brazilian footwear market scenery is more and more characterized by consumers who seek products with higher value added. Concerning the women's world, it is noticed that the fashion concept owns a vital enhancement, but the footwear comfort requirements gain increasingly importance. Through the union of technological resources and the pragmatic experience of the footwear sector, this anthropometric research on women's feet intends to contribute with a scientific fundamentation which brings more support to the product development process. In this context, this monograph aims to organize and make valid an up-to-date system of feet measurement in different positions of heel height based on available technological resources with which it is possible to measure important anthropometric parameters for the development of new last and shoe projects. In order to achieve this goal, the task was based on a review and theoretical fundamentation which has highlighted the anthropometric as an element in common for studies on biomechanics and ergonomics. The sampling study was made up by 407 female adult Brazilians, taking into account an age range from 16 to 55 years old, being made experimentally with women owning temporary or permanent residence in the Urban Region of Porto Alegre, Vale do Rio dos Sinos, Vale do Paranhana and the neighborhood cities of these regions in the State of Rio Grande do Sul. The project was approved by the ethical committee and equipments and software were used which allowed the investigation proposed by the research by assuring from the anthropometric data collecting, adjustments, conversion and reading of digitized files until the statistic analysis of this same data to permit the consistent result presentation according to the objective set. As a result, a set of demographic characteristics and anthropometric data of the sampling investigated are reported. The system used was shown to be consistent, bringing results which help the work of the last and shoe designer. The results of the foot anthropometric variable measures of the sampling were taken in 20 different parts of each foot, considering that 2 corresponds to the length, 6 corresponds to the perimeter, 6 corresponds to the height and 6 corresponds to the width. The variability of the measures presented confirms the importance of the development and production of lasts and shoes with different volumes and it instigates a detailed analysis of each anthropometric variable as a base for the development of more appropriate products to create comfort.

KEY WORDS: Anthropometric. Foot. Last. Footwear. Fitting. Comfort.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Aparelho de medição Brannock®	21
Figura 2: Fita métrica de sapateiro	21
Figura 3: Dinâmica do movimento do pé	42
Figura 4: Arcos do pé	42
Figura 5: Classificação do pé segundo fórmula digital	43
Figura 6: Movimentos de inversão e eversão	44
Figura 7: Plataforma sensorizada	53
Figura 8: Palmilha sensorizada	54
Figura 9: Escaneador do Sistema Infoot®	56
Figura 10: Sistema integrado.	59
Figura 11: Comprimento da forma	60
Figura 12: Perímetro da forma	61
Figura 13: Chopine.	63
Figura 14: Tamanco com salto	64
Figura 15: Fluxograma de desenvolvimento da pesquisa.	66
Figura 16: Pé em posição plana com marcações para medição	73
Figura 17: Pé em posição com salto com marcações para medição	74
Figura 18: Variáveis antropométricas no pé sem salto	74
Figura 19: Variável altura máxima dos dedos	75
Figura 20: Variável altura máxima dos metatarsos	75
Figura 21: Variável largura máxima dos metatarsos	76
Figura 22: Variável perímetro dos metatarsos	76
Figura 23: Variáveis metatarsos e perímetro sobre o pé	77
Figura 24: Variável altura máxima do perímetro	77
Figura 25: Variável largura máxima do perímetro	77
Figura 26: Variável perímetro do perímetro	78
Figura 27: Variável altura máxima da retenção	78
Figura 28: Variável largura máxima da retenção	79
Figura 29: Variável perímetro da retenção	79
Figura 30: Variável altura máxima do peito do pé	79
Figura 31: Variável largura máxima do peito do pé	80
Figura 32: Variável perímetro do peito do pé	80
Figura 33: Variável altura máxima da entrada do pé	81
Figura 34: Variável largura máxima da entrada do pé	81
Figura 35: Variável perímetro da entrada do pé	81
Figura 36: Variável comprimento máximo do tornozelo	82
Figura 37: Variável largura máxima do tornozelo	82
Figura 38: Variável perímetro do tornozelo	83
Figura 39: Variável comprimento máximo do pé	83
Figura 40: Pé torto	84

Figura 41: Variáveis antropométricas no pé com salto 15 mm . . . . .	84
Figura 42: Variáveis antropométricas no pé com salto 50 mm . . . . .	85
Figura 43: Variáveis antropométricas no pé com salto 85 mm . . . . .	85
Figura 44: Pé posicionado na caixa de medição . . . . .	86
Figura 45: Escaneador de pés com voluntária . . . . .	91
Figura 46: Pé recoberto por meia, inserido no escaneador . . . . .	92
Figura 47: Simulador de salto em EVA . . . . .	92
Figura 48: Pé sobre simulador de salto em EVA . . . . .	92
Figura 49: Pé sem interferência do salto . . . . .	93
Figura 50: Pé com interferência do salto . . . . .	93
Figura 51: Pé digitalizado com salto de poliestireno . . . . .	94
Figura 52: Simuladores de salto em madeira . . . . .	94
Figura 53: Medição de altura de salto . . . . .	95
Figura 54: Nomenclatura das partes do salto . . . . .	96
Figura 55: Perfis ilustrativos de bases de formas . . . . .	96
Figura 56: Simulador de salto integrado ao pé . . . . .	97
Figura 57: Corte da altura do pé . . . . .	98
Figura 58: Vista 3D do pé no software Measure® . . . . .	98
Figura 59: Configuração do <i>software</i> File Converter . . . . .	99
Figura 60: Orientação para seleção do padrão de medição . . . . .	101
Figura 61: Bloco padrão em polietileno . . . . .	103
Figura 62: Contorno de perímetro de um pé feminino. . . . .	107
Figura 63: Característica da amostra quanto ao Estado natal . . . . .	111
Figura 64: Característica da amostra quanto à cidade natal . . . . .	112
Figura 65: Característica da amostra quanto às profissões /ocupações . . . . .	113
Figura 66: Característica da amostra quanto à lateralidade . . . . .	113
Figura 67: Característica da amostra quanto à atividade física . . . . .	114
Figura 68: Característica da amostra quanto à posição de atividade diária . . . . .	114
Figura 69: Característica da amostra quanto ao uso de calçado com salto . . . . .	115
Figura 70: Característica da amostra quanto a caminhar descalço . . . . .	116
Figura 71: Característica da amostra quanto ao conforto durante uso de calçado . . . . .	117
Figura 72: Característica da amostra quanto à dor/desconforto durante uso de calçado . . . . .	117
Figura 73: Característica da amostra quanto à lesão nos membros inferiores . . . . .	118
Figura 74: Característica da amostra quanto à cirurgia nos membros inferiores . . . . .	119
Figura 75: Característica da amostra quanto a outras cirurgias . . . . .	119
Figura 76: Característica da amostra com relação a problemas de saúde . . . . .	120
Figura 77: Característica da amostra com relação ao uso de medicação . . . . .	120
Figura 78: Número de calce informado pela voluntária . . . . .	136
Figura 79: Perímetro medido no pé . . . . .	155
Figura 80: Perímetro medido na forma . . . . .	155

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exportações brasileiras de calçados – anual . . . . .	32
Tabela 2: Consumo de calçados por ano em função do gênero . . . . .	34
Tabela 3: Consumo de calçados por ano em função da idade . . . . .	34
Tabela 4: Fatores importantes para o consumidor na compra de calçados . . . . .	39
Tabela 5: Tipos de pé em função do comprimento dos dedos . . . . .	43
Tabela 6: Nível de conforto da massa do calçado adulto (masculino e feminino).	50
Tabela 7: Nível de conforto determinado pelo índice de amortecimento do calçado . . . . .	51
Tabela 8: Nível de conforto do índice de pronação do calçado . . . . .	51
Tabela 9: Parâmetro de escala para forma feminina (mm) . . . . .	52
Tabela 10: Progressão nos sistemas de medidas para calçados . . . . .	62
Tabela 11: Determinação do tamanho da amostra – populações finitas . . . . .	70
Tabela 12: Definição da altura da variável tornozelo . . . . .	88
Tabela 13: Padrões de medição aplicados à variável tornozelo . . . . .	88
Tabela 14: Grupos de altura de salto . . . . .	95
Tabela 15: Primeira comparação de medição entre paquímetro e escaneador . .	104
Tabela 16: Segunda comparação de medição entre paquímetro e escaneador. .	104
Tabela 17: Incerteza de medição . . . . .	105
Tabela 18: Medida de espessura da meia . . . . .	106
Tabela 19: Influência da espessura da meia no perímetro em forma de circunferência. . . . .	108
Tabela 20: Influência da espessura da meia no perímetro em forma de triângulo	109
Tabela 21: Característica da amostra quanto à idade das voluntárias . . . . .	110
Tabela 22: Característica da amostra quanto ao peso, altura e IMC . . . . .	111
Tabela 23: Número de voluntárias ordenadas pelo comprimento do pé . . . . .	121
Tabela 24: Medidas da altura máxima dos dedos no pé direito . . . . .	122
Tabela 25: Medidas da altura máxima dos dedos no pé esquerdo . . . . .	122
Tabela 26: Medidas da variável metatarsos no pé direito . . . . .	123
Tabela 27: Medidas da variável metatarsos no pé esquerdo . . . . .	124
Tabela 28: Medidas da variável perímetro no pé direito . . . . .	125

Tabela 29: Medidas da variável perímetro no pé esquerdo . . . . .	126
Tabela 30: Medidas da variável retenção no pé direito. . . . .	127
Tabela 31: Medidas da variável retenção no pé esquerdo . . . . .	128
Tabela 32: Medidas da variável peito do pé no pé direito . . . . .	129
Tabela 33: Medidas da variável peito do pé no pé esquerdo . . . . .	130
Tabela 34: Medidas da variável entrada do pé no pé direito . . . . .	131
Tabela 35: Medidas da variável entrada do pé no pé esquerdo . . . . .	132
Tabela 36: Medidas da variável tornozelo no pé direito . . . . .	133
Tabela 37: Medidas da variável tornozelo no pé esquerdo . . . . .	134
Tabela 38: Medidas do comprimento máximo no pé direito . . . . .	135
Tabela 39: Medidas do comprimento máximo no pé esquerdo . . . . .	135
Tabela 40: Comparativos de comprimentos . . . . .	137
Tabela 41: Comprimento do pé de acordo com a numeração da forma . . . . .	138
Tabela 42: Distribuição da amostra do pé direito cruzando número de calce informado e número de calce ordenado . . . . .	139
Tabela 43: Distribuição da amostra do pé esquerdo cruzando número de calce informado e número de calce ordenado . . . . .	141
Tabela 44: Distribuição da amostra do pé direito cruzando número de calce ordenado e perímetro dos metatarsos . . . . .	144
Tabela 45: Distribuição da amostra do pé esquerdo cruzando número de calce ordenado e perímetro dos metatarsos . . . . .	147
Tabela 46: Assimetria entre pé direito e esquerdo no comprimento máximo . . . . .	148
Tabela 47: Assimetria entre pé direito e esquerdo no perímetro dos metatarsos . . . . .	149
Tabela 48: Medidas dos perímetros das variáveis metatarsos, retenção e peito do pé em diferentes alturas de salto . . . . .	150
Tabela 49: Medidas da variável entrada do pé em diferentes alturas de salto . . . . .	151
Tabela 50: Diferenças do perímetro da entrada do pé em função da altura de salto . . . . .	152
Tabela 51: Medidas da variável altura dos dedos em diferentes alturas de salto. . . . .	152
Tabela 52: Medidas da variável tornozelo em diferentes alturas de salto. . . . .	153
Tabela 53: Comparativo entre medidas das variáveis metatarsos e perímetro. . . . .	155
Tabela 54: Classificação do IMC segundo Organização Mundial da Saúde. . . . .	156
Tabela 55: Comparativo do IMC com o perímetro dos metatarsos. . . . .	157
Tabela 56: Comparativo do IMC com o comprimento dos pés. . . . .	157

Tabela 57: Comparativo da idade com o perímetro dos metatarsos. . . . .	158
Tabela 58: Comparativo da idade com o comprimento dos pés. . . . .	158

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAD	– Computer Aided Design
CAM	– Computer Aided Manufacturing
CIM	– Computer Integrated Manufacturing
CEP	– Comitê de Ética em Pesquisa
EVA	– Etil Vinil Acetato
FDB	– Original Binary Data Format
IMC	– Índice de Massa Corporal
INFOOT®	– Sistema de Escaneamento Tridimensional para Pés
PASW®	– Predictive Analytics Software for Windows
PDP	– Processo de Desenvolvimento de Produto
TCLE	– Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
VRML	– Virtual Reality Modeling Language

## SUMÁRIO

<b>1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	18
<b>1.1 Contextualização da pesquisa</b> .....	18
<b>1.2 Abrangência da pesquisa</b> .....	24
<b>1.3 Problema de pesquisa</b> .....	26
<b>1.4 Hipótese de pesquisa</b> .....	28
<b>1.5 Objetivos</b> .....	29
1.5.1 Objetivo geral .....	29
1.5.2 Objetivos específicos .....	29
<b>1.6 Justificativa da pesquisa</b> .....	30
<b>1.7 Limitações do estudo</b> .....	35
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	36
<b>2.1 Conceituação geral</b> .....	36
<b>2.2 O pé humano</b> .....	41
<b>2.3 Ergonomia</b> .....	45
<b>2.4 Biomecânica, conforto e calçado</b> .....	48
<b>2.5 Análise antropométrica</b> .....	54
<b>2.6 Formas e sistemas de medidas para calçados</b> .....	58
<b>2.7 Abordagem sobre salto alto</b> .....	63
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	66
<b>3.1 Comitê de Ética em Pesquisa</b> .....	68
<b>3.2 Definição da amostra</b> .....	69
<b>3.3 Coleta e análise de dados</b> .....	71
3.3.1 Características demográficas .....	71
3.3.2 Dados antropométricos dos pés .....	72
3.3.2.1 Variáveis antropométricas .....	73
3.3.2.2 Coleta dos dados antropométricos .....	89
3.3.2.3 Tratamento virtual dos pés digitalizados .....	97
3.3.2.4 Conversão de arquivos em VRMLs .....	99
3.3.2.5 Medição virtual dos pés digitalizados .....	100

3.3.2.6	Análise estatística dos dados	101
3.3.2.7	Repetitividade, exatidão e incerteza de medição	102
3.3.2.8	Influência do uso da meia	106
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS</b>	<b>110</b>
<b>4.1</b>	<b>Características demográficas</b>	<b>110</b>
<b>4.2</b>	<b>Dados antropométricos dos pés</b>	<b>121</b>
4.2.1	Medidas da variável dedos	122
4.2.2	Medidas das variáveis dos metatarsos	123
4.2.3	Medidas das variáveis do perímetro	125
4.2.4	Medidas das variáveis da retenção	127
4.2.5	Medidas das variáveis do peito do pé	129
4.2.6	Medidas das variáveis da entrada do pé	131
4.2.7	Medidas das variáveis do tornozelo	133
4.2.8	Medidas da variável comprimento máximo do pé	135
<b>4.3</b>	<b>Análise das medidas das variáveis antropométricas dos pés</b>	<b>136</b>
4.3.1	Relação entre número de calce informado e número de calce ordenado por parâmetros de comprimento	138
4.3.1.1	Distribuição da amostra quanto ao número de calce do pé direito ordenado por parâmetros de comprimento	139
4.3.1.2	Distribuição da amostra quanto ao número de calce do pé esquerdo ordenado por parâmetros de comprimento	140
4.3.2	Relação entre perímetro dos metatarsos e número de calce ordenado por parâmetros de comprimento.	142
4.3.2.1	Distribuição do perímetro dos metatarsos em relação ao número de calce do pé direito ordenado por parâmetros de comprimento	142
4.3.2.2	Distribuição do perímetro dos metatarsos em relação ao número de calce do pé esquerdo ordenado por parâmetros de comprimento.	145
4.3.3	Análises pareadas de variáveis antropométricas dos pés.	148
4.3.3.1	Assimetria entre pé direito e esquerdo.	148
4.3.3.2	Influência da altura do salto em determinadas variáveis antropométricas	149
4.3.3.2.1	Análise dos perímetros das variáveis metatarsos, retenção e peito do pé em função da altura de salto.	149

4.3.3.2.2	Análise da variável entrada do pé em função da altura de salto. . . . .	150
4.3.3.2.3	Análise da variável altura dos dedos em função da altura de salto. . . . .	152
4.3.3.2.4	Análise da variável tornozelo em função da altura de salto. . . . .	153
4.3.3.3	Diferença entre as variáveis metatarsos e perímetro. . . . .	154
<b>4.4</b>	<b>Cruzamento de características demográficas com dados antropométricos. . . . .</b>	<b>156</b>
4.4.1	Cruzamento da classificação do IMC com perímetro dos metatarsos. . . . .	156
4.4.2	Cruzamento da classificação do IMC com o comprimento dos pés. . . . .	157
4.4.3	Cruzamento da classificação da idade com o perímetro dos metatarsos. . . . .	158
4.4.4	Cruzamento da classificação da idade com o comprimento dos pés. . . . .	158
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>159</b>
5.1	Sugestões para trabalhos futuros . . . . .	162
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>164</b>
	<b>APÊNDICES . . . . .</b>	<b>170</b>
	<b>APÊNDICE A - TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para voluntária . . . . .</b>	<b>171</b>
	<b>APÊNDICE B - TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para voluntária menor de idade . . . . .</b>	<b>173</b>
	<b>APÊNDICE C - Ficha de Entrevista / Anamnese . . . . .</b>	<b>175</b>
	<b>ANEXOS . . . . .</b>	<b>177</b>
	<b>ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Feevale . . . . .</b>	<b>178</b>
	<b>ANEXO B - Padrão de medição do pé sem salto . . . . .</b>	<b>179</b>
	<b>ANEXO C - Padrão de medição do pé com salto 15 mm . . . . .</b>	<b>180</b>
	<b>ANEXO D - Padrão de medição do pé com salto 50 mm . . . . .</b>	<b>181</b>
	<b>ANEXO E - Padrão de medição do pé com salto 85 mm . . . . .</b>	<b>182</b>
	<b>ANEXO F - Primeiro teste estatístico de significância de diferença entre duas médias de comprimento . . . . .</b>	<b>183</b>
	<b>ANEXO G - Primeiro teste estatístico de significância de diferença entre duas médias de largura . . . . .</b>	<b>184</b>

<b>ANEXO H - Segundo teste estatístico de significância de diferença entre duas médias de comprimento</b> .....	185
<b>ANEXO I - Segundo teste estatístico de significância de diferença entre duas médias de largura</b> .....	186
<b>ANEXO J - Incerteza de medição</b> .....	187

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo apresenta uma visão ampla da pesquisa, contextualizando o tema estudado, sua abrangência, o problema e as hipóteses de pesquisa, além dos objetivos, justificativa e limitações do estudo.

### 1.1 Contextualização da pesquisa

A disciplina do design vem se hibridizando cada vez mais, tornando sua dimensão sempre mais abrangente. O design integra e se associa a diferentes áreas de conhecimento, de modo a cumprir seu papel conjugando soluções que atendam às necessidades e aos desejos do ser humano na sociedade atual. Essa amplitude de atuação vem sendo sempre mais incorporada pelos designers; no entanto, as questões relacionadas diretamente ao produto continuam postas como foco principal de atenção do trabalho desses profissionais.

Segundo Santos (2008, p. 55), “em meados da década de 90, o design já era percebido como uma atividade multidisciplinar e de interfaces estratégicas”. Segundo Papanek (1995 *apud* SANTOS, 2008), cabe ao designer a tarefa de definir as interações entre o produto, o ser humano e o ambiente, reforçando ainda que modificações dos processos e produtos não dependem exclusivamente dele, mas de diferentes tipos de conhecimento atuando conjuntamente.

O design sistêmico vem sendo amplamente empregado num contexto que o evidencia como elemento estratégico central receptor e difusor de informações relevantes, principalmente nas indústrias. No entanto, de nada adianta uma empresa ter bem estruturado seu mapa conceitual de trabalho, englobando todos os seus processos, desde a pesquisa mercadológica até um sistema eficiente de distribuição, se não dedicar especial atenção à qualidade do seu produto propriamente dito.

Ao analisar os fatores de sucesso e fracasso de novos produtos, Baxter (2000, p. 8) pondera que o fator mais óbvio, mas também o mais importante, é a orientação para o mercado, apresentando características valorizadas pelos consumidores.

No caso do calçado, o PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos com qualidade inclui pressupostos de conforto, durabilidade e preço associados ao conceito estético e visual que atendam aos anseios do mercado consumidor. Atualmente, na busca por produtos e materiais que se adaptem à fisiologia e à anatomia humana, identifica-se uma tendência tecnológica por soluções que proporcionem sempre mais conforto ao usuário, traduzidos em estudos relacionados à biomecânica e à ergonomia. Para ambas, a interdisciplinaridade no PDP é uma importante característica, pois integram diversas áreas do conhecimento, sendo uma delas a antropometria. O espectro de aplicação dos estudos da antropometria é útil tanto à biomecânica quanto à ergonomia.

Historicamente, o calçado vem sofrendo transformações em sua forma de apresentação, tanto no aspecto estético quanto nos requisitos de calce, buscando melhores índices de satisfação dos usuários. Segundo Ávila et al. (2009, p. 74), “os estudos relacionados aos aspectos quantitativos e qualitativos do conforto do calçado têm despertado muito interesse nos últimos anos”. Paralelamente, o consumidor tornou-se mais exigente em suas preferências de compra, sendo o bem-estar um dos itens de particular interesse. Assim, a expectativa de maior conforto gerado pela harmonia entre o produto e o usuário é uma das condições mais procuradas e, por isto, também muito almejada pelos fabricantes.

A biomecânica é uma disciplina recente, motivo central de muitos esforços e pesquisas em diversos setores da sociedade. Chico Ruiz et al. (2008, p. 22) relatam que no início da década de 90 foram criados a Sociedade de Engenharia Biomédica (*Biomedical Engineering Society*) e o Instituto Americano de Engenharia Médica e Biológica (*American Institute for Medical and Biological Engineering*), que organizaram eventos no âmbito científico, médico e tecnológico e foram promotores do desenvolvimento da ciência da biomecânica. Aplicada ao calçado, a biomecânica está diretamente associada ao conforto e ao melhor desempenho do produto.

Embora em uma análise resumida a ergonomia esteja mais relacionada às condições de trabalho do homem, segundo Van der Linden (2007, p. 21) atualmente ela é percebida como uma disciplina científica que possui relação com todas as atividades humana, desde o trabalho e o ambiente doméstico até o esporte e o lazer. Assim, ao participarem de projetos que podem ir desde equipamentos e estações de trabalho até produtos e bens de consumo, os ergonomistas objetivam maximizar o conforto e o bem-estar do usuário.

Segundo Tilley e Dreyfuss (2005, p.15), foram exigências de melhores relações entre homem e máquina da Segunda Guerra Mundial que despertaram uma nova era para os fatores humanos, como é conhecida a ergonomia nos Estados Unidos. Para Panero e Zelnik (2002, p. 18), a definição de ergonomia como tecnologia de projeto está baseada nas ciências biológicas humanas, dentre as quais os autores citam a anatomia, a fisiologia e a psicologia. Seus conteúdos se orientam para o design, a arquitetura e a engenharia, entre outros, e foi constatado que a maioria dos conhecimentos por ela utilizados não são próprios, mas provenientes de outras disciplinas: a antropometria e a biomecânica fornecem as informações sobre dimensões e movimentos do corpo humano, e a anatomia e a fisiologia aplicada fornecem dados sobre a estrutura e o funcionamento do corpo humano. A pesquisa, a organização e a utilização desses conhecimentos nos projetos dos produtos e nos sistemas de trabalho em todas as situações é característica da ergonomia; através de uma metodologia adequada, ela serve como elemento organizador de vários campos de conhecimento.

No produto calçado, vieses sobre esses conceitos objetivam proporcionar melhores condições de conforto e usabilidade. O conforto tem vínculo direto com a forma e outros componentes (solas, palmilhas, etc.) usados para a concepção e a fabricação do calçado. De modo geral, os conhecimentos relacionados ao desenvolvimento de formas no setor calçadista são muito percebidos na esfera dos fatos empíricos, ou seja, aprendidos e desenvolvidos no âmbito da prática e do conhecimento tácito, o que, de certa forma, gera uma falta de rigor mais científico.

No dia a dia dos profissionais que necessitam de informações e conhecimento sobre a antropometria dos pés (modelistas, estilistas, designers de formas e calçados, entre outros) ainda se utilizam processos de medição com instrumentos que geram um nível de precisão questionável. Utilizam-se instrumentos de medição que permitem identificar comprimentos, larguras, alturas e volumes (perímetros).

O aparelho Brannock® mostrado na figura 1 é um exemplo que caracteriza este processo. Embora seja um instrumento de medição de pés com arquitetura concebida para o mercado americano, o intenso contato do Brasil, especialmente da região do Vale do Rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul, com o segmento da exportação para este mercado introduziu o seu uso para medição de pés, tornando-se uma prática comum que persiste até hoje.

Schemes et al. (2005) apresentam referências históricas acerca da importância da exportação para o setor calçadista brasileiro. Dentre suas informações, observam que as primeiras experiências com a numeração Brannock® ocorreram entre os anos de 1967 e 1968.

Enquanto nos Estados Unidos, o aparelho Brannock® é utilizado em lojas no momento da compra de calçados para verificar medidas de comprimento e largura do pé do(a) consumidor(a), no Brasil, ele é usado para pré-seleção de modelos de calce, também através da observação do comprimento e largura do pé.



Figura 1: Aparado de medição Brannock®  
Fonte: Do Autor, 2009.

Já para os volumes (perímetros), a fita métrica ilustrada na figura 2 é o instrumento de medição mais utilizado por profissionais do setor calçadista. Ela é utilizada tanto para medição de volumes de pés quanto para medição dos perímetros das formas para calçados.



Figura 2: Fita métrica de sapateiro  
Fonte: Chico Ruiz et al., 2008.

Estudos realizados principalmente nas décadas de 1980 e 1990 (LACERDA, 1984; MACHADO, 1994; MANFIO, 1995; MOTA, 1999; GEIB, 1999; MANFIO, 2001) resultaram em pesquisas relacionadas à investigação antropométrica dos pés da população brasileira. Ao longo do tempo, também outras obras fundamentaram a evolução do conhecimento nesta matéria de pesquisa. Devido a sua complexidade, as próprias técnicas e instrumentos de medição têm sido objeto de evolução, e novos perfis de investigações permitem que se desenvolvam novos trabalhos.

O atual estágio tecnológico é um importante aliado na busca de soluções para criar um novo paradigma. Com o advento de técnicas informatizadas eficazes para a realização de medições de pés, conseguem-se melhores resultados no processo de coleta de dados, trazendo mais credibilidade. A partir do momento em que se torna mais viável a coleta de dados no campo dos usuários, o desejo pelo desenvolvimento de calçados que atendam sempre melhor aos requisitos de calce cria um novo desafio, qual seja, o uso desta informação como base para novos desenvolvimentos de produtos.

Em se tratando do público feminino, o desafio de desenvolver calçados confortáveis cresce em importância pela exposição maior dos pés a uma pluralidade de diferentes modelos de calçados, onde variam materiais, processos e os próprios atributos estéticos dos modelos. Um aspecto bem particular é o uso intenso do salto alto nos calçados femininos, o que remete a uma necessidade de estudar e conhecer as características do pé não somente em posição plana, mas também em posição que corresponda ao uso de calçado de salto.

Conforme Pinho (2005, p. 17) “a tendência por uma supervalorização da estética, através de modelos culturais de comportamento e de moda, acabou por determinar interferências no design estrutural dos calçados desde épocas remotas”. Atualmente, o paradigma de consumo continua remetendo ao intenso uso de calçados femininos com alturas de salto consideráveis. Segundo Ávila (2001 *apud* PINHO, 2005, p. 18), “esta opção visa criar uma diferenciação e distinção no estilo do usuário, agregando elegância, como parte essencial do vestuário, seja ele de uso no trabalho, casual ou para lazer”.

O mercado consumidor brasileiro passa por um período de transição. Um levantamento publicado em 2008 no Portal da Administração pelo Provar (Programa de Administração de Varejo), da FIA (Fundação Instituto de Administração) em

parceria com a Felisoni & Associados, mostrou a importância dos setores de vestuário e calçados para o mercado financeiro no Brasil:

Para se ter uma ideia da relevância desse setor para o mercado financeiro, em 2006 os indicadores apontaram um faturamento de R\$ 17,5 bilhões. Já em 2007 o ramo cresceu 3,5% e o faturamento – só do setor de vestuário – foi de US\$ 37 bilhões. Segundo os dados, 39,1% dos entrevistados afirmaram adquirir calçados uma vez a cada três meses. O Provar ouviu 500 pessoas, sendo 58,9% mulheres, 76% com idade até 39 anos e 49% solteiros (ADMINISTRADORES..., 2008, [não-paginado]).

Numa análise otimista, o Brasil, como país em franco desenvolvimento, está trazendo melhores condições de vida às pessoas e isso determina não só o aumento do consumo de calçados, mas também a procura por produtos com mais qualidade e conforto. Aliada a esta mudança de perfil do mercado brasileiro, a reconhecida concorrência proveniente da China e outros países desperta nas empresas de calçados brasileiras o interesse em produzir produtos voltados ao mercado interno com maior valor agregado, incluindo o conforto.

Uma pesquisa sobre fatores considerados na aquisição de um calçado realizada junto aos visitantes da Festa Nacional do Calçado em Novo Hamburgo/RS e publicada na revista *Tecnicouro*, aponta que o conforto é prioridade para a maioria dos consumidores brasileiros. De acordo com a pesquisa realizada pela Any Question Pesquisas de Mercado e Data Mining:

O conforto é o principal critério para a compra de calçados, em ambos os sexos, sendo citado espontaneamente por 82,3% dos consumidores. Quando estimulados a avaliar o conforto, esse índice é ainda maior, chegando a 96% a parcela dos consumidores que consideram este quesito muito importante (O CONFORTO..., 2008, p. 40).

Nesse atual cenário de iminente perspectiva de incremento de consumo de calçados de qualidade e conforto, surge o presente trabalho como contribuição para a realização de um estudo científico com vistas a ampliar o conhecimento das características antropométricas dos pés da população feminina no Brasil. Somado a isso, as novas tecnologias hoje existentes proporcionam melhores condições para coleta de dados, o que instiga à realização de um trabalho capaz de estabelecer novas sistemáticas e coletar resultados que possam interessar aos designers de calçados e formas para calçados, possibilitando o desenvolvimento de produtos mais adequados para a geração de conforto às usuárias brasileiras.

## 1.2 Abrangência da pesquisa

No contexto do campo de estudo da biomecânica e da ergonomia, a antropometria é uma área de conhecimento que pode trazer importante colaboração, tanto para a adaptação do trabalho ao homem quanto dos produtos por ele usados. O presente trabalho está mais relacionado com a correta adaptação dos produtos ao público feminino. Mais especificamente, serão expostas informações sobre dados antropométricos que contribuem para o desenvolvimento de formas e componentes para calçados.

O estudo foi delimitado para trabalhar com brasileiras na faixa etária de 16 a 55 anos, sendo realizado experimentalmente com mulheres com residência fixa ou temporária na Região Metropolitana de Porto Alegre, no Vale do Rio dos Sinos, no Vale do Paranhana e em cidades vizinhas dessas regiões no Estado do Rio Grande do Sul. O critério de idade adotado objetiva delimitar a pesquisa com a população feminina adulta na qual o pé encontra-se formado e constituído. “Em 1991, Ståtsna desenvolveu um estudo na República Tcheca, onde foi determinado que o crescimento do pé é completado, para a população masculina daquele país, na idade de 16 anos para o sexo masculino e aos 14 anos para o sexo feminino” (MACHADO, 1994, p. 23). Como o estudo propõe-se a analisar medidas dos pés em posição de salto alto, o limite superior de 55 anos foi estabelecido por considerar que por volta desta faixa etária para cima o uso de calçados com salto alto tende a diminuir.

O presente trabalho propôs-se a estudar 400 sujeitos (mulheres), não fazendo restrições quanto ao número de calce para evitar qualquer tipo de constrangimento para as voluntárias. Em função dos resultados da análise estatística foram estudados 407 sujeitos (mulheres), sendo realizados 7 descartes nas numerações extremas, pois estas não foram significativas em termos de números de voluntárias.

O histórico da indústria de calçados mostra que a grade de numeração normalmente utilizada vai do número 33 ao 40. O número 35 é comumente utilizado como base para o desenvolvimento de novos calçados femininos, sendo as demais numerações escaladas para atender ao público desejado. Por vezes, devido a mudanças na grade de consumo de calçados femininos onde têm figurado numerações maiores, algumas consumidoras encontram dificuldades, pois possuem

numeração superior a 40. Por isso, algumas empresas atualmente já utilizam os números 36 ou 37 como base para seu desenvolvimento, buscando uma numeração que seja mais intermediária.

Manfio (2001, p. 54) informa que em sua pesquisa encontrou grande diversificação quanto ao número dos calçados mais usados, a partir do número 33 até o número 42. A maior concentração ocorre nos números 35, 36 e 37, com concentração de 75,1% da amostra pesquisada. Com a informação fornecida pela autora e pela característica do perfil de numerações de calce encontradas no mercado feminino, pressupôs-se que voluntárias com numerações intermediárias (35, 36, 37 e 38) seriam a maioria.

Para este estudo, foi estabelecida uma sistemática para a obtenção de informações gerais e medidas antropométricas do pé humano. As informações gerais permitiram a análise das características demográficas do grupo de voluntárias envolvidas. Já o conhecimento correto das dimensões dos pés contribui diretamente para o desenvolvimento de formas mais adequadas e conseqüentemente para o alcance de melhores níveis de conforto oferecido pelos calçados produzidos sobre estas formas. O foco específico dirigido ao estudo antropométrico dos pés femininos adultos considerou as seguintes proposições:

- análise das medidas de comprimento e perímetros do pé em posição sem salto de acordo com o sistema de numeração do ponto francês utilizado no Brasil e com a norma ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15159:2008;
- análise da assimetria (diferenças) entre pé esquerdo e direito na posição sem salto;
- análise das medidas de comprimentos, perímetros, alturas e larguras em função das diferentes alturas de salto propostas pelo estudo (sem salto, 15 mm, 50 mm e 85 mm);
- análise das medidas de perímetros segundo mensuração realizada em duas posições diferentes no pé (uma conforme procedimento de medida do perímetro na região metatarso falangeana e outra conforme procedimento usado pelos fabricantes de formas para medir o perímetro sobre a forma);
- análise de certas características demográficas relacionando-as com as duas medidas de maior importância no estudo antropométrico dos pés (comprimento do pé e perímetro dos metatarsos).

### 1.3 Problema de pesquisa

O dinamismo da moda de calçados femininos submete o pé das mulheres a diferentes estruturas, principalmente em função do uso do salto. Assim, o pé feminino varia em seu dimensionamento e na conformação em função das diversas posições às quais é submetido durante o uso de diferentes calçados em suas atividades diárias. É importante conhecer as medidas dos pés em diferentes conformações de modo a contribuir com requisitos de projeto para desenvolvimento de novos produtos em calçados.

Por natureza, o pé humano é uma estrutura complexa, e da mesma forma é complexa sua mensuração. Conforme Monteiro (*apud* PINHO, 2005, p. 19), o uso de calçados de salto alto promove uma projeção do peso do corpo para a frente e aumenta a força aplicada sobre as articulações metatarsianas. Aliado a isso, durante o uso de calçados de salto alto ocorrem diversas alterações na conformação dos pés, e a falta de entendimento sobre isto pode gerar mal-funcionamento de algumas estruturas corporais e mecânicas, o que gerará problema por falta de conforto (CHICO RUIZ et al., 2008). Investigar essas alterações com o objetivo de esclarecê-las contribui para o desenvolvimento tecnológico, pois elas balizam o desenvolvimento de produtos que favoreçam a obtenção de melhores níveis de conforto.

A dificuldade inicia em definir o tipo de calçado ideal para minimizar ao máximo as inconveniências ou problemas nos pés decorrentes do uso de diferentes calçados, inclusive aqueles com uso de saltos mais elevados. Para a obtenção de produtos com melhor adaptação aos pés, é necessário estudar uma série de fatores, tais como materiais utilizados, desenho da forma e desenho do calçado, entre outros, mas a identificação antropométrica dos pés femininos, inclusive em posição que simule o uso de salto, é um ponto de partida de particular interesse.

No mercado existe demanda de informações relevantes sobre as dimensões do pé humano cujo uso poderá trazer grande impacto e melhoramentos no aperfeiçoamento de projetos de novos calçados que atendam aos quesitos de melhor calce e conforto de forma mais eficiente. Tais informações poderão beneficiar toda a cadeia coureiro-calçadista, pois, além das empresas de calçados

propriamente ditas, os fornecedores de materiais e componentes produzem produtos que vestem o pé humano, e isso implica no conhecimento de suas dimensões.

Ávila et al. (2009, p. 73) relatam que, “para que seja possível desenvolver um calçado confortável é necessário conhecer a estrutura básica dos pés, sua anatomia e suas funções durante o caminhar”. Nesse sentido, o perfil fisiológico e anatômico de cada mercado consumidor deve ser conhecido para que se consiga atendê-lo de forma adequada. Os novos produtos desenvolvidos só terão qualidades de conforto se realizados com a aplicação das ferramentas da ergonomia e da biomecânica, além de medidas anatômicas obtidas através de estudos antropométricos que correspondam ao perfil do mercado para o qual o calçado se destina.

O setor do vestuário também tem problemas de padronização de medidas e os consumidores encontram dificuldades no momento da compra de produtos devido às diferentes identificações de tamanhos. Isso está diretamente relacionado à necessidade de avaliação antropométrica. No caso de crianças, estima-se uma diferença de praticamente duas numerações, por estarem hoje mais altas e robustas.

Tantas são as trocas que as fábricas de moda infantil pediram uma nova padronagem com urgência. A ABNT baseou-se na medida de clientes das confecções, na tabela de crescimento usado pelos pediatras e, com orientação de escolas de Modelagem, como o SENAI, definiu 14 tamanhos: de recém-nascidos até adolescentes, de acordo com as medidas de 24 partes do corpo (TAMANHOS DE..., 2009).

Percebe-se que existe esta necessidade também para a área calçadista. Conforme Manfio (2001, p. 2), “o fato de não haver uma padronização baseada nas dimensões dos pés brasileiros causa grande desconforto ao usuário, provocando, com isso, diversos problemas e deformações nos pés e afetando, também, outras partes do corpo”. Esta é a razão da grande importância do conhecimento da anatomia e do estudo de variáveis antropométricas, aliados à aplicação de critérios ergonômicos, para a produção de calçados.

Os estudos antropométricos dos pés no Brasil são escassos. Manfio (2001, p. 1) observa que a falta de dados sobre características morfológicas e dimensões dos pés brasileiros incentiva o desenvolvimento de produtos baseados em dados estrangeiros. Vale ressaltar ainda que mesmo que já existam dados sobre a população feminina brasileira, sempre haverá a necessidade de reavaliá-los devido à possível evolução natural da morfologia humana em função das transformações

em suas condições de vida (hábitos alimentares, condições de clima, modo de vida urbana, etc.).

Atualmente, mesmo que seja possível ofertar ao mercado produtos mais customizados, na prática isso não tem acontecido. Percebe-se que no mercado existe espaço para que a indústria de calçados ofereça produtos que respeitem melhor a anatomia específica dos pés femininos adultos. A indústria brasileira de calçados tem evoluído, mas há espaço para prospectar produtos que se adaptem melhor aos diferentes tipos de pés, buscando, principalmente, a adequação às diferentes medidas dos pés (em especial, os perímetros), às diferentes conformações do pé pelo uso de salto alto, etc.

Assim, através de tecnologias atuais, é possível estabelecer uma sistemática de definição de parâmetros antropométricos importantes para o desenvolvimento de formas e outros componentes para calçados que atendam da melhor maneira possível as necessidades de conforto das mulheres brasileiras adultas. Nesse sentido, e considerando a delimitação proposta por este estudo, é formulado o seguinte problema de pesquisa: Quais são as medidas dos parâmetros antropométricos que podem ser utilizados no desenvolvimento de formas e outros componentes para calçados e como podem contribuir com as necessidades de conforto das mulheres brasileiras adultas?

#### **1.4 Hipótese de pesquisa**

Presume-se que existam diferenças nas medidas antropométricas dos pés femininos de brasileiras adultas com relação às variáveis demandadas por esse trabalho (comprimentos, perímetros, alturas e larguras) quando submetidos às diferentes condições de altura de salto propostas na abrangência da pesquisa. Considera-se que esta variabilidade seja maior nas dimensões dos perímetros dos pés quanto relacionados com seu comprimento.

De acordo com Manfio (2001) e Van der Linden (2004), uma parcela significativa de consumidoras sente desconforto durante o uso de calçados e uma importante parcela de mulheres faz uso de calçados de salto alto com alguma frequência no seu cotidiano ou em ocasiões especiais. Acredita-se que o estudo das

variáveis propostas por este trabalho possa contribuir para um melhor desenvolvimento de formas e componentes para calçados que necessitem destas informações como requisito de projeto.

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como propósito principal organizar e validar uma sistemática atualizada de medição de pés em diferentes posições de altura de salto com base em recursos tecnológicos disponíveis, capazes de mensurar parâmetros antropométricos de projeto necessários ao desenvolvimento de formas e outros componentes para calçados (solas, palmilhas, etc.).

### 1.5.2 Objetivos específicos

Para a consecução do objetivo geral deste projeto, qual seja, a organização e a validação de uma sistemática de medição de pés, apresentam-se os seguintes objetivos específicos:

- Estudar e investigar o uso da tecnologia do Sistema Infoot® - Sistema de Escaneamento Tridimensional para Pés para a tomada de medidas antropométricas. Por ser uma tecnologia ainda muito recente e restrita no Brasil, é importante o seu uso para verificar as possibilidades de trabalho e os resultados encontrados em medições de pés, inclusive nas posições de altura de salto propostas pelo estudo.
- Estudar e investigar o uso do *software* Custom® para a leitura de dados gerados pelo Sistema Infoot® e seu manuseio para a formatação de dados antropométricos aos quais se destina a pesquisa.

- Identificar e estratificar os dados antropométricos tridimensionais coletados junto à amostra feminina em idade adulta a ser investigada, de modo que possam ser aplicados pela indústria de calçados, de formas e demais componentes.
- Verificar os níveis de diferença entre as variáveis a serem investigadas, de acordo com o proposto por este trabalho.
- Contribuir, através dos resultados da pesquisa, para que o desenvolvimento de formas e outros componentes para calçados possam trazer melhores níveis de conforto para a população brasileira feminina adulta.

## 1.6 Justificativa da pesquisa

Já faz muitas décadas que o setor coureiro-calçadista tem sido de grande importância para o Brasil, da mesma forma que o país tem se destacado neste segmento industrial no cenário internacional. Especialmente nas últimas quatro décadas, o país tem representado um relevante papel na história do calçado. O Brasil é um potencial fabricante de manufaturados de couro da América Latina, destacando-se no *ranking* dos maiores produtores mundiais, tendo, ainda, importante participação na fatia de calçados femininos que aliam qualidade a preços competitivos. Apesar de a concentração de empresas de grande porte inicialmente ter se localizado no Estado do Rio Grande do Sul, nos últimos anos a produção brasileira de calçados vem gradativamente sendo distribuída para outros Estados, com destaque para Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais e, no caso da Região Nordeste, principalmente Bahia e Ceará.

Segundo dados fornecidos pelo SENAI e a ABNT (2008, p. 21), em 2008 o parque calçadista brasileiro já contemplava mais de 8,4 mil indústrias que produziam cerca de 725 milhões de pares/ano. Nas últimas décadas, o setor calçadista é um dos que mais gerou empregos no país. O Brasil produz diferentes tipos de calçados para atender a demanda de vários mercados, inclusive a do mercado externo, abrangendo indivíduos diferenciados por sexo, idade, biótipo, etc., sendo

classificados de acordo com o perfil do mercado de maneira a se conseguir organizar o desenvolvimento de novos produtos e sua respectiva produção.

Mesmo que o Brasil seja ainda um importante país no mercado internacional de calçados, apontado como um dos grandes exportadores, nos últimos anos a realidade para o mercado exportador não tem sido de grandes expansões. Ao contrário, os números muitas vezes decrescem em função da concorrência internacional, das diferenças cambiais e por outros fatores. Esse é um bom motivo para a existência de um direcionamento maior ao mercado interno, ou seja, o mercado brasileiro, formado por uma parcela importante de consumidores do público feminino.

A tabela 1 apresenta informações relativas ao histórico das exportações brasileiras de calçados no período entre 1990 e 2009, sendo apresentados dados sobre a quantidade de países de destino, o total das exportações em dólares (US\$), a quantidade de pares e o preço médio.

A partir da elaboração destes dados históricos, é possível analisar o comportamento das exportações de calçados brasileiros que atingiu mais de 140 países de destino, confirmando a desconcentração destes. No início da década de 90 o Brasil despontava com 78 países com os quais comercializava calçados. Dez anos depois, esse número aumentava para quase cem países com um crescimento total de 27% em relação a 1990. O ano de 2009 foi bastante negativo para a indústria brasileira exportadora de calçados, retraída pela crise mundial e pela valorização do Real durante o ano. Assim, o valor exportado caiu de US\$ 1,9 bilhão para US\$ 1,4 bilhão, uma queda percentual de 27,7%. Em pares, as quantidades sofreram uma diminuição de 23,7%, alcançando 126,6 milhões de pares exportados ante 165,8 milhões em 2008. O preço médio, que entre 2004 e 2008 registrava aumentos consecutivos, teve redução de 5,3% em 2009 comparado com o ano anterior (ABICALÇADOS, 2010, [não-paginado]).

Paralelo à desaceleração das exportações de calçados brasileiros devido ao cenário econômico mundial dos últimos anos, vislumbra-se um iminente crescimento do mercado interno consumidor. Ao fazer um estudo prospectivo sobre a cadeia coureiro, calçadista e artefatos, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2008, p. 71) aponta que o crescimento econômico sustentável do Brasil deverá contribuir para a expansão do mercado interno. Neste sentido, empresas do setor calçadista que eram extremamente direcionadas ao mercado de exportação têm mudado seu foco. Tal transformação traz a necessidade do conhecimento de um novo perfil de consumidor que a empresa pretende atingir, e isto implica, entre outros fatores, no conhecimento da antropometria do pé. Além disso, o consumidor

brasileiro seguramente vem se tornando mais exigente quanto à qualidade dos produtos. No caso do calçado, a necessidade de um salto em qualidade traduz-se, entre outras coisas, em melhores níveis de conforto.

Tabela 1: Exportações brasileiras de calçados – anual

Ano	Nº países destino		US\$		Pares		Preço médio	
	Quantidade	%	Valor	%	Quantidade	%	Valor	%
1990	78	-	1.106.727.786	-	142.900.074	-	7,74	-
1991	79	1,3%	1.176.684.063	6,3%	132.969.261	-6,9%	8,85	14,3%
1992	78	-1,3%	1.408.982.368	19,7%	158.161.990	18,9%	8,91	0,7%
1993	86	10,3%	1.846.216.796	31,0%	201.467.822	27,4%	9,16	2,9%
1994	86	0,0%	1.537.202.990	-16,7%	171.277.466	-15,0%	8,97	-2,1%
1995	89	3,5%	1.413.692.550	-8,0%	137.974.434	-19,4%	10,25	14,2%
1996	91	2,2%	1.567.227.164	10,9%	142.683.792	3,4%	10,98	7,2%
1997	97	6,6%	1.522.943.883	-2,8%	142.475.434	-0,1%	10,69	-2,7%
1998	95	-2,1%	1.330.483.662	-12,6%	131.015.300	-8,0%	10,16	-5,0%
1999	99	4,2%	1.277.768.537	-4,0%	137.173.179	4,7%	9,32	-8,3%
2000	99	0,0%	1.547.304.850	21,1%	162.585.054	18,5%	9,52	2,2%
2001	107	8,1%	1.617.201.863	4,5%	171.329.560	5,4%	9,44	-0,8%
2002	118	10,3%	1.450.974.425	-10,3%	164.142.756	-4,2%	8,84	-6,4%
2003	127	7,6%	1.552.074.127	7,0%	188.951.513	15,1%	8,21	-7,1%
2004	133	4,7%	1.814.011.741	16,9%	212.460.326	12,4%	8,54	3,9%
2005	126	-5,3%	1.891.559.365	4,3%	189.671.565	-10,7%	9,97	16,8%
2006	136	7,9%	1.863.119.179	-1,5%	180.435.405	-4,9%	10,33	3,5%
2007	146	7,4%	1.911.750.369	2,6%	177.052.084	-1,9%	10,80	4,6%
2008	141	-3,4%	1.881.308.351	-1,6%	165.791.808	-6,4%	11,35	5,1%
2009	146	3,5%	1.360.015.990	-27,7%	126.576.211	-23,7%	10,74	-5,3%

Fonte: MDIC/SECEX. Elaborado pela ABICALÇADOS, 2010.

Cruzando os dados da importância do setor calçadista para o Brasil com a relevância do público feminino para o setor da moda, na qual se situa o maior consumo de calçados, justifica-se o estudo a que se propõe essa dissertação. A realização de um trabalho desta natureza contribui para suprir a necessidade de atualização constante de informações sobre dados antropométricos do pé da população brasileira feminina adulta, além de buscar por respostas a questões específicas que, seguramente, auxiliarão no trabalho do designer que atua no setor. Atualmente, mesmo que de modo geral exista a preocupação em desenvolver produtos confortáveis que contribuam para a saúde dos pés, há espaço para informações práticas e objetivas, apropriadas à necessidade do setor calçadista.

A falta de rigor científico quanto ao conhecimento da antropometria dos pés traz prejuízos aos consumidores e, também, às próprias empresas da cadeia calçadista. As incertezas no processo de desenvolvimento de calçados e seus componentes trazem problemas de calce ao consumidor final e/ou durante o PDP, por vezes gerando retrabalhos indesejados. Em sua grande maioria, as informações antropométricas publicadas estão mais voltadas a outras partes do corpo humano, enquanto aquelas mais relacionadas com os pés são um tanto restritas. Através desta pesquisa, além de se prospectar produtos de melhor qualidade para os consumidores, as empresas do setor também poderão obter informações que contribuam para o desenvolvimento de suas atividades.

As informações disponíveis sobre a antropometria dos pés brasileiros são de extrema relevância, e as tecnologias atuais podem contribuir para suprir certas limitações identificadas por autores no passado quanto ao processo de coleta de dados. Em seu trabalho sobre estudos de parâmetros antropométricos do pé, Manfio (2001, p. 6) observa limitações relacionadas ao uso da fita métrica para medições. Ainda conforme esta autora (1995 *apud* MANFIO, *ibid.*, p. 38), existe a dificuldade em controlar a pressão de contato sobre o tecido epidérmico nas medidas realizadas diretamente sobre o pé, mesmo que com auxílio de equipamentos de qualidade.

O quadro 1 mostra que o avanço da tecnologia oportuniza uma nova abordagem sobre o assunto e até mesmo a ratificação de informações pesquisadas no passado. A evolução em *softwares* e equipamentos de medição antropométrica acompanhou a evolução do PDP como um todo, onde processos, materiais, equipamentos e outros *softwares* buscaram aperfeiçoamento no desenvolvimento de novos produtos e evoluíram tanto no aspecto criativo quanto no aspecto técnico.

Período	década de 80	década de 90 e início do século XXI	século XXI
Sistemática de coleta de dados	analógico	analógico/digital	digital

Quadro 1: Evolução do processo de pesquisa antropométrica de pés

A escolha pelo público feminino deve-se ao fato de este ser, reconhecidamente, a maior fatia de mercado para as empresas calçadistas. Mesmo que o público masculino tenha evoluído nos últimos anos, em termos de mercado consumidor, é notória a importância do segmento feminino para o setor do calçado.

A tabela 2 mostra alguns dados do consumo de calçados por ano em função do gênero, em percentual e citações; já a tabela 3 mostra alguns dados do consumo de calçados por ano em função da idade, em percentual.

Com relação ao gênero, observa-se que o consumo entre as mulheres é superior ao consumo entre os homens. Elas consomem em média 5,0 pares por ano, enquanto os homens adquirem ou ganham 3,5 pares por ano. Enquanto que a maior frequência de compras para os homens está em ter dois e quatro pares por ano (53,5%), as mulheres se concentram entre quatro e seis pares por ano (38,9%).

Com relação à faixa etária, observa-se um maior potencial de consumo entre a população de 20 a 40 anos. Na faixa de 20 a 30 anos, 42,5% dos entrevistados compram de quatro a seis pares por ano e na faixa de 30 a 40 anos este percentual é de 38,5%. A tabela 6 mostra a distribuição das respostas, em percentual por idade (METHODUS..., 2009, [não-paginado]).

Tabela 2: Consumo de calçados por ano em função do gênero

Número de pares por ano	Masculino		Feminino	
	Frequência	Citações	Frequência	Citações
menos de 2,00	9,7%	14	8,0%	13
de 2,00 a 4,00	53,5%	77	27,8%	45
de 4,00 a 6,00	25,0%	36	38,9%	63
de 6,00 a 8,00	6,3%	9	11,1%	18
de 8,00 a 10,00	3,5%	5	3,1%	5
de 10,00 a 12,00	1,4%	2	6,8%	11
mais de 12,00	0,7%	1	4,3%	7
TOTAL	100%	144	100%	162
Base de 306 entrevistados.				

Fonte: Methodus Pesquisa e Assessoria, 2009.

Tabela 3: Consumo de calçados por ano em função da idade

Número de pares	Menos de 20	De 20 a 30	De 30 a 40	De 40 a 50	De 50 a 60	De 60 a 70	Mais de 70
menos de 2	0,0%	2,7%	6,4%	13,8%	19,2%	0,0%	33,3%
de 2 a 4	48,1%	30,1%	35,9%	39,7%	50,0%	66,7%	33,3%
de 4 a 6	25,9%	42,5%	38,5%	29,3%	15,4%	33,3%	33,3%
de 6 a 8	7,4%	13,7%	9,0%	8,6%	5,8%	0,0%	0,0%
de 8 a 10	11,1%	1,4%	3,8%	1,7%	3,8%	0,0%	0,0%
de 10 a 12	0,0%	6,8%	5,1%	5,2%	1,9%	0,0%	0,0%
mais de 12	7,4%	2,7%	1,3%	1,7%	3,8%	0,0%	0,0%

Unidade de medida da idade: anos

Base de 306 entrevistados.

Fonte: Methodus Pesquisa e Assessoria, 2009.

## 1.7 Limitações do estudo

As voluntárias foram orientadas e tiveram um procedimento padrão durante a coleta de dados. Entretanto, o objeto a ser medido e estudado (pé humano) é uma estrutura viva e, por isso, passível de alterações nem sempre possíveis de serem observadas no momento da coleta de dados.

Em função de custos, o estudo foi realizado somente com voluntárias com residência fixa ou temporária na Região Metropolitana de Porto Alegre, no Vale do Rio dos Sinos, no Vale do Paranhana e em cidades vizinhas dessas regiões no Estado do Rio Grande do Sul, sendo a coleta realizada em diferentes períodos do dia.

O estudo apresentou limitações quanto ao uso de simuladores de salto. Não foi possível utilizar simuladores em toda a extensão do pé buscando pelo apoio do mesmo em todo comprimento. Assim, na medida em que o pé foi acomodado em posição de salto, o mesmo aumentou em altura e diminuiu em largura na região por ficar suspenso e sem apoio no plano.

O uso de simuladores de salto na região do calcanhar com perfis pré-determinados de acordo com o mercado de formas e calçados que permaneceram integrados ao pé, formaram um único elemento digitalizado e impediram a medição da largura base do calcanhar.

Como o formato do contorno dos perímetros dos pés varia num mesmo indivíduo e também de um indivíduo para outro, a analogia utilizada para calcular a interferência do uso da meia no resultado final das variáveis de perímetro foi realizada adotando-se a forma do círculo e do triângulo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Conceituação geral

Embora a bibliografia com dados antropométricos sobre os pés seja restrita, autores registram importantes informações que possuem relação com o assunto abordado no presente trabalho. Este cabedal de informações passa pela importância de um levantamento de dados antropométricos, os quais estão diretamente associados ao desenvolvimento de formas para a produção de calçados, além de materiais, componentes, processos e outras variáveis que interferem na qualidade do calçado como produto final de toda uma cadeia. Problemas na construção do calçado em si não podem ser admitidos e as qualidades positivas devem ser amplificadas no sentido de proporcionar mais satisfação aos consumidores.

Segundo Mylius (1993 *apud* MANFIO, 1995), voltando ao passado é possível verificar que, já nos primórdios da civilização, o homem das cavernas teve a ideia de cobrir os pés para protegê-los das intempéries da natureza. Desses tempos remotos até os dias de hoje, o calçado se transformou de forma significativa, deixando de ser somente um elemento de proteção para assumir, muitas vezes, a forma de objeto de moda e, conseqüentemente, de consumo dos seres humanos.

Ao longo do tempo, outras funções além daquelas primordiais de proteção e segurança foram sendo incorporadas pelos calçados em razão das atividades de trabalho, de práticas desportivas e outras do contexto social do ser humano. Entre outras conclusões, Manfio (1995, p. 96) pondera que “o modelo e o conforto são os itens mais considerados na compra de um calçado, por isso os responsáveis pelo design do calçado devem aliar estes dois fatores”. Os calçados assumem variadas configurações, e certamente precisam considerar o binômio moda e conforto para que possam atender a estas expectativas de seu potencial mercado consumidor. Iniciativas que procuram uma boa solução para satisfazer a necessidade de conforto não devem diminuir a atenção para o conceito estético, tão necessário ao produto. Ao mesmo tempo, para que o design de um calçado seja efetivo, não basta que a estética seja produzida, ou seja, são necessárias soluções que atendam tanto aos apelos da moda quanto aos aspectos de saúde, segurança e conforto.

O trabalho de Lacerda (1984) é considerado pioneiro na pesquisa sobre antropometria dos pés brasileiros. A obra da autora traz o desenvolvimento de um instrumental, juntamente com um processo apropriado para a tomada de medidas antropométricas dos pés, e apresenta o estudo piloto de um levantamento antropométrico dos pés para determinar todos os fatores que envolvem este levantamento, buscando comprovar a funcionalidade do experimento.

A dissertação de Machado (1994) apresenta um estudo que aborda as características do caminhar humano em função do uso de diferentes tipos de calçados, concluindo que existiram poucas diferenças nos resultados das características cinemáticas nas diferentes situações abordadas no estudo e houve algumas diferenças quanto às características cinéticas dependendo das diferentes situações analisadas pelo estudo.

O trabalho de Geib (1999) estabelece os níveis de correlação entre os perímetros dos pés medidos na região da articulação metatarso falangeana e os perímetros correspondentes na forma e no calçado. Através de seu estudo, o autor demonstra que os perímetros das formas representam em 92% os perímetros dos calçados montados sobre elas; já os perímetros dos pés são representados nos calçados e nas formas em níveis inferiores a 50%. O autor pondera ainda sobre a necessidade da fabricação de calçados com perfis diferenciados para atender com melhores níveis de conforto a um número maior de usuários. No mercado brasileiro de calçados até hoje ainda se percebe esta lacuna como possibilidade de melhoria de condições de conforto, pois não são oferecidas opções de calçados com diferentes volumes (perímetros) para um mesmo comprimento.

Através de sua pesquisa, Mota (1999) apresenta a concepção e a implementação de um sistema de medição baseado em imagens para a determinação de comprimentos, larguras e ângulos do pé humano, justificando sua realização pela inexistência de um aplicativo de medição e pela contribuição que poderia trazer para o processo da investigação e determinação das dimensões do pé humano. A busca de uma forma de medição eficiente e rápida é de extrema relevância para que um processo de tomada de medidas antropométricas possa vir a fazer parte efetiva do cotidiano de desenvolvimento de novos produtos no setor calçadista.

A obra de Manfio (2001), uma das mais relevantes no Brasil, apresenta dados antropométricos sobre os pés da população brasileira feminina e masculina,

trazendo processos de medição divididos em dois métodos, o de medição direta e o de medição indireta. O método de medição direta faz uso de antropômetros para a coleta de dados diretamente sobre o pé, utilizando equipamentos de leitura digital em busca de maior precisão (paquímetro, micrômetro, esquadro, etc.); já a medição de volumes (perímetros) é realizada com fita métrica. O método de medição indireta funciona com a captação de imagens videográficas dos pés e sua posterior digitalização.

Fuente (2003, p. 93) expõe que “é difícil entender hoje em dia o pé sem estar dentro de um calçado, de maneira que o calçado se converte no elemento que contém o aparato locomotor e devemos utilizar um calçado que não cause danos ao seu conteúdo, mas que o proteja e colabore em sua função”. Tendo em vista o tipo de vida que se leva no contexto dos conglomerados urbanos, cada vez mais as pessoas passam boa parte do dia com os pés dentro do calçado, que nem sempre desempenha sua função com a performance desejada.

Nos dias atuais, o mercado de calçados encontra-se altamente propenso a oferecer inúmeras opções de modelos para atender as expectativas de consumidores com necessidades e desejos muito variados. Notadamente, atributos estéticos possuem um forte tónus apelativo para a decisão da compra de um calçado, porém os aspectos de conforto são cada vez mais valorizados pelos consumidores, e isso tem relação direta com o conhecimento do pé humano por ele estar em contato direto com o calçado. Assim, o desenvolvimento de calçados com atributos adequados culmina em produtos confortáveis que mantenham o agregado estético.

Retomando a pesquisa sobre fatores levados em consideração na hora da compra do calçado, realizada junto aos visitantes da Festa Nacional do Calçado em Novo Hamburgo/RS e publicada na revista *Tecnicouro*, o item mais citado de forma espontânea é o conforto ou palavras associadas a ele, como maciez ou macio. Os 400 indivíduos abordados nesta pesquisa apontaram, em ordem de importância, os fatores conforto, preço, qualidade, beleza e design como itens mais lembrados pelo consumidor na hora da compra (O CONFORTO, out. 2008). O perfil dos entrevistados pode ser determinante, pois dependendo disto, fatores como preço e design podem ser considerados mais ou menos importantes. A tabela 4 mostra os itens de maior importância para os consumidores de acordo com a pesquisa realizada pela Any Question Pesquisas de Mercado e Data Mining:

Tabela 4: Fatores importantes para o consumidor na compra de calçados

Fatores importantes	Feminino	Masculino	Total
conforto	86,2%	72,6%	82,3%
preço	43,5%	60,7%	48,5%
qualidade	30,4%	40,2%	33,3%
beleza	29,0%	16,2%	25,3%
design	20,1%	30,8%	23,3%
marca	6,7%	18,8%	10,3%
salto	6,7%	0,0%	4,8%
altura	5,7%	0,9%	4,3%
acabamento	3,9%	6,0%	4,5%
cor	5,7%	1,7%	4,5%
durabilidade	3,9%	5,1%	4,3%
outros fatores	23,7%	26,5%	24,5%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Nota: A soma dos percentuais é superior a 100% em função das respostas múltiplas.

Fonte: O CONFORTO..., out. 2008

As técnicas utilizadas no desenvolvimento e na produção de calçados devem levar em conta critérios ergonômicos que contemplem, além das funções estéticas e simbólicas, as funções técnicas, que permitem atender as finalidades práticas de calce para as quais o calçado é projetado. Os novos produtos desenvolvidos só terão qualidades ergonômicas se realizados com base em medidas anatômicas obtidas através dos estudos antropométricos que correspondam ao perfil do mercado para o qual o calçado se destina. O conhecimento da anatomia, o estudo das dimensões dos pés oriundos da antropometria e a aplicação dos critérios ergonômicos são primordiais para a produção de calçados.

Conforme Schmidt (2005, p. 47):

Informações antropométricas são obtidas por estudos ou pesquisas realizados com os pés da população à qual se destinarão os calçados posteriormente produzidos. No Brasil, é bastante complexa a realização destas pesquisas devido à extensão territorial e à grande variedade de raças que formam sua população. Isso faz com que os dados utilizados para a confecção de formas para calçados no país não sigam, de modo geral, um rigor científico.

A afirmação do autor mostrava, em sua época, que havia margem para estudos dentro desta área de pesquisa, e pode ser trazida para a atualidade a fim de

definir melhor as características e as medidas dos pés de diferentes perfis de consumidores com o uso das novas tecnologias. O processo pode ainda ser caracterizado de forma mais segmentada, abordando, por exemplo, pés infantis, pés de diabéticos, pés de pessoas da terceira idade etc.

Panero e Zelnik (2002, p. 18), afirmam:

Nas últimas décadas houve um aumento da preocupação com as dimensões humanas e corporais como fatores decisivos do processo do projetar. Em nenhum outro setor esta preocupação foi maior do que no campo da Engenharia das Configurações do Homem, assim chamada nos Estados Unidos, ou Ergonomia, como é chamada na Europa.

Henry Dreyfuss, um dos pioneiros do Desenho Industrial, trouxe contribuições especialmente importantes na área da antropometria, servindo de referência para estudos posteriores. Ele trilhou um caminho um pouco diferente dos ergonomistas e contribuiu em muito para o que atualmente se denomina ergonomia de produto.

Van der Linden (2007, p. 27) cita que:

Um de seus grandes méritos – em uma época na qual os artefatos eram fabricados com uma lógica que desconsiderava as necessidades, habilidades e limitações de seus usuários – foi ter associado a preocupação com a segurança, a eficiência e o conforto no uso de produtos com o sucesso dos negócios.

Mais recentemente, autores relacionam a usabilidade de produtos com ergonomia e conforto, indo além das questões físicas e materiais. Mont'Alvão e Damazio (2008, p. 8) afirmam que o entendimento de que um produto abrange muito mais do que seu formato e funções mecânicas ganha consistência na ergonomia, campo que há muito já se ocupa das relações de usabilidade dos produtos. As autoras prosseguem em sua análise crítica relacionando design, ergonomia e emoção ressaltando que a satisfação conectada a aspectos emocionais é pouco considerada e nem mesmo mencionada em literatura especializada.

Segundo Van der Linden (2004, p. 23), “considerando que as sociedades modernas são ambientes caracterizados pela construção de complexos campos de significados, a questão do conforto está inevitavelmente ligada a dimensões simbólicas que são pertinentes à vida de indivíduos e grupos”. O conforto é uma decorrência da harmonia entre os aspectos físicos e os emocionais na qual os produtos que compõem a esfera material têm tanta importância quanto os fatores que afetam o ambiente psicossocial. Neste sentido, se de um lado o uso do salto

alto, abordado neste trabalho, pode ser questionado como prejudicial no que tange ao conforto, de outro, o aspecto emocional da mulher ao se sentir mais feminina e atraente por seu uso pode ser considerado positivo. Assim, o conforto vai além do fato de levar em consideração os aspectos antropométricos, mas esta é uma condição básica para que se tenha um ponto de partida eficiente para o desenvolvimento de calçados.

## 2.2 O pé humano

Os pés são estruturas complexas e essenciais para a sustentação e a movimentação do corpo. Eles sustentam o corpo em posição ereta e impulsionam seu peso em movimento, auxiliando na manutenção do equilíbrio durante mudanças de posição. Georges (2001, p. 7) observa que os pés têm a propriedade de se adaptar a diferentes superfícies e, graças a eles, é possível caminhar, correr, saltar, subir, descer, dançar e chutar, entre outras atividades.

Segundo Hamill e Knutzen (1999, p. 244), “o pé precisa ser um adaptador maleável para superfícies de contato irregulares”. Através de sensores, os dados relativos ao contato dos pés com os diferentes tipos de terreno são transmitidos ao sistema nervoso de modo ascendente até o cérebro. Processados, esses dados são reenviados e repercutem numa espécie de autoadaptação do apoio plantar em relação à superfície sobre a qual o pé está apoiado, buscando uma postura correta.

A posição bípede é uma característica que distingue os seres humanos de outras espécies animais. Segundo Chico Ruiz et al. (2008, p. 49), “como instrumento de apoio e locomoção, o pé humano supera o de qualquer outro animal e demonstra suas excelências, capacitando o homem a permanecer de pé com maior eficácia”. Para compreender toda a complexidade dos pés de forma integral, é necessário estudar suas características do ponto de vista fisiológico e mecânico.

O pé humano é uma estrutura viva composta por nervos, ligamentos, músculos, tendões, ossos, articulações e sistema circulatório, além da pele e dos anexos cutâneos, pelos, unhas, glândulas sudoríparas e glândulas sebáceas. Segundo Perice (1986) o pé humano é composto por 26 ossos que são fundamentais para que o corpo se mantenha em equilíbrio. Assim, um par de pés

possui 52 ossos, o que corresponde a 1/4 da quantidade de ossos de todo o corpo humano. Esta estrutura se encontra dividida em três regiões, quais sejam, tarso, metatarso e dedos, também chamadas, respectivamente, de retropé, mediopé e antepé. Para o designer de calçados, conforme mostra a figura 3, é relevante o entendimento sobre a divisão do pé nestas três regiões, pois isto proporciona a visualização da região posterior do pé como estrutura estável, enquanto que a região frontal do pé fica suscetível aos movimentos da flexão na zona metatarso falangeana.

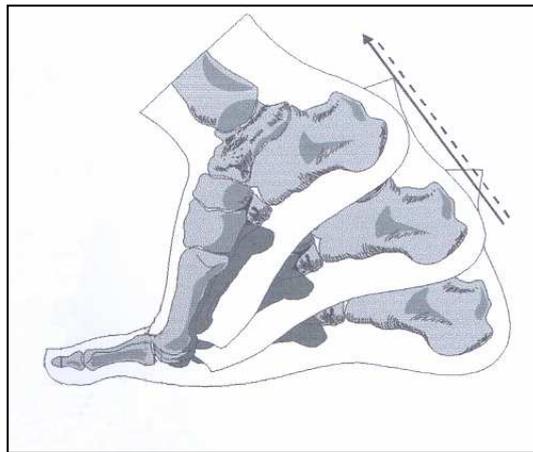


Figura 3: Dinâmica do movimento do pé  
Fonte: Adaptado do manual de tecnologia do calçado, 1998, p. 17.

Os pés podem ser classificados de distintas maneiras levando-se em consideração diferentes aspectos. É muito comum sua classificação sob dois enfoques: a primeira em função da formação do arco plantar de comprimento e a segunda em função do comprimento dos dedos.

A classificação do arco plantar de comprimento pode apontar diferentes níveis de elevação ou falta de elevação do arco, mas, conforme a figura 4, é comum a classificação em arco plantar alto, médio e baixo.



Figura 4: Arcos do pé  
Fonte: Do autor

Já a classificação do comprimento dos dedos mostrada na figura 5 pode apontar diferentes formatos em função da longitude de todos os cinco dedos, mas é comum a classificação em egípcio, quadrado e grego, levando-se em consideração somente os três primeiros dedos.

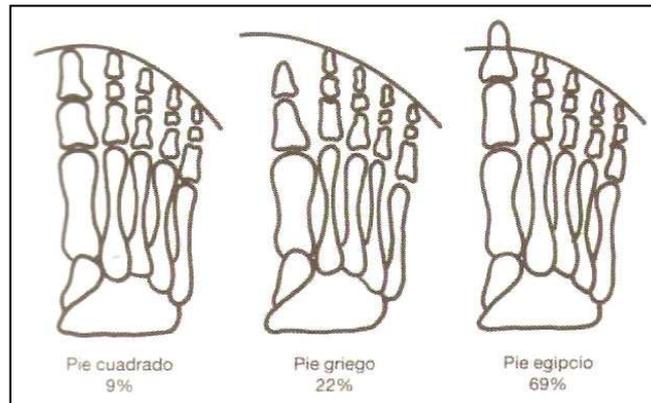


Figura 5: Classificação do pé segundo fórmula digital  
Fonte: Chico Ruiz et al., 2008, p. 61.

Chico Ruiz et al. (2008) apresentam a tabela 5 com estudos realizados sobre a estatística da análise dos percentuais de pés encontrados com relação ao comprimento dos dedos.

Tabela 5: Tipos de pé em função do comprimento dos dedos

Tipo de pé	Origem	Percentual
pé egípcio	estatística canadense	37,00%
	estatística de Lelievre et al.	64,20%
	mexicana	42,40%
	Viladot et al.	69,00%
pé grego	estatística canadense	40,00%
	estatística de Lelievre et al.	14,80%
	mexicana	19,20%
	Viladot et al.	22,30%
pé quadrado	estatística canadense	22,00%
	estatística de Lelievre et al.	20,0 0%
	mexicana	36,40%
	Viladot et al.	8,70%

Fonte: Chico Ruiz et al., 2008, p. 61.

Embora qualquer forma digital possa ser considerada normal, segundo Viladot (1987, *apud* MANFIO, 2001, p. 95), o pé tipo egípcio apresenta maior probabilidade de ocorrência de problemas de *halux valgo* (joanete). Esta característica é agravada com o uso de calçados fechados, justamente em função do maior comprimento do 1º dedo. Já no caso do pé tipo grego, ocorre maior dificuldade para encontrar contornos de palmilha de sandálias abertas no bico que tenham boa acomodação, principalmente em função do fator estético.

A marcha humana pode apresentar muitas variáveis. Os pés, como estruturas vivas e dinâmicas, possuem movimentos complexos que permitem ao ser humano locomover-se e realizar todos os tipos de atividade.

Durante o caminhar várias articulações de movimento e de acomodação no pé humano são ativadas. Nestas articulações, os ossos do pé movimentam-se uns contra os outros e são sustentados pelos ligamentos. As articulações de movimento são as responsáveis pela determinação da direção do ato de caminhar, atuando sobre 3 eixos, x, y e z. (CENTRO TECNOLÓGICO DO CALÇADO SENAI, 1997)

Os movimentos de rotação ilustrados na figura 6 são executados sobre o eixo longitudinal do pé e são denominados pronação e supinação,. Conforme Hamill e Knutzen (1999, p. 249), com o pé não tocando o solo, o movimento de pronação é resultado da eversão (para fora em direção oposta do pé contrário), abdução e dorsiflexão. O movimento de supinação é resultado da inversão (para dentro em direção do pé contrário), adução e flexão plantar. Já com o pé fixo no solo, boa parcela da pronação e supinação é resultado do peso do corpo agindo sobre o tálus.

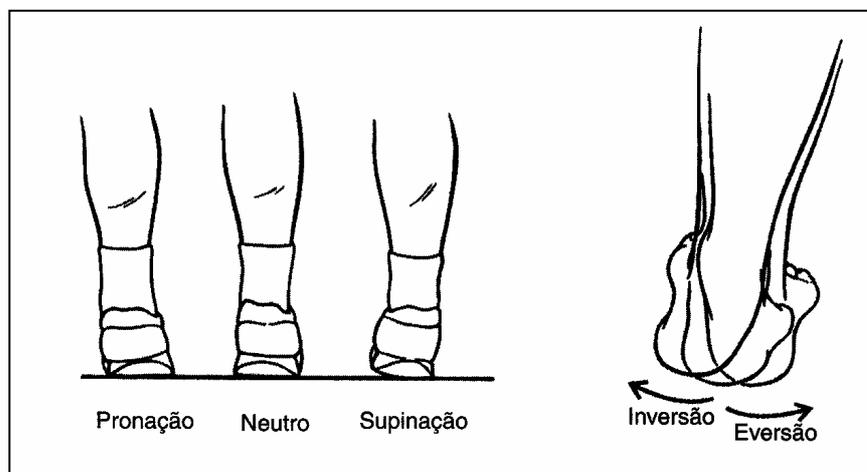


Figura 6: Movimentos de inversão e eversão  
Fonte: Hamill e Knutzen, 1999, p. 249.

Toda esta complexa estrutura dos pés pode sofrer com problemas variados, citando-se *halux valgo* (joanete), pé torto, pé chato, pé arqueado, esporão, fascite plantar, bolhas, calosidades, deformações nos dedos, etc. Muitas das deformidades são congênitas, ou seja, adquiridas por hereditariedade; algumas resultam da ação de agentes traumáticos, infecciosos ou inflamatórios; e outras podem surgir com a prática esportiva mal-conduzida, além de outras causas.

Por outro lado, muitas sensações de desconforto ou deformações podem ser provenientes da construção incorreta de calçados, e isso, normalmente, tem relação direta com as formas e outros componentes utilizados na fabricação de calçados. Desta maneira, o uso de calçados inadequados pode provocar danos à saúde do pé, sendo eles mesmos os causadores de anomalias ou, ainda, agem como agravante de algum tipo de problema pré-existente. A antropometria tem relação direta com a análise de possíveis problemas nos pés, pois o desenvolvimento de calçados sobre uma base incorreta seguramente poderá contribuir para isso.

### **2.3 Ergonomia**

Segundo Van der Linden (2007, p. 20), “a palavra ergonomia foi cunhada em pelo cientista polonês Wojciech Jastrzebowski”. O autor acrescenta que ergonomia vem do grego *ergon* (trabalho), *nomos* (leis, regras), sendo que foi utilizado pela primeira vez em 1857, na publicação de um artigo sob o título Ensaio de Ergonomia ou Ciência do Trabalho Baseada sobre as Verdadeiras Avaliações das Ciências da Natureza.

Mesmo que a ergonomia tenha surgido de maneira sistematizada durante a Segunda Guerra Mundial, presume-se que tenha nascido informalmente a partir do momento em que o homem primitivo desenvolveu seus primeiros objetos para garantir sua sobrevivência. De acordo com França e Pinheiro (2006, p. 1), “considera-se como origem da ergonomia a percepção clara ou imediata do homem pré-histórico quando utilizou lascas de pedras como instrumentos do dia a dia”. Naturalmente, mesmo que de maneira rudimentar, de certa forma o ser humano já aplicava o princípio básico da ergonomia, qual seja, a melhor adequação possível dos ambientes e dos objetos para si próprio.

Embora a ergonomia esteja mais associada ao estudo de postos de trabalho, num sentido amplo, ela estuda os critérios necessários para adaptar o ambiente e os produtos às características humanas. Afirmam Remesal et al. (1999, p. 13): “Poderíamos definir ergonomia como o campo de conhecimentos multidisciplinar que estuda as características, necessidades e habilidades dos seres humanos, analisando aspectos que afetam o design de produtos ou os processos de produção”. Para isso, aplica teorias, princípios, dados e métodos que possam, previamente, preservar e melhorar a qualidade da vida humana nos aspectos relativos à saúde, à segurança, ao conforto e à satisfação. O foco central é o ser humano, considerando que tudo precisa ser adaptado ao homem, tanto em seu ambiente de trabalho como no lar, no lazer ou nos produtos que consome.

Considerando seu escopo de ligação com o produto, é importante relacionar o design de calçados com ergonomia. Hoje é possível encontrar na literatura disponível sobre ergonomia descrições de experiências e dados qualitativos e quantitativos. Van der Linden (2007, p. 29) cita que, “entre os dados, os mais conhecidos são os antropométricos, disponíveis por meio de tabelas em livros como o Manual de Ergonomia, do Professor Etienne Grandjean, ou Ergonomia: projeto e produção, do Professor Itiro Iida”. Percebe-se, todavia, que os dados antropométricos encontrados na literatura estão mais voltados ao corpo humano de maneira geral, e não se preocupam mais especificamente com o pé humano. Assim, existe a necessidade de buscar informações que possam contribuir mais diretamente nas condições de desenvolvimento de novos projetos para o setor de calçados. Por mais que este segmento industrial já tenha evoluído, existem muitas possibilidades de promover a qualidade no que diz respeito à melhoria da usabilidade dos calçados. Problemas identificados nos calçados atribuídos a deficiências em seu projeto são oportunidades de melhoria para o trabalho dos designers.

A ergonomia inicia seu trabalho com estudos sobre as características do trabalhador ou dos usuários de produtos para, depois, projetar o trabalho que ele irá executar ou os produtos que vai usar. Conforme Iida (2005, p. 3), “seu objetivo básico é estudar os diversos fatores que influenciam no desempenho do processo produtivo, procurando reduzir as consequências nocivas sobre o trabalhador. Assim, procura reduzir a fadiga, o estresse e os erros, além do sacrifício e do sofrimento”. No caso do calçado, o objetivo é que o produto possua as características desejadas em função do usuário e ao uso a que se destina.

No meio industrial calçadista e no mercado consumidor em geral cada vez mais se percebe o uso da expressão “calçado ergonômico”, porém poucos se dão conta do que ela realmente significa. Uma boa maneira de reconhecer de forma objetiva se um produto foi desenhado ergonomicamente consiste em seguir as orientações e metodologias da ergonomia tendo como foco as dimensões e o perfil dos usuários, ou seja, analisar o uso da antropometria no desenvolvimento de novos produtos.

Segundo Gomes Filho (2003, p. 89), “os calçados têm na antropometria sua principal interface com a ergonomia”. Porém, os atributos ergonômicos de um calçado não ficam somente nos campos da funcionalidade e da segurança; vão muito além, até mesmo em função dos fatores emocionais. Como exemplo, os elementos utilizados como adornos nos calçados estão mais associados à estética, possuindo uma função simbólica e lúdica que está mais relacionada com os aspectos emocionais. Também o uso de produtos de marcas reconhecidas está associado ao prazer desta possibilidade, o que gera conforto, fazendo parte do conceito de design emocional.

As conceituações apresentadas evidenciam que a ergonomia utiliza os conhecimentos de outras ciências relacionadas com o universo do ser humano. Na prática, ela aplica métodos para análise, concepção, adaptação e correção do posto de trabalho, dos objetos, das máquinas e dos produtos em geral (incluindo calçados). Pressupõe que o ambiente e os produtos se ajustem às necessidades do homem (físicas, psicológicas, culturais, sociais, entre outras) para a qualidade do produto em si e também para o conforto e a segurança do trabalhador e/ou do usuário. Portanto, a ergonomia é uma ciência que tem como foco central o homem e seu bem-estar físico e psicológico e se constrói com base nos conhecimentos de outros saberes, como a antropometria.

Cabe destacar que, ao promover o questionamento e a necessidade de estudos e avaliações constantes acerca de variáveis para o desenvolvimento de novos produtos, ambientes, máquinas, postos de trabalho, etc., a ergonomia deve ser percebida como uma aliada do design, e não como um entrave da criatividade do designer. A ergonomia é então um fator de agregação de valor, uma vez que contribui para a concepção de melhores resultados nas soluções que se apresentam ao ser humano.

## 2.4 Biomecânica, conforto e calçado

A biomecânica trata do estudo da mecânica dos seres vivos, ou seja, dos movimentos humanos. Seus vários ramos permitem a obtenção de informações sobre a geometria do movimento humano, o registro e a consequente quantificação desses valores. Para Chico Ruiz et al. (2008, p. 11), “é um conjunto de conhecimentos derivados da física para os estudos dos efeitos de forças mecânicas sobre os sistemas orgânicos dos seres vivos e suas estruturas, para prever mudanças devido a alterações e propor métodos de intervenção artificial que melhorem o desempenho”. Ainda segundo os autores, dentre as várias aplicações possíveis para a biomecânica (médica, desportiva, ocupacional, industrial, ambiental, etc.) é possível identificar aquela aplicada ao calçado.

A antropometria aplicada ao desenvolvimento de calçados e seus diversos componentes possui uma importante relação com a biomecânica. Em entrevista concedida à revista *Vega Componentes*, Zaro (2008) explica que, juntamente com outros saberes, a antropometria é um dos pilares da biomecânica. Cada pilar possibilita subdivisões, uma vez que são utilizadas diferentes técnicas e equipamentos para estudar variáveis associadas a cada um deles. Calçados são utilizados por indivíduos de forma dinâmica, ou seja, continuamente em movimento. Este é um desafio que se renova constantemente após a definição de um banco de dados consistentes com registros antropométricos: associá-los ao conceito da biomecânica, ou seja, à ciência dos movimentos humanos.

Ao relacionar o calçado com sua biomecânica, Chico Ruiz et al. (2008, p. 93) apresentam considerações relacionadas com o propósito do calçado de proporcionar conforto ao usuário:

O calçado é desenhado para cumprir várias funções, dentre as quais se destacam algumas principais: proteger os pés contra agentes externos, oferecer um aspecto estético aos pés, oferecer estabilidade estática e dinâmica ao pé e à massa corporal total do usuário, potencializar as condições físico-mecânicas do pé, automodular propriedades internas simulando condições naturais e servir como suporte natural de apoio para os pés.

Ávila (2002, p. 40) pondera que a qualidade de um calçado está relacionada a seus materiais, ao desenho, ao processo de fabricação, à durabilidade e outros; já o

conceito de conforto está mais associado aos níveis de percepção de calce, sendo que a maior ou menor satisfação que um calçado traz a seu usuário resultará no grau de conforto percebido. Embora seja bastante desafiador, o foco no desenvolvimento de novos calçados deve estar em associar esses dois importantes aspectos, quais sejam: qualidade e conforto.

A definição de conforto por si só já é um tema que propicia muita divergência de opiniões entre pesquisadores, designers, ergonomistas e outros profissionais. A dificuldade inicia na subjetividade encontrada quando se procura definir o termo; em boa parcela, depende da percepção do sujeito que está vivenciando uma situação ou usando determinado produto. De acordo com Ávila et al. (2009, p. 74), nos últimos anos, através da biomecânica, o conforto do calçado passou de uma abordagem meramente qualitativa para uma abordagem quantitativa, utilizando para isto vários métodos de estudo, dentre os quais está a antropometria.

Segundo Van der Linden (2004, p. 266):

O conforto é um estado afetivo definido pela ocorrência simultânea de bem-estar físico e psicológico induzido por sensações, pensamentos, imagens, objetos, ambientes e situações que evoquem sentimentos e emoções prazerosas (valência hedônica positiva). Por outro lado, o desconforto é um estado afetivo definido pela ocorrência de mal-estar físico e/ou psicológico resultante da ativação de estímulos sensoriais (físicos e/ou psicológicos) com valência hedônica negativa. Entre esses dois estados existe uma infinita graduação de estados de quase-conforto e quase-desconforto, passando por uma zona de indiferença.

Essa análise do autor mostra como é complexa a definição de conforto, principalmente pelos aspectos subjetivos envolvidos. Ávila et al (2009, p. 74) esclarecem que “o conforto do calçado que era um conceito meramente qualitativo passou nos últimos anos, através da aplicação da biomecânica, para uma abordagem quantitativa...”: Esta nova abordagem sobre a temática do conforto fez surgir ensaios capazes de quantificar os níveis de conforto que um calçado pode proporcionar ao seu usuário.

Trata-se do grupo de normas ABNT-NBR 14834 até 14840, as quais foram submetidas à revisão em 2011, e ainda a ABNT-NBR 15159, elaboradas pelo CB-11 – Comitê Brasileiro do Couro e Calçados. Tais normas visam avaliar os calçados no que diz respeito ao conforto e possuem importante relevância para o setor calçadista brasileiro, uma vez que o País foi pioneiro no mundo a certificar calçados em conforto.

As normas existentes têm o objetivo de avaliar determinadas características nos calçados que se relacionam com o quesito conforto. Com base nos ensaios realizados em acordo com as mesmas, empresas e profissionais podem promover ações para que seus produtos (calçados) se tornem sempre mais confortáveis (IBTEC, 2009, [não-paginado]).

Os níveis de conforto em calçados são avaliados através de ensaios físicos, biomecânicos e perceptivos conforme as normas apresentadas a seguir:

- ABNT NBR 14834/2011: Conforto do calçado – Requisitos e ensaios: Esta norma estabelece os métodos de ensaio e os requisitos para estabelecer o grau de conforto dos calçados, além de definir características a considerar na seleção de modelos de calce (ABNT, 2011).
- ABNT NBR 14835/2011: Calçados – Determinação da massa do calçado: Esta norma classifica o calçado quanto à massa por pé, de acordo com a tabela 6. No caso dos calçados infantis existe uma tabela com valores específicos para esta categoria de calçados (ABNT, 2011).

Tabela 6: Nível de conforto da massa do calçado adulto (masculino e feminino)

Nível de conforto da massa	Pontuação	Calçados femininos nº 35	Calçados masculinos nº 40
confortável	9	≤240,0 g	≤ 340,0 g
normal	5	> 240,0 g a ≤ 380,0 g	> 340,0 g a ≤ 480,0 g
desconfortável	1	> 380,0 g	> 480,0 g

Fonte: ABNT NBR 14835:2008

- ABNT NBR 14836/2011: Calçados – Determinação dinâmica da distribuição da pressão plantar: Esta norma demonstra o método para determinação dos picos de pressão plantar na região do calcâneo e cabeça dos metatarsos durante a marcha. São usadas palmilhas sensorizadas para avaliar as características da distribuição de pressão plantar que permitem localizar os picos de pressão e qualificar sua intensidade. Normalmente, palmilhas especiais nos calçados contribuem para uma distribuição mais homogênea da pressão, assim evitando desconforto, dor, calos, bolhas e alterações nos movimentos do caminhar e, ainda, o desenvolvimento de sequelas (ABNT, 2011).

- ABNT NBR 14837/2011: Calçados – Determinação da temperatura interna do calçado: Esta norma determina o método para medição da temperatura interna do calçado num ensaio de 30 minutos em caminhada em esteira. Para avaliar as condições microclimáticas do pé, destacam-se dois fatores: temperatura interna durante o uso do calçado e controle da umidade gerada pelo pé. Uma boa absorção do suor pelos componentes internos do calçado ajuda a eliminar a umidade interna, mantendo, assim, a temperatura interna classificada como confortável (ABNT, 2011).
- ABNT NBR 14838/2011: Calçados – Determinação do índice de amortecimento do calçado: Esta norma estabelece o método para determinação do índice de amortecimento do calçado durante a caminhada e o calçado é classificado conforme a tabela 7 (ABNT, 2011).

Tabela 7: Nível de conforto determinado pelo índice de amortecimento do calçado

Nível de conforto do índice de amortecimento do calçado	Pontuação	Índice de amortecimento %
confortável	9	$\geq 50$
normal	5	$\geq 35$ a $< 50$
desconfortável	1	$< 35$

Fonte: ABNT NBR 14839:2011

- NBR 14839/2011: Calçados - Determinação do índice de pronação do calcâneo durante a marcha: Esta norma determina o método para identificação do índice de pronação do calçado durante a marcha. Objetiva verificar se o calçado oferece segurança e estabilidade ao pisar no solo, evitando que o sistema músculo-esquelético do usuário sofra com excessivo movimento de rotação interna do calcâneo (pronação). O calçado é classificado conforme a tabela 8 (ABNT, 2011).

Tabela 8: Nível de conforto do índice de pronação do calçado

Nível de conforto do índice de pronação	Pontos	Índice de Pronação
confortável	9	$0,0$ a $\leq 3,0$
normal	5	$> 3,0$ a $\leq 6,0$
desconfortável	1	$>6,0$ ou negativo

Fonte: ABNT NBR 14839:2011

- NBR 14840/2011: Calçados – Determinação dos níveis de percepção de calce: Esta norma demonstra o método para determinação dos níveis de percepção de calce, sendo eles avaliados em função de marcas e lesões ocorridas num ensaio de 30 min em marcha na esteira. Para a avaliação, é indicado que o usuário caminhe durante 30 minutos na velocidade de 5 km/h ( $\pm 5\%$ ) para calçados masculinos e na de 4 km/h ( $\pm 5\%$ ) para calçados femininos, indicando sua percepção sobre o calçado em relação ao conforto (ABNT, 2011).
- ABNT NBR 15159/2008: Calçados – Determinação dos diferentes perfis para o mesmo número: Esta norma caracteriza os diferentes perfis para um mesmo número de calçado, conforme tabelas de referência. Padroniza-se a numeração dos calçados, apresentando o comprimento e o perímetro das formas para cada numeração. A tabela 9, a seguir, mostra os valores para a escala feminina e masculina (ABNT, 2008).

Tabela 9: Parâmetro de escala para forma feminina (mm)

Tamanho	Incremento	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
pequeno	Comprimento	6,666	220,0	226,7	233,3	240,0	246,7	253,3	260,0	266,6	273,3	280,0
	P	Perímetro	5	200,0	205,0	210,0	215,0	220,0	225,0	230,0	235,0	240,0
Tamanho	Incremento	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
médio	Comprimento	6,666	220,0	226,7	233,3	240,0	246,7	253,3	260,0	266,6	273,3	280,0
	M	Perímetro	5	210,0	215,0	220,0	225,0	230,0	235,0	240,0	245,0	250,0
Tamanho	Incremento	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
grande	Comprimento	6,666	220,0	226,7	233,3	240,0	264,7	253,3	260,0	266,6	273,3	280,0
	G	Perímetro	5	220,0	225,0	230,0	235,0	240,0	245,0	250,0	255,0	260,0
NOTA	Os valores em décimo de milímetro são meramente ilustrativos, por não serem indicados na fita de medir formas.											

Fonte: ABNT NBR 15159:2008

Assim como a antropometria, a dinamometria é uma importante área da biomecânica. Dentro dela, a baropodometria realizada através de um aparato tecnológico que envolve *softwares*, plataformas, esteiras, palmilhas sensorizadas, câmeras etc. permite a coleta e a análise de dados sobre a distribuição da pressão plantar.

Conforme Chico Ruiz et al. (2008, p.28), após iniciativas anteriores nesta área de estudo, a partir da década de 1990 difundiram-se muito os sistemas eletrônicos

através de plataformas e palmilhas com disposição de sensores de pressão com maior precisão e resolução, trazendo, conseqüentemente, mais confiabilidade aos resultados encontrados.

Segundo Ávila (2008, p. 62):

Ao caminhar o peso corporal está distribuído sobre a região plantar dos pés, gerando diferentes picos de pressão em diferentes estruturas do pé sobre regiões da superfície plantar. Para que se possam avaliar estas características da distribuição da pressão plantar durante o caminhar, são utilizados sistemas dotados de sensores de pressão que permitem localizar e quantificar estes picos de pressão.

Dentre os métodos para fazer medições de pressão plantar estão os sistemas de plataformas sensorizadas e os sistemas de palmilhas sensorizadas.

Plataformas sensorizadas como a exposta na figura 7 permitem avaliar o aspecto funcional dos pés, mostrando fases de apoio deles de forma estática e dinâmica, definindo áreas de apoio, suas pressões e sua sequência de comportamento na marcha. Mesmo que o objetivo maior seja fazer análises de marcha dinâmica, em certos casos é possível fazer análise estática e utilizar os dados para confeccionar palmilhas apropriadas para os indivíduos que realizam o ensaio, entre outros.



Figura 7: Plataforma sensorizada  
Fonte: Do Autor.

Palmilhas sensorizadas como o exemplo da figura 8 possuem sensores em sua superfície, de acordo com o modelo utilizado, sendo possível analisar a pressão individual em cada um deles. Este sistema serve mais para fazer comparações. Um indivíduo pode usar calçados diferentes e verificar qual deles traz melhores resultados. Também se podem fazer comparações entre o conjunto de construção

(sola, entressola e palmilhas) para diferentes produtos, verificando qual deles tem melhor comportamento, entre outros.



Figura 8: Palmilha sensorizada  
Fonte: Do Autor

Ressalta-se, então, que os pés devem ser pensados como elementos dinâmicos, ou seja, eles estão em constante movimento, e os calçados devem ser projetados para isso. Porém, não se deve fazer uma separação muito aguda entre a situação do pé em forma estática e dinâmica, pois ele está em constante troca de posição. Desta maneira, o pé fica em posição estática, mas logo em seguida já atua de forma dinâmica, e vice-versa. Normalmente ocorre quase simultaneamente a posição estática e dinâmica.

## 2.5 Análise antropométrica

De acordo com Panero e Zelnik (2002, p. 71), “há uma exiguidade de dados adequados de antropometria tanto em termos de conteúdo quanto de forma, especificamente para uso de designers e arquitetos”. Segundo os autores, a maioria dos dados não é organizada visualizando tais profissionais como público-alvo. Grande parte dessas informações tem seu uso limitado uma vez que, em geral, reflete dados de uma determinada população, nem todos representativos do mercado habitual de design. Ao fazer esta abordagem, os autores reforçam o fato de que a maior parte dos estudos se refere à população militar, restringindo-se ao segmento masculino de determinada faixa etária, e isso não representa o mercado consumidor de produtos de design.

No contexto da ergonomia e da biomecânica, as medidas antropométricas possuem uma importante interface. São consideradas essenciais para a concepção de produtos proporcionalmente adequados aos seres humanos. Em todos os tipos de produtos, a antropometria contribui para que eles resultem ergonomicamente mais adequados a seus usuários. Além disso, fabricar produtos que levem em conta as características dos usuários aumenta a competitividade do fabricante no mercado.

Embora a antropometria venha tendo grande evolução nas últimas décadas, principalmente em função das novas possibilidades proporcionadas pelo avanço tecnológico, presume-se que é muito antiga a preocupação do homem em mensurar o corpo. Ao longo da história, as proporções dos seres humanos foram estudadas por filósofos, artistas e teóricos, entre outros interessados no assunto. De acordo com Tilley e Dreyfuss (2005, p. 9), apesar de antecedentes da antropometria datarem de antes do renascimento, com Albrecht Dürer e Leonardo da Vinci, este campo de estudo é normalmente descrito com origem na antropologia física, disciplina que surgiu no século XIX.

Boeuri (2008, p. 356) apresenta que “o termo antropometria é de origem grega, sendo que *anthropo* quer dizer homem e *metry* significa medida”. De acordo com a autora, para um projeto na área do vestuário é necessário o conhecimento do perfil antropométrico do usuário, e o projetista deve conhecer os dados que influenciam o dimensionamento das peças. Da mesma maneira, tal necessidade de conhecimento se reflete no setor de calçados.

Ao analisar as configurações humanas, Panero e Zelnik (2002, p. 19) afirmam que “entre as mais importantes destas configurações estão a dimensão e o tamanho do corpo humano, à medida que se relacionam com a chamada adequação ergonômica do usuário ao ambiente”. Atualmente existe um forte foco de interesse em definir as diferenças entre grupos e as influências de características como raça, região geográfica e cultura, entre outros. Em princípio, as populações que formam os nichos de mercado são constituídas de indivíduos diferentes; ao mesmo tempo, porém, importante ressaltar que, com a crescente internacionalização da economia, a produção de calçados é comercializada no mundo todo e isso contribui para a necessidade de padrões também internacionais.

De acordo com Tilley e Dreyfuss (2005, p. 17), “não há duas pessoas exatamente idênticas, nem mesmo gêmeos idênticos. A gama de diversidade é um

problema para o designer”. No caso dos calçados, possivelmente um dos maiores desafios para trazer conforto seja identificar as diferenças entre os pés das pessoas. A grande diversidade de medidas na morfologia dos pés mostra que eles são elementos inconstantes. Indivíduos que utilizam um calçado de mesma numeração provavelmente possuem dimensões diferentes em comprimento, largura e altura.

Não é tarefa fácil definir exatamente os rumos que o mercado de calçados e outros produtos irão seguir. Se, por um lado, existe uma tendência pelo desenvolvimento de produtos mais personalizados e as novas tecnologias permitem esta realidade, por outro, com o incremento constante do volume de comércio internacional, existe também uma tendência pelo estabelecimento de padrões mundiais de medidas antropométricas, que permitem a produção de produtos padronizados para que sejam aceitos entre usuários de etnias e características diferenciadas.

Conforme já mencionado, o avanço tecnológico possivelmente seja o principal aliado e motivador para novas pesquisas antropométricas. A digitalização de pés é um recurso importante proporcionado pelo uso da tecnologia. Como exemplo disto, o Infoot® é um sistema de escaneamento tridimensional para pés no qual é possível obter a imagem tridimensional do pé e, conseqüentemente, dados sobre suas medidas. O equipamento, ilustrado na figura 9, é projetado para medições antropométricas, possui 12 microcâmeras e 6 faixas de laser, sendo que estas últimas podem ser reguladas para uma faixa maior ou menor durante a digitalização. Este sistema para digitalização de pés possui plataforma de *software* aberta, permitindo que sejam personalizados detalhes de apresentação gráfica, além de inserir dados sobre medidas e outros.



Figura 9: Escaneador do Sistema Infoot®  
Fonte: I-Ware Laboratory, [s.d.]

Segundo Ávila (2008, p. 60), “o sistema permite exportar os dados dos pés para outros programas de CAD/CAM, para sistemas de desenvolvimento de formas e para sistemas de modelagem, criação e desenvolvimento”. O sistema permite, inclusive, que as imagens dos pés que são geradas pela digitalização sejam comparadas por sobreposição com formas já cadastradas em banco de dados para que se possam fazer novos desenvolvimentos.

Diante do exposto, num primeiro momento, através da análise estatística das medidas antropométricas e de outras características dos pés, pode-se criar uma base de informações úteis para o desenvolvimento de formas e outros materiais e componentes para calçados. Num segundo momento será possível estabelecer também um novo paradigma de produção de calçados, uma vez que a evolução tecnológica e as transformações dos mercados demonstram que o processo de personalização de produtos tende a se intensificar.

De certa forma, com o conceito de produto customizado/personalizado retornam aos dias de hoje algumas características da relação que existia entre o artesão e seu cliente, antes do período da industrialização. Ou seja, passado o auge do período de industrialização e produção em massa, possivelmente se atingirá outro patamar de produção de produtos de consumo, atendendo às necessidades e aos desejos individualizados de cada usuário.

Schmidt (2005, p. 47) cita que, “no passado, o sapateiro fabricava o calçado e também a forma, pois era o único que entendia do assunto”. À época, mesmo que sem os melhores recursos, o sapateiro dava muita importância para a medição do pé de seu cliente, pois a partir disto desenvolvia ou adequava uma forma para produzir um calçado sobre ela. Com a industrialização, surgiram as fábricas de formas e se iniciou a produção de formas que, supostamente, representam a média da população para a qual se pretende vender os calçados. Atualmente, após o auge dos grandes volumes de produção, é questionável se o avanço tecnológico e a busca pela personalização não levarão a uma produção mais individualizada.

Segundo Van der Linden (2007, p. 15):

Uma das características de nossa época, que a distingue do período áureo da produção em massa, entre as décadas de 1950 e 1980, é a possibilidade de que os produtos industriais atendam às necessidades individuais, não apenas às de grupos sociais ou nichos mercadológicos. Nesse princípio do século XXI, as indústrias globalizadas oferecem a possibilidade da chamada customização em massa.

De acordo com esta linha de pensamento, hoje a tecnologia permite uma nova realidade para o desenvolvimento de produto. O surgimento de novos *softwares* e equipamentos é o principal responsável por esta realidade. No caso da biomecânica e da antropometria, voltadas ao trinômio pé, forma e calçado, *softwares* e equipamentos informatizados podem ser utilizados em estudos sobre antropometria e baropodometria, os quais podem contribuir em muito no desenvolvimento de produtos de melhor qualidade para o consumidor final.

De acordo com o conhecimento exposto nesta seção, os calçados devem ser dimensionados considerando-se as características morfológicas da população usuária. As pesquisas antropométricas são excelentes ferramentas a ser utilizadas como fonte de dados técnicos para melhorar o projeto de produtos em geral. No Brasil, em especial na área calçadista, o registro de medidas antropométricas da população contribuirá para o desenvolvimento de calçados ergonomicamente adaptados a seus usuários.

Para a melhoria da qualidade dos calçados produzidos, além da definição antropométrica, há que se definir uma série de outros fatores relacionados, tais como materiais utilizados, desenho do calçado, entre outros, para que se obtenham produtos com melhor adaptação aos pés das pessoas. A forma possui relação direta com as variáveis antropométricas e é um dos principais fatores que contribuem para um calçado com calce adequado.

## **2.6 Formas e sistemas de medidas para calçados**

De acordo com Pivecka e Laure (1998, p. 5), “uma boa forma para fabricação de calçados é revestida com a mesma importância que tem um bom cimento para a estabilidade de uma construção”. Para Schmidt (2005, p. 45), “a forma é o utensílio usado na fabricação de calçados, capaz de representar as medidas e o movimento do pé”. Assim, a forma é considerada um elemento fundamental tanto para o processo de desenvolvimento de novos calçados quanto para sua produção, e deve ser coerente com a antropometria dos pés dos consumidores desses calçados.

Hartkopf et al. (1998) ao abordarem conceitos das tecnologias CAD, CAM e CIM, enfatizam o aspecto dimensional como sendo essencial para a qualidade do

produto no setor calçadista. Conforme a figura 10, a forma é considerada o elemento central para a formatação de sistemas integrados para desenvolvimento de novos produtos.

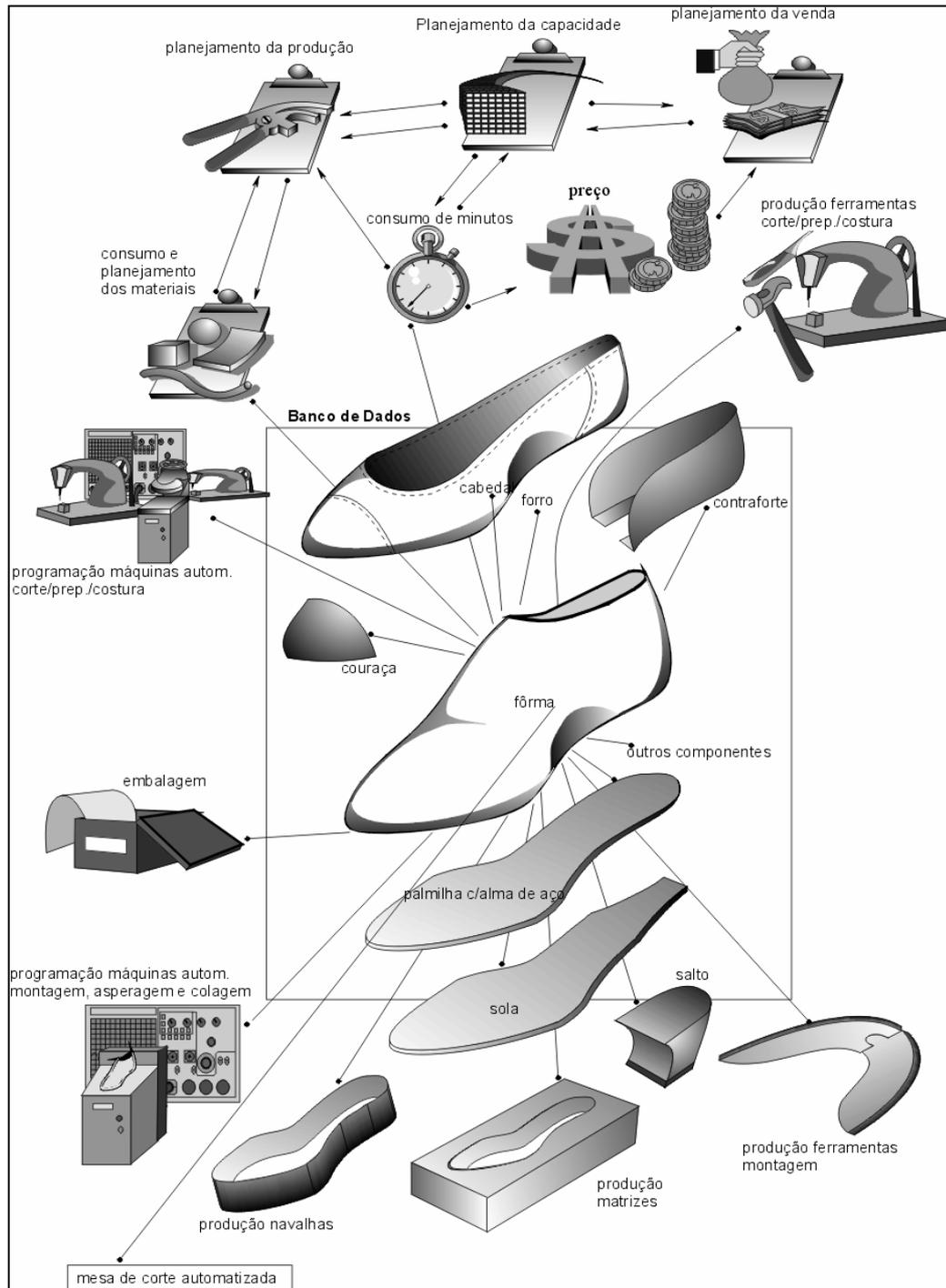


Figura 10: Sistema integrado  
Fonte: Hartkopf et al., 1998, p. 38.

A demanda e as informações iniciais para o desenvolvimento dos novos modelos de formas normalmente partem do designer/estilista/modelista de calçados

que, baseado em sua pesquisa, identifica os novos formatos sobre os quais fará a criação de novos produtos. Vale salientar que o tipo de calçado desejado influencia muito neste processo, muitas vezes em detrimento de informações sobre o próprio pé do usuário, o qual deveria ser o ponto de partida. Neste contexto, o fator moda e a estética do calçado em si são priorizados em detrimento de uma adequação correta às medidas e ao formato dos pés. Na busca por um produto melhor, o fabricante de formas e de calçados buscarão a harmonização da forma estética com a função de calce para criar formas com medidas adequadas que não causem desconforto.

Do ponto de vista industrial, quanto mais padronizado for o produto, menores serão seus custos de produção e comercialização. No caso do calçado, devido à necessidade de organizar sua criação, produção e venda, inclusive de seus componentes, desenvolveram-se sistemas de medidas para fazer esta mensuração. Diversas variáveis de comprimentos, larguras, alturas e volumes podem ser medidos sobre as formas e influenciarão diretamente no produto final a ser realizado sobre as mesmas, ou seja, o calçado. No entanto, para os sistemas de medidas o comprimento e o perímetro ilustrados nas figuras 11 e 12 são as duas variáveis básicas que definem o número de um calçado e também da forma. As demais medidas variam proporcionalmente a estas duas principais e/ou em função do visual e calce que se pretende para cada novo desenvolvimento de forma.

Conforme a figura 11, a medida do comprimento total da forma vai da extremidade do calcanhar até a extremidade do bico. Já a medida do comprimento nominal da forma, denominado no mercado de comprimento real, descarta o valor do suplemento da região frontal. Schmidt (2005, p. 63) observa que o suplemento é uma medida adicional dada ao bico da forma para melhorar a estética do calçado e ainda contribuir para um melhor calce.

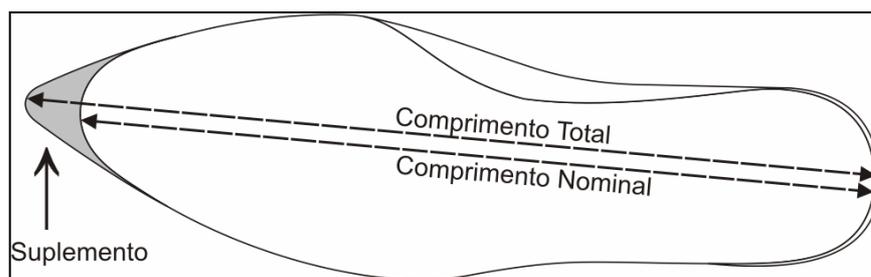


Figura 11: Comprimento da forma  
Fonte: Adaptado de Schmidt, 2005, p. 63.

A figura 12 mostra a medição do perímetro da forma. Schmidt (2005, p. 52) observa que, assim como o comprimento, esta é uma medida realizada com fita métrica posicionando-se sobre pontos marcados na forma e que, em princípio, correspondem à região da articulação metatarso falangeana. No mercado brasileiro, a referência de numeração marcada nas formas e calçados (33, 37, 39, etc.) refere-se somente ao comprimento, ou seja, não há nenhuma referência com relação ao perímetro. Isto ocorre porque as formas e os calçados são fabricados num único padrão de perímetro, e não existem nesse mercado variações de perímetro para um mesmo comprimento. Manfio (2001, p. 28) expõe que cada empresa estabelece suas escalas, que podem mudar em função do tipo de modelo de calçado a ser produzido. Assim, as formas variam de volume no perímetro em função do estilo do produto e devem também proporcionar um bom calce.

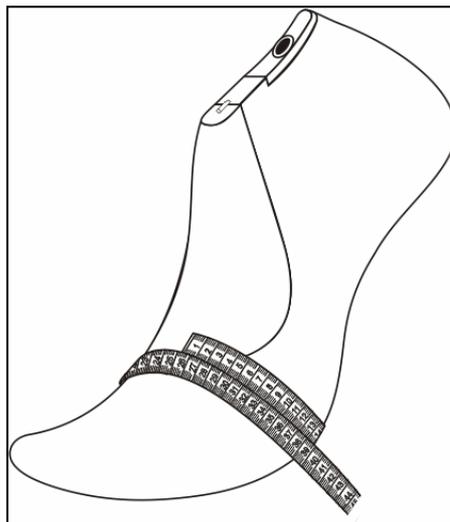


Figura 12: Perímetro da forma  
Fonte: Do Autor

A maioria das interpretações dos sistemas de medidas utilizados no mundo para organizar e/ou controlar a variável de comprimento e de perímetro das formas e calçados estão baseados na medida do ponto francês e do ponto inglês. Embora seu desenvolvimento tenha bases distintas, quais sejam, respectivamente, o sistema métrico e a polegada, para efeito de comparação podem-se atribuir valores na mesma unidade de medida, conforme a tabela 10. Estes valores determinam a diferença de um número de forma para outro dentro de um mesmo sistema e são comumente chamados de progressão.

Conforme Manfio (2001, p. 22), “o primeiro sistema de numeração de calçados foi criado na Inglaterra, em 1324, no reino de Eduardo II, e se baseava na medida de um grão de cevada”. Este sistema evoluiu, e hoje é atribuído ao sistema do ponto inglês 1/3 de polegada para o comprimento e 1/4 de polegada para o perímetro. Já no ponto francês, segundo Georges (2001), originalmente o sistema utilizava o equivalente a 10 mm de intervalo, mas foi ajustado pelos sapateiros parisienses ao perceberem que esta diferença havia se mostrado muito grande para sapatos femininos. Assim, atualmente o ponto francês usa 1/3 de 2 pontos franceses originais (20mm / 3) para o comprimento e 1/4 de 2 pontos franceses originais (20mm / 4) para o perímetro.

Tabela 10: Progressão nos sistemas de medidas para calçados

Sistema de medidas	Comprimento	Perímetro
ponto francês	6,66 mm	5 mm
ponto inglês	8,46 mm	6 mm

No Brasil é utilizado o sistema de medidas do ponto francês com o mesmo padrão de escala apresentado na tabela 10, entretanto, com algumas adequações com relação ao sistema utilizado na França e em outros países da Europa. Existe uma diferença de interpretação na definição do comprimento do calçado, o que gera uma diferença de 2 pontos franceses; ou seja, o número 37 da França corresponde ao número 35 do Brasil. Além disso, normalmente também existem diferenças no desenvolvimento da forma original que deve ser adequado ao pé feminino brasileiro, considerado um pouco mais volumoso do que o pé feminino francês.

Segundo Manfio (2001, p. 1), a falta de dados disponíveis relativos à morfologia e à antropometria dos pés brasileiros corrobora para que as indústrias usem modelos de formas e calçados estrangeiros, fazendo posteriores adequações. Nesse sentido, ressalta-se que ainda hoje existe no mercado calçadista brasileiro a prática de utilizar modelos estrangeiros como base, fazer adequações empíricas na forma original para melhor adequação ao pé nacional e, posteriormente, aplicar os padrões de escala praticados (6,66 mm para comprimento e 5 mm para perímetro).

Para uma análise de dados antropométricos dos pés de determinada população, faz-se necessário saber qual é o sistema de medidas utilizado, porque é

importante que algum tipo de análise a ser realizada faça cruzamentos com os padrões utilizados por esse sistema de medidas.

## 2.7 Abordagem sobre salto alto

Ao longo da história do calçado, o salto, juntamente com o formato do bico, foi motivo de atenção e nem sempre foi uma característica particular do calçado feminino, pois os calçados masculinos também já fizeram uso desta característica em sua construção. O salto do calçado já foi sinônimo de diferenciação social, sendo sua altura proporcional à posição do indivíduo na hierarquia da sociedade.

O estilista Manolo Blahnik é famoso por suas criações, sendo considerado o rei do salto alto no universo da moda contemporânea. Porém, possivelmente o salto Luís XIV seja uma referência histórica das mais marcantes para a sociedade. Segundo O'Hara (1992, p. 243), “o salto Luís XV surgiu no reinado do soberano francês Luís XIV (1643-1715), quando o termo (em inglês, *louis heel*) descrevia o método de confeccionar numa só peça a sola e o salto”. A autora registra também que o uso ocorreu pela primeira vez no reinado de Luís XV (1715-74), ficando assim conhecido por essa referência.

A figura 13 mostra o chopine, exemplo importante no universo dos calçados com saltos. Segundo Bata (1994, p. 27), “em voga entre as damas da aristocracia na Veneza do século XVI, o objetivo do chopine foi chamar a atenção para a condição social de quem os utilizava”. Para tê-los era necessário ser da alta sociedade e, além disso, para caminhar com eles era necessária a ajuda de serventes.



Figura 13: Chopine  
Fonte: Bata, 1994, p. 27.

Ao abordar a história do calçado, Carrasco (1994, p. 29) comenta que a evolução nos países orientais foi diferente dos países europeus, tendo em vista que eles se empenharam mais no desenvolvimento de calçados construídos quase totalmente de madeira. Mais tarde, quando surgiram os saltos altos na Europa, colocaram bases ou alturas na frente e no traseiro do tamanco, conforme a figura 13, para aumentar a estatura de pessoa de modo que ficasse da mesma altura de outras pessoas da mesma casta ou sociedade.

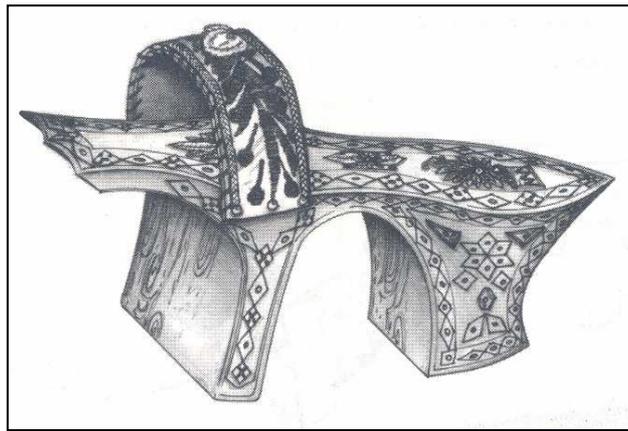


Figura 14: Tamanco com salto  
Fonte: Carrasco, 1994, p. 29.

Quanto à questão mais voltada ao contexto da saúde, opiniões sobre o salto alto ser ou não prejudicial são bastante variadas entre os especialistas. Monteiro (2001, p. 30) coletou opiniões de médicos e especialistas sobre o design e a ergonomia do calçado. Relata que as queixas quanto ao desconforto nos pés são mais recorrentes nas mulheres, atribuindo isto a diversos fatores, sendo um deles o uso de salto alto. Complementa ainda que, com o uso do salto, todo o peso do corpo é jogado para a frente e direcionado às articulações metatarsianas.

Mesmo assim, é difícil acreditar que o salto alto possa cair em desuso em função de todo o contexto que a moda cria a cada nova temporada de desenvolvimento de novos produtos. O fetiche provocado pelo uso de calçados com saltos altíssimos foi e ainda é muito usado como apelo de venda junto ao mercado. É entendimento de Ávila (2001 *apud* PINHO, 2005, p. 18) que, “dentro de uma enorme diversidade de características, o calçado de salto é referido na atualidade como um dos mais utilizados pelo público feminino”. Atualmente, o calçado feminino com saltos médios e altos continua entre os mais cobiçados pelas consumidoras em busca de diferenciação. Por isso, a importância de pesquisas que focam-se na

busca de respostas sobre alterações morfológicas estáticas e dinâmicas dos pés em função do uso do salto alto.

Brino, Ávila e Souza (2003) realizaram uma pesquisa com 11 sujeitos do sexo feminino para verificar a influência da altura do salto sobre os percentuais do peso corporal aplicados na base de sustentação durante a marcha. Segundo esses autores, a literatura traz duas linhas de pensamentos diferentes com relação ao tema. A primeira – atribuída a Mylius em 1993, Snow e Willians em 1994 e Monteiro em 1999 e 2001 – afirma existir um aumento do percentual da força peso de acordo com a altura do salto do calçado. A segunda – atribuída a Mathews e Wooten em 1993, Nasser e Ávila em 1999 e Messign e Kilbon em 2001 – afirma não existir um aumento do percentual da força peso de acordo com a altura do salto do calçado. Embora tenha ocorrido uma tendência significativa a não existir variação do percentual do peso corporal aplicado no retopé e no antepé em função da variação da altura do salto, os autores da pesquisa concluem que não houve uma regra em relação a esta alteração. Também recomendam que sejam avaliadas outras características do design do calçado, como, por exemplo, a curvatura do solado e os componentes que o constituem.

Pinho (2005) buscou estudar a distribuição do peso corporal entre retopé e antepé em blocos simuladores e calçados de salto alto, obtendo nas duas situações de seu estudo (blocos simuladores e calçados) um padrão não-linear de diminuição da força vertical ( $F_z$ ) no retopé e da pressão plantar na mesma região à medida que foi aumentada a altura do apoio no calcâneo. O autor pondera que, apesar do comportamento reproduzido relativo à aplicação de força e de distribuição de pressão resultarem semelhantes nas duas situações, a metodologia usada em seu estudo não permitiu uma comparação estatística conclusiva, sendo necessários estudos complementares.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho seguiu ao fluxograma apresentado na figura 15:

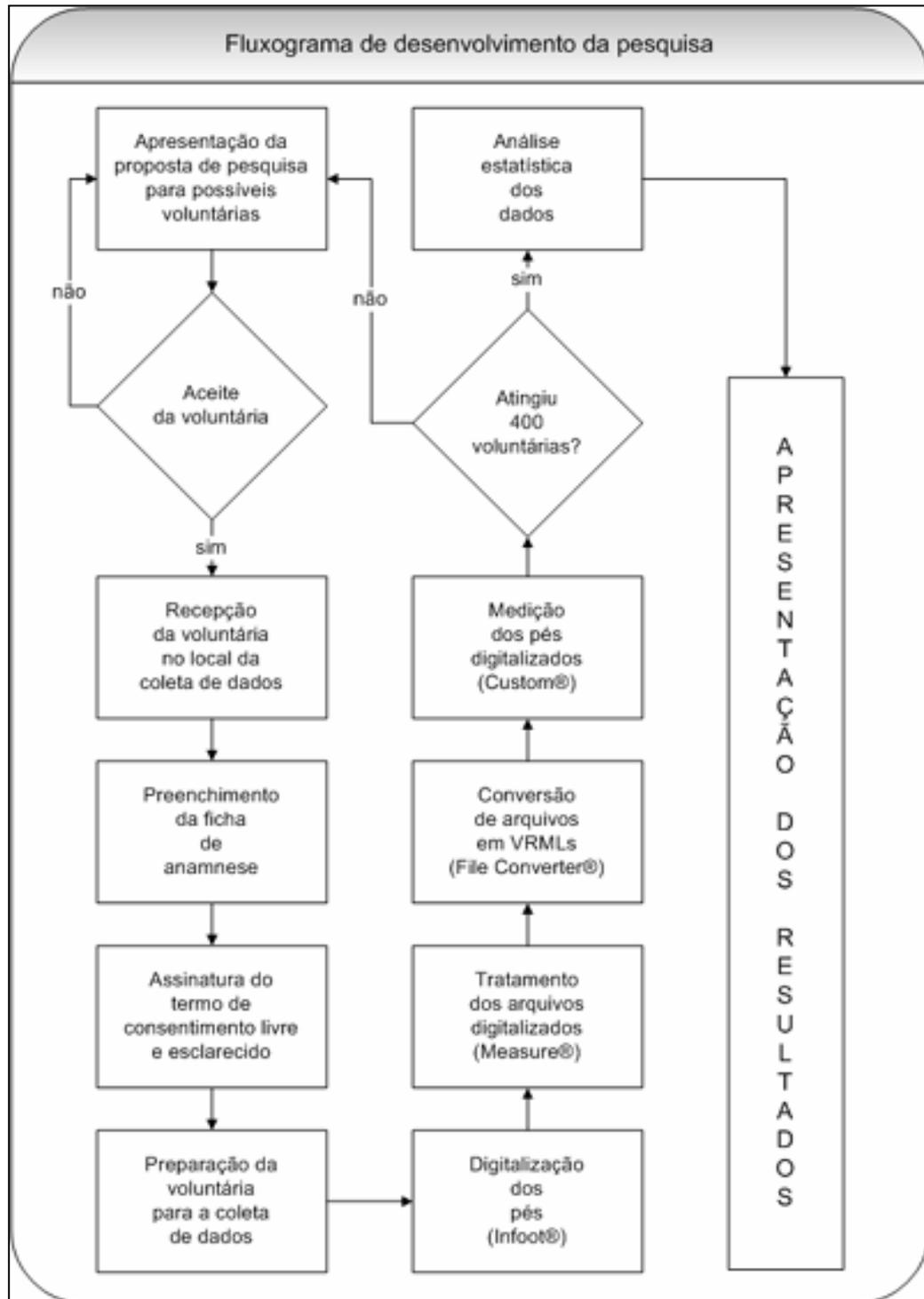


Figura 15: Fluxograma de desenvolvimento da pesquisa  
Fonte: Do Autor

As etapas registradas no fluxograma estão identificadas de maneira resumida, mas demonstram de forma objetiva o ordenamento do trabalho. A busca por indivíduos possivelmente foi uma das tarefas que mais comprometimento destacou pelo envolvimento e disponibilidade de tempo das voluntárias.

A análise das características do pé humano e as informações acerca da antropometria trazem definições de caráter geral na fundamentação teórica; além disso, demonstram seu vínculo direto com o conforto e, ainda, sua relação com disciplinas como ergonomia e biomecânica, fundamentando a metodologia de pesquisa aqui apresentada.

Na sequência deste capítulo, apresenta-se a sistemática utilizada para a realização da proposta de pesquisa. Inicia-se com a apresentação de um panorama da proposta, as tecnologias que foram usadas e o formato de realização dos procedimentos metodológicos. Apresentam-se ainda informações sobre o Comitê de Ética e a definição da amostra para, em seguida, fazer o delineamento da pesquisa detalhando todos os desdobramentos necessários à coleta e à análise dos dados relativos a ela.

O presente estudo permeia o campo exploratório e foi realizado por meio de dois procedimentos metodológicos conjugados, quais sejam, a coleta de características demográficas e a medição antropométrica dos pés propriamente dita.

A coleta de características demográficas foi realizada através do preenchimento de um formulário de entrevista/anamnese (Apêndice C) pelas voluntárias envolvidas. Seu objetivo foi identificar dados gerais sobre as características das voluntárias que fizeram parte da amostra estudada.

O procedimento de medição antropométrica foi realizado com um sistema informatizado apropriado para este fim. A proposta do trabalho é a validação da sistemática criada através de sua aplicação experimental de acordo com os procedimentos apresentados na metodologia.

Com o avanço da tecnologia, tanto em termos de *hardware* quanto de *software*, percebe-se um aumento na precisão e automatização das técnicas para a obtenção das medidas antropométricas. Assim como o *body scanner* pode ser utilizado para uma leitura das dimensões corporais, novas tecnologias existentes permitem estudos antropométricos que trazem informações mais fidedignas para a avaliação de partes mais específicas do corpo humano, como a mensuração dos pés.

O trabalho fez uso do Sistema Infoot® de procedência japonesa, composto pelo escaneador e o *software* Measure® versão 2.9, um sistema desenvolvido especificamente para escanear pés, além do *software* File Converter® versão 1.9 e, ainda, o uso de outros *softwares*, tais como: Custom/Shoemaster® versão 9.03, Microsoft Excel® e PASW® - Predictive Analytics Software for Windows versão 17, conhecido na versão anterior por SPSS® - Statistical Package for Social Science. Todo este complexo foi fundamental para o alcance do objetivo proposto pela pesquisa, qual seja, a organização e validação de uma sistemática de medição de pés com base em recursos tecnológicos disponíveis capazes de mensurar parâmetros antropométricos de pés que contribuem com os projetos de desenvolvimento de formas e outros componentes para calçados.

### **3.1 Comitê de Ética em Pesquisa**

Pela Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, o Plenário do Conselho Nacional de Saúde, em sua Quinquagésima Nona Reunião Ordinária, no uso de suas competências regimentais e atribuições conferidas pela Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, e pela Lei nº 8.142, de 28 de dezembro de 1990, aprovou diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. O item VII da referida Resolução determina que toda pesquisa envolvendo seres humanos deverá ser submetida à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa.

O presente projeto envolveu mulheres como voluntárias para a pesquisa antropométrica de medição de pés. Sendo assim, foi submetido à avaliação de projetos de pesquisa pelo CEP – Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade FEEVALE de Novo Hamburgo, RS, que atribuiu ao processo de avaliação o nº 6.12.02.10.1702 e classificou o projeto no Grupo III, de acordo com o Fluxograma da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP. O CEP da Universidade FEEVALE emitiu o parecer de aprovado, considerando que o projeto preserva os aspectos éticos dos sujeitos de pesquisa (Anexo A).

Com o propósito de obter a comprovação da participação espontânea das voluntárias, foi elaborado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, que foi apresentado a cada uma das participantes da pesquisa, assinado por elas e

arquivado pelo pesquisador responsável, ficando disponível por um período de 5 anos. O TCLE traz um resumo da pesquisa e aponta, principalmente, o processo de coleta de dados com o escaneador. Como a faixa etária das voluntárias foi definida entre 16 e 55 anos, elaboraram-se dois termos: o primeiro TCLE foi direcionado às voluntárias de maior idade, ou seja, acima de 18 anos, sendo assinado pela própria participante (Apêndice A) e o segundo foi direcionado às voluntárias de menor idade, ou seja, abaixo de 18 anos, sendo assinado pelo responsável pela participante (Apêndice B).

### **3.2 Definição da amostra**

Com relação às características da população brasileira, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011) os primeiros resultados definitivos do Censo 2010 apontam para um percentual de mulheres ligeiramente superior ao de homens no País. Para uma população total de 190.755.799 de habitantes no Brasil, 97.348.809 são mulheres, enquanto 93.406.990 são homens, ou seja, 51,03 % da população brasileira são do sexo feminino.

Ainda conforme os primeiros resultados do Censo 2010, com base na pirâmide etária, 49,89 % das mulheres estão com idade entre 15 e 54 anos. Assim, o número de mulheres nesta faixa etária, muito próxima daquela definida como base para esta pesquisa (16 a 55 anos) é de 48.565.696, ou seja, um universo bastante grande de indivíduos.

Conforme Callegari-Jacques (2003, p. 144):

De uma forma geral, as populações ou universos nos quais o pesquisador está interessado são grandes demais para serem estudados em sua totalidade. O tempo necessário para estudar toda a população, as despesas e o número de pessoas envolvidas são de tal monta que tornam o estudo proibitivo. Por isso, o mais comum é se estudarem amostras retiradas da população de interesse.

Ao definir uma amostra observa-se que ela não é uma proporção direta de seu tamanho populacional; ou seja, em populações muito grandes a amostra calculada tende a encontrar um teto máximo onde os resultados encontram certa estabilidade, não necessitando, assim, de um número maior de casos. A tabela 11

mostra os cálculos de amostras pré-definidas de acordo com o tamanho da população e o erro máximo de estimação.

Tabela 11: Determinação do tamanho da amostra – populações finitas  
Tabela Arkin e Colton  
Confiança de 95,5%

Tamanho da População	Margem de erro desejada					
	± 1%	± 2%	± 3%	± 4%	± 5%	± 10%
.....	-	-	-	-	<b>222</b>	83
1000	-	-	-	385	<b>286</b>	91
1500	-	-	638	441	<b>316</b>	94
2000	-	-	714	476	<b>333</b>	95
2500	-	1250	769	500	<b>345</b>	96
3000	-	1364	811	517	<b>353</b>	97
3500	-	1458	843	530	<b>359</b>	97
4000	-	1538	870	541	<b>364</b>	98
4500	-	1607	891	549	<b>367</b>	98
5000	-	1667	909	556	<b>370</b>	98
6000	-	1765	938	566	<b>375</b>	98
7000	-	1842	949	574	<b>378</b>	99
8000	-	1905	976	480	<b>381</b>	99
9000	-	1957	989	584	<b>383</b>	99
10000	5000	2000	1000	488	<b>383</b>	99
15000	6000	2143	1034	600	<b>390</b>	99
20000	6667	2222	1053	606	<b>392</b>	100
25000	7143	2273	1064	610	<b>394</b>	100
50000	8333	2381	1087	617	<b>397</b>	100
100000	9091	2439	1099	621	<b>398</b>	100
Infinito ( $\infty$ )	10000	2500	1111	625	<b>400</b>	100

Fonte: Tagliacarne, 1978, p. 174.

$$n = \frac{z^2 p(1-p)N}{(N-1)e^2 + z^2 p(1-p)}$$

Z- valor distribuição normal ; p = 0,50 (proporção dos elementos portadores do caráter considerado. Se p<50%, a amostra calculada é inferior ao valor da tabela) ; N = tamanho da população; e= erro máximo de estimação

Devido à complexidade do trabalho proposto por esta pesquisa, custos envolvidos, disponibilidade de equipamento, disponibilidade do autor e também de voluntárias para sua realização, estipulou-se uma população não-probabilística por conveniência de 400 sujeitos (mulheres brasileiras adultas), que apresenta margem de erro de  $\pm 5\%$ . De fato, ao desenvolver o trabalho foi utilizado um número de 407 voluntárias, o que possibilitou o descarte de 7 coletas nos números de calce extremos para algumas análises individualizadas em função do número reduzido de casos nessas numerações.

Por ser a população brasileira composta de diferentes etnias, propositalmente não foi feita nenhuma seleção específica de biotipo para as medições a serem realizadas. Embora o estudo tenha sido realizado com voluntárias acessíveis na região do Vale do Rio dos Sinos, no Estado do Rio Grande do Sul, e de outras regiões próximas, muitas delas são nascidas em outras cidades do Estado ou, ainda, são provenientes de outros Estados brasileiros. Além disso, o Rio Grande do Sul apresenta, mesmo que não na mesma proporção, boa parte das etnias presentes na população brasileira.

### **3.3 Coleta e análise de dados**

A coleta de dados foi subdividida em pesquisa de características demográficas e pesquisa antropométrica dos pés das voluntárias que se disponibilizaram a contribuir com o trabalho. Foi elaborada uma metodologia de trabalho para a coleta dos dados, garantindo a uniformidade e a padronização do processo de digitalização e a completa legibilidade dos registros obtidos com a pesquisa, tanto das características demográficas quanto dos dados antropométricos dos pés.

Toda a coleta de dados foi realizada somente pelo pesquisador responsável e todas as voluntárias foram orientadas da mesma maneira sobre como proceder durante este período. Assim, não houve erros relativos à variabilidade de operador e/ou pesquisador, utilizando-se procedimentos uniformes e padronizados em todas as fases da pesquisa.

Com vistas à garantia da qualidade da pesquisa, buscou-se por um processo de coleta e análise de dados com um aparato de equipamentos e *softwares* que permitiram minimizar as interferências externas e, tendo praticamente todo o trabalho sido conduzido em ambiente digital, minimizaram-se erros comuns em pesquisas antropométricas oriundos da intervenção do pesquisador.

#### **3.3.1 Características demográficas**

Trata-se das características diversas identificadas em função do grupo de voluntárias que trazem informações gerais de controle técnico das digitalizações e sobre os sujeitos envolvidos na pesquisa, contribuindo para o resultado final do trabalho. As informações foram obtidas através do preenchimento de uma ficha de entrevista/anamese (Apêndice C), abordando questões como: dados de controle técnico do trabalho, dados de identificação das voluntárias, características físicas das voluntárias, informações do cotidiano das voluntárias e características relacionadas a sua saúde.

### 3.3.2 Dados antropométricos dos pés

Trata-se do levantamento dos dados principais a que a pesquisa se propõe. O processo de coleta de dados antropométricos passou por algumas etapas até culminar em sua análise estatística e na apresentação dos resultados.

A coleta de dados foi feita num escaneador tridimensional de alta tecnologia projetado especialmente para digitalização de pés que não traz nenhum risco ou desconforto. Antes da coleta de dados toda voluntária recebeu informações sobre o projeto e respondeu a uma breve entrevista com o intuito de coletar dados relevantes que possam interferir nos resultados do estudo tais como: peso, altura, patologias existentes e/ou pré-existentes, dores, desconfortos em membros inferiores, traumas e fraturas, realização de atividade física e demais itens que se considerar importante e influenciável para cada caso.

A avaliação dos pés foi feita da seguinte maneira: cada voluntária foi convidada a sentar-se e permanecer descalça durante cinco minutos com a finalidade de manter a climatização igual para todas as voluntárias participantes. A partir disso, vestiu um par de meia branca e já no equipamento, inseriu o pé direito dentro da leitora do escaneador para realização da leitura, sendo que este procedimento se repetiu para a leitura do pé esquerdo. Posteriormente, o procedimento foi repetido utilizando-se bases que simularam saltos de 15mm, 50mm e 85 mm. O uso do simulador de salto não ofereceu risco algum à integridade física das voluntárias. Foi utilizado um pano preto disposto na parte superior do equipamento de modo a evitar a entrada de luz.

Após a digitalização, os pés foram trabalhados para limpeza do processo de digitalização e certa padronização de recorte em sua altura. Em seguida, os pés digitalizados passaram pelo *software* Custom®, que possibilitou a leitura das medidas propostas pelo estudo, sendo posteriormente organizadas em planilhas Excel® e transpostas ao PASW® para as análises estatísticas.

### 3.3.2.1 Variáveis antropométricas

Panero e Zelnik (2002, p. 37) ponderam que, “devido à abundância de variáveis que entram em jogo na coleta de dados antropométricos, é fundamental que sejam selecionados aqueles mais adequados em função do que será projetado com eles”. Atualmente, devido à grande oferta de produtos no mercado, é cada vez mais imprescindível que o PDP das empresas de formas e calçados busque por uma informação confiável com relação aos dados antropométricos do público-alvo.

Neste trabalho, conforme as figuras 16 e 17, a definição das variáveis a serem medidas foi feita com base em estudos anteriores, tais como os de Holt (1982), Lacerda (1984), Machado (1994), Pivecka e Laure (1998), Carrasco (1994), Manfio (2001), Georges (2001) e Chico Ruiz et al. (2008), e ainda com base na experiência tácita aprendida da convivência com profissionais do setor calçadista, especialmente de fábricas de formas para calçados. Com base nisso, buscou-se pela avaliação mais prática possível, contendo os parâmetros mais importantes para o desenvolvimento de formas bases e outros componentes para calçados.



Figura 16: Pé em posição plana com marcações para medição  
Fonte: Adaptado de Holt, 1982.

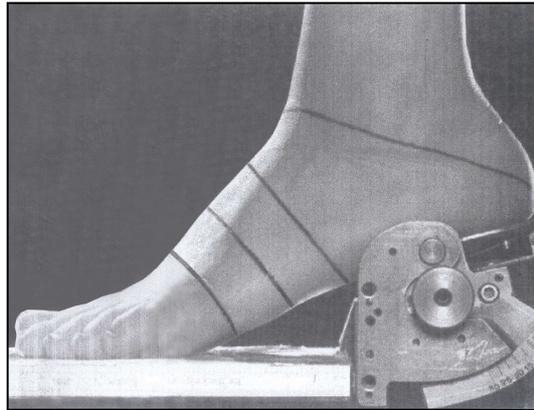


Figura 17: Pé em posição com salto com marcações para medição  
 Fonte: Georges (Delta), 2001.

A definição das variáveis antropométricas vistas na figura 18 foi criada com a utilização de recursos do *software* Custom®, transferindo para o meio digital os parâmetros desejados para o padrão de medição do pé sem salto (Anexo B).



Figura 18: Variáveis antropométricas no pé sem salto  
 Fonte: Do Autor

A mesma definição criada para posicionar as variáveis antropométricas foi posteriormente utilizada como padrão de medição para a leitura das medidas dos pés digitalizados. A importância das variáveis antropométricas identificadas se dá pelo fato de as mesmas servirem como base para o dimensionamento das medidas das novas formas e foram definidas de acordo com as seguintes orientações:

### A – Variável dedos

O fabricante de formas mede a altura dos dedos no comprimento real da forma, a qual corresponde ao comprimento do pé, ou seja, não considerando o suplemento, já definido na seção 2.6. Assim, esta variável foi posicionada na região mais frontal possível, nas falanges, estruturada pelas unhas.

**A<sub>1</sub> - Altura máxima da variável dedos:** medida vertical de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir do plano de apoio do pé até a parte mais alta das falanges (figura 19).

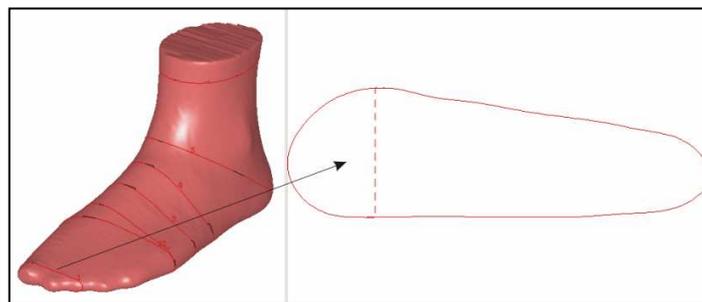


Figura 19: Variável altura máxima dos dedos  
Fonte: Do Autor

### B – Variável metatarsos

Variável posicionada na parte mais proeminente da região da tuberosidade das cabeças do 1º e 5º metatarsos.

**B<sub>1</sub> - Altura máxima da variável metatarsos:** medida vertical inclinada de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte inferior do pé até a parte mais alta do perímetro na região metatarso falangeana (figura 20).

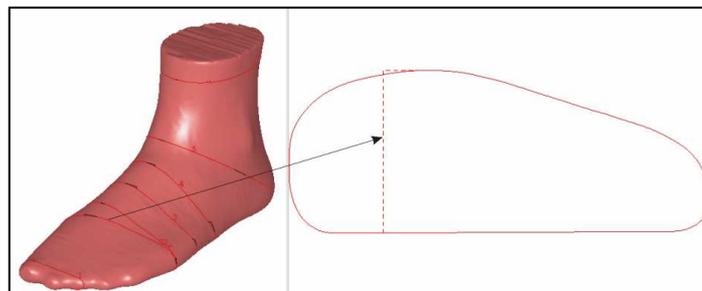


Figura 20: Variável altura máxima dos metatarsos  
Fonte: Do Autor

**B<sub>2</sub> - Largura máxima da variável metatarsos:** medida horizontal de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte mais proeminente da região medial da tuberosidade da cabeça do 1º metatarso até a parte mais proeminente da região lateral da tuberosidade da cabeça do 5º metatarso (figura 21).

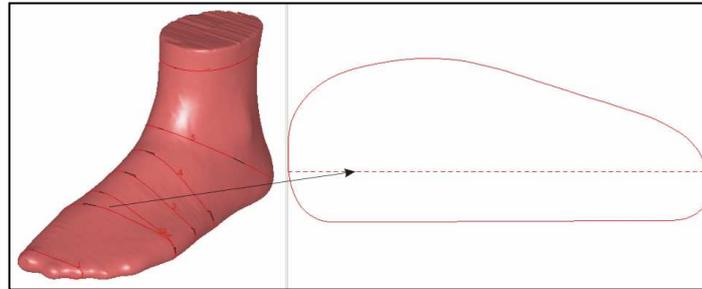


Figura 21: Variável largura máxima dos metatarsos  
Fonte: Do Autor

**B<sub>3</sub> - Perímetro da variável metatarsos:** medida do contorno dos metatarsos na seção transversal definida de acordo com o padrão de medição estabelecido, que passa na parte mais proeminente da região da tuberosidade das cabeças do 1º e 5º metatarsos (figura 22).

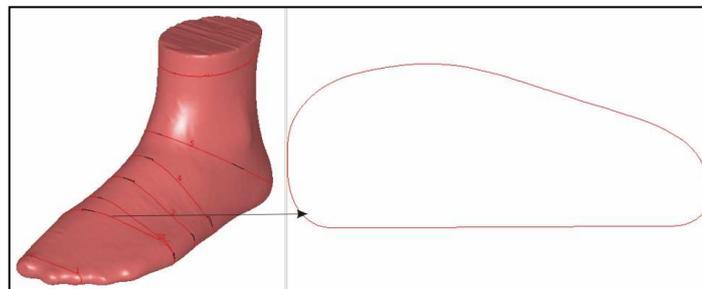


Figura 22: Variável perímetro dos metatarsos  
Fonte: Do Autor

### C – Variável perímetro

Variável posicionada na parte mais proeminente da região da tuberosidade da cabeça do 5º metatarso em direção à região medial do pé em 90º com seu eixo central; ou seja, não passa pela proeminência do 1º metatarso. Conforme a figura 23, esta segunda medida de perímetro na região metatarso falangeana tem como objetivo verificar a diferença entre ela e a medida anterior dos metatarsos.

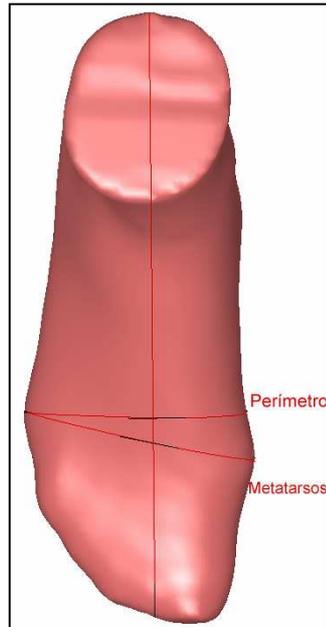


Figura 23: Variáveis metatarsos e perímetro sobre o pé  
Fonte: Do Autor.

**C<sub>1</sub> - Altura máxima da variável perímetro:** medida vertical inclinada de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte inferior do pé até a parte mais alta do contorno na região do perímetro (figura 24).

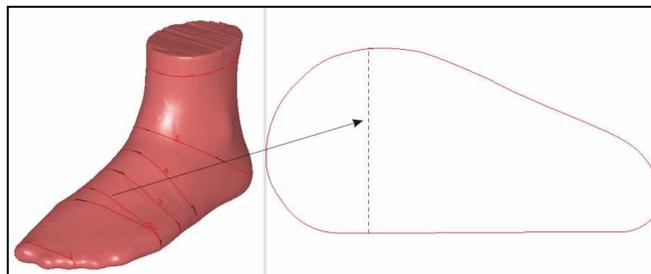


Figura 24: Variável altura máxima do perímetro  
Fonte: Do Autor

**C<sub>2</sub> - Largura máxima da variável perímetro:** medida horizontal de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte mais proeminente da região medial do contorno do perímetro até a parte mais proeminente da região lateral do contorno do perímetro (figura 25).

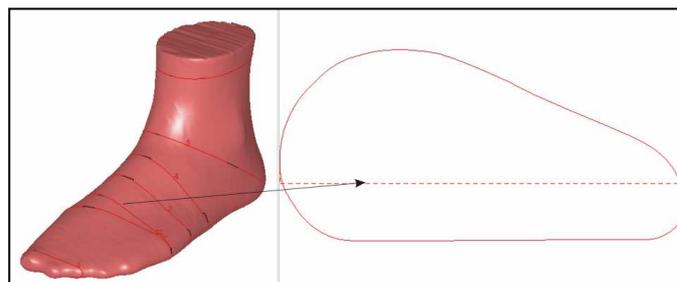


Figura 25: Variável largura máxima do perímetro  
Fonte: Do Autor

**C3 - Perímetro da variável perímetro:** medida do contorno do perímetro na seção transversal definida de acordo com o padrão de medição estabelecido (figura 26).

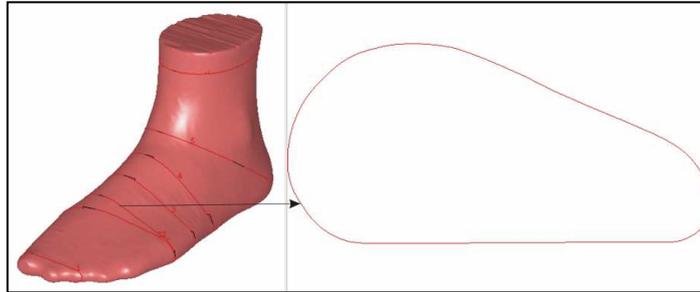


Figura 26: Variável perímetro do perímetro  
Fonte: Do Autor

#### D – Variável retenção

Variável posicionada na região intermediária do pé, observando-se no dorso do pé a proporção de 1/3 da medida entre a variável perímetro e a variável entrada do pé, partindo-se da parte anterior em direção a parte posterior. A seção segue até a planta do pé, observando-se uma inclinação média entre a geometria da linha dorsal e da linha inferior do pé.

**D<sub>1</sub> - Altura máxima da variável retenção:** medida vertical inclinada de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte inferior do pé até a parte mais alta do contorno na região da retenção (figura 27).

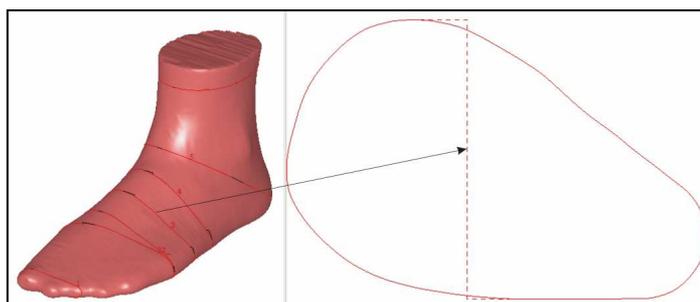


Figura 27: Variável altura máxima da retenção  
Fonte: Do Autor

**D<sub>2</sub> - Largura máxima da variável retenção:** medida horizontal de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte mais proeminente da região medial do contorno da retenção até a parte mais proeminente da região lateral do contorno da retenção (figura 28).

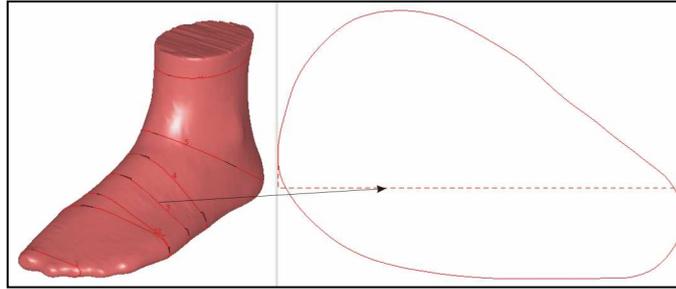


Figura 28: Variável largura máxima da retenção  
Fonte: Do Autor

**D<sub>3</sub> - Perímetro da variável retenção:** medida do contorno da retenção na seção transversal definida de acordo com o padrão de medição estabelecido (figura 29).

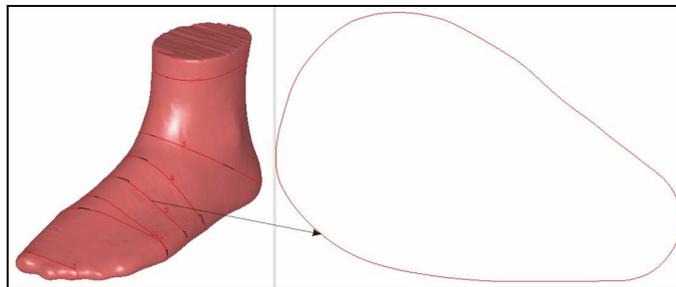


Figura 29: Variável perímetro da retenção  
Fonte: Do Autor

## F – Variável peito do pé

Variável posicionada na região intermediária do pé, observando-se no dorso do pé a proporção de  $2/3$  da medida entre a variável perímetro e a variável entrada do pé, partindo-se da parte anterior em direção a parte posterior. A seção segue até a planta do pé, observando-se uma inclinação média entre a geometria da linha dorsal e da linha inferior do pé.

**F<sub>1</sub> - Altura máxima da variável peito do pé:** medida vertical inclinada de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte inferior do pé até a parte mais alta do contorno na região do peito do pé (figura 30).

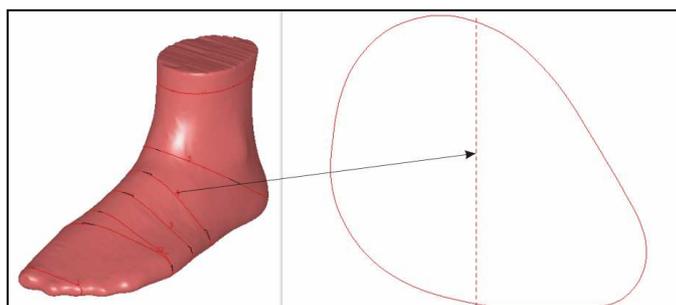


Figura 30: Variável altura máxima do peito do pé  
Fonte: Do Autor

**F<sub>2</sub> - Largura máxima da variável peito do pé:** medida horizontal de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte mais proeminente da região medial do contorno do peito do pé até a parte mais proeminente da região lateral do contorno do peito do pé (figura 31).

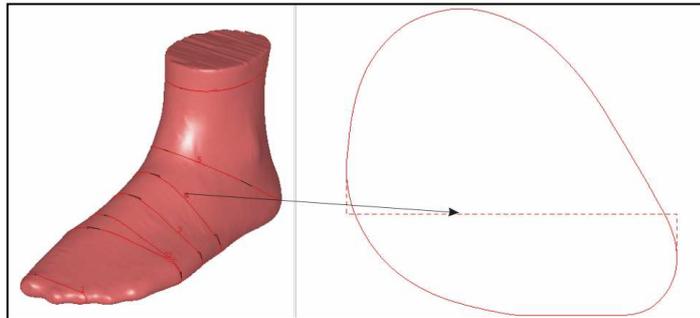


Figura 31: Variável largura máxima do peito do pé  
Fonte: Do Autor

**F<sub>3</sub> - Perímetro da variável peito do pé:** medida do contorno do peito do pé na seção transversal definida de acordo com o padrão de medição estabelecido (figura 32).

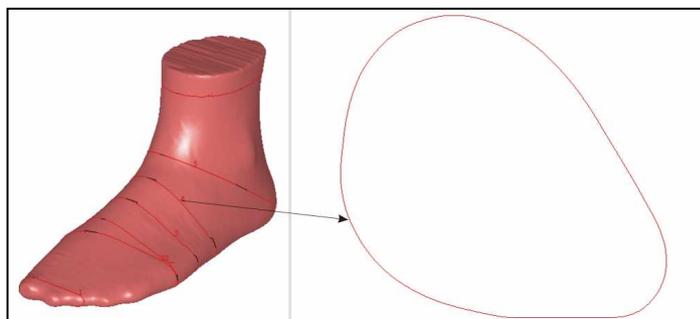


Figura 32: Variável perímetro do peito do pé  
Fonte: Do Autor

## **G – Variável entrada do pé**

Variável posicionada na região do ângulo formado entre a linha dorsal do pé e a linha frontal da perna, estendendo-se até a região mais inferior-posterior da tuberosidade do calcâneo.

**G<sub>1</sub> - Altura máxima da variável entrada do pé:** medida vertical inclinada de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte inferior do pé até a parte mais alta do contorno na região da entrada do pé (figura 33).

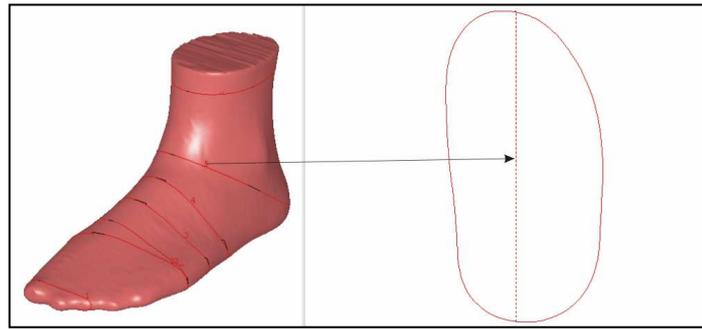


Figura 33: Variável altura máxima da entrada do pé  
Fonte: Do Autor

**G<sub>2</sub> - Largura máxima da variável da entrada do pé:** medida horizontal de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte mais proeminente da região medial do contorno da entrada do pé até a parte mais proeminente da região lateral do contorno da entrada do pé (figura 34).

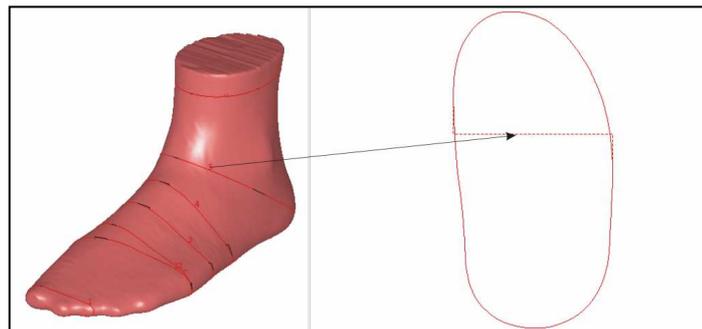


Figura 34: Variável largura máxima da entrada do pé  
Fonte: Do Autor

**G<sub>3</sub> - Perímetro da variável entrada do pé:** medida do contorno da entrada do pé na seção transversal definida de acordo com o padrão de medição estabelecido (figura 35).

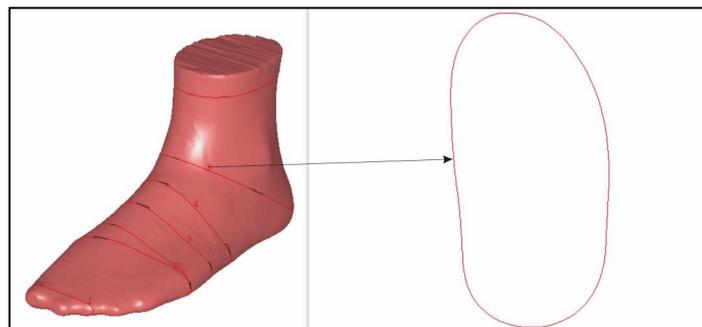


Figura 35: Variável perímetro da entrada do pé  
Fonte: Do Autor

## H – Variável tornozelo

Variável posicionada na região do tornozelo acima dos maléolos, buscando pela mensuração da parte mais delgada da perna.

**H<sub>1</sub> - Comprimento máximo da variável tornozelo:** medida horizontal longitudinal de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte posterior mais recuada do tornozelo até a parte anterior mais frontal do contorno na região do tornozelo (figura 36).

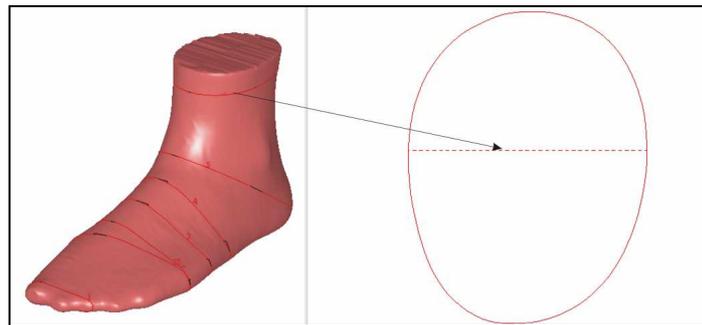


Figura 36: Variável comprimento máximo do tornozelo  
Fonte: Do Autor

**H<sub>2</sub> - Largura máxima da variável tornozelo:** medida horizontal transversal de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte mais proeminente da região medial do contorno do tornozelo até a parte mais proeminente da região lateral do contorno do tornozelo (figura 37).

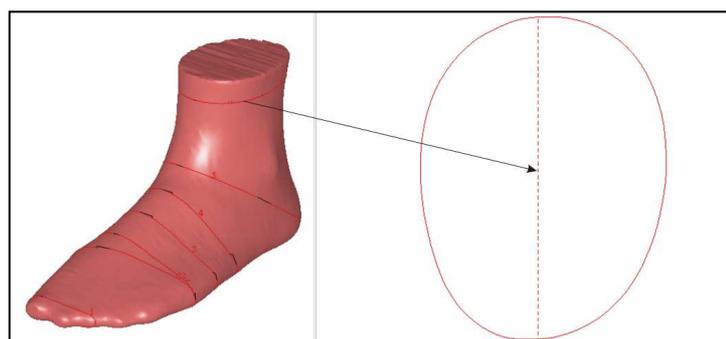


Figura 37: Variável largura máxima do tornozelo  
Fonte: Do Autor

**H<sub>3</sub> - Perímetro da variável tornozelo:** medida da seção horizontal de acordo com o padrão de medição estabelecido conforme o contorno do tornozelo (figura 38).

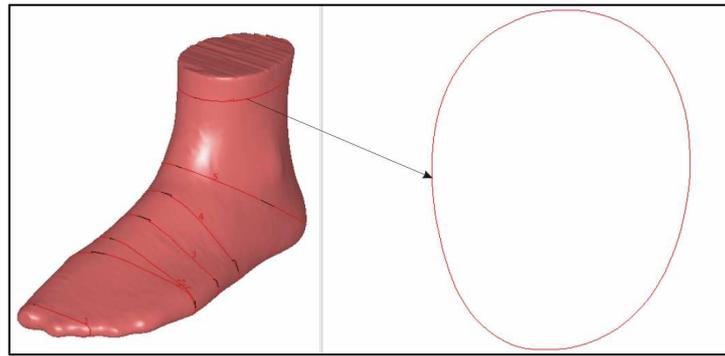


Figura 38: Variável perímetro do tornozelo  
Fonte: Do Autor

### I - Comprimento máximo do pé

Medida longitudinal de acordo com o padrão de medição estabelecido, a partir da parte posterior mais recuada do pé até a parte anterior mais frontal das falanges do pé (figura 39).

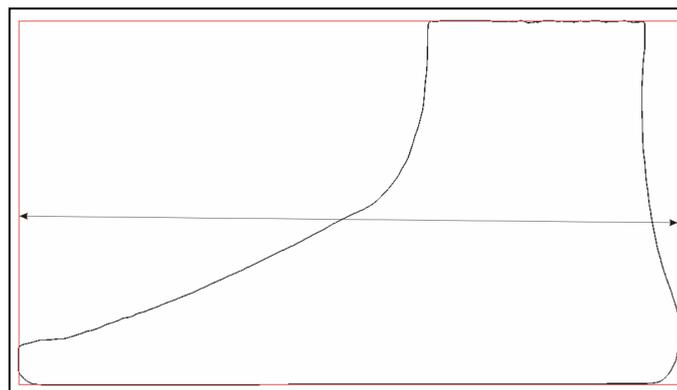


Figura 39: Variável comprimento máximo do pé  
Fonte: Do Autor

### J - Largura máxima do pé

Medida transversal de acordo com o padrão de medição estabelecido a partir da parte mais proeminente da região medial do pé até a parte mais proeminente da região lateral do pé.

Essa medida foi retirada do estudo, pois ficou constatada a impossibilidade de mantê-la sempre no mesmo local, não existindo confiabilidade no resultado. Isto ocorreu porque a medida é feita na largura máxima do pé, sendo, por vezes, realizada na parte frontal, e outras vezes na parte posterior do pé. Outro fato é que pés com inclinação acentuada, como o da figura 40, tornam a medida discrepante para maior. Como todos os pés foram cortados após a digitalização para possibilitar

a leitura no *software* Custom®, e o corte não é homogêneo na altura, isso também contribuiu diretamente para que não fosse possível manter a medida feita da mesma forma em todos os pés.

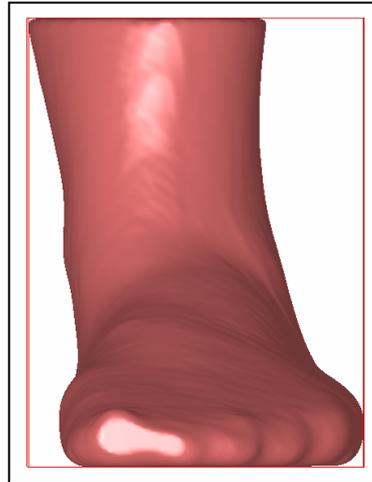


Figura 40: Pé torto  
Fonte: Do Autor

Conforme as figuras 41, 42 e 43, as mesmas variáveis antropométricas aplicadas ao pé na posição sem salto foram aplicadas nas posições de salto 15 mm (Anexo C), 50 mm (Anexo D) e 85 mm (Anexo E), transferindo para o meio virtual os parâmetros desejados para os padrões de medição do pé nestas alturas de salto.



Figura 41: Variáveis antropométricas no pé com salto 15 mm  
Fonte: Do Autor



Figura 42: Variáveis antropométricas no pé com salto 50 mm  
Fonte: Do Autor



Figura 43: Variáveis antropométricas no pé com salto 85 mm  
Fonte: Do Autor

Conforme a figura 44, todas as variáveis antropométricas foram definidas a partir da caixa virtual gerada pelas extremidades tangentes de comprimento, largura e altura do pé através de bases percentuais e ângulos. Somente a variável tornozelo foi definida com valores absolutos por uma restrição técnica abordada nos parágrafos seguintes.

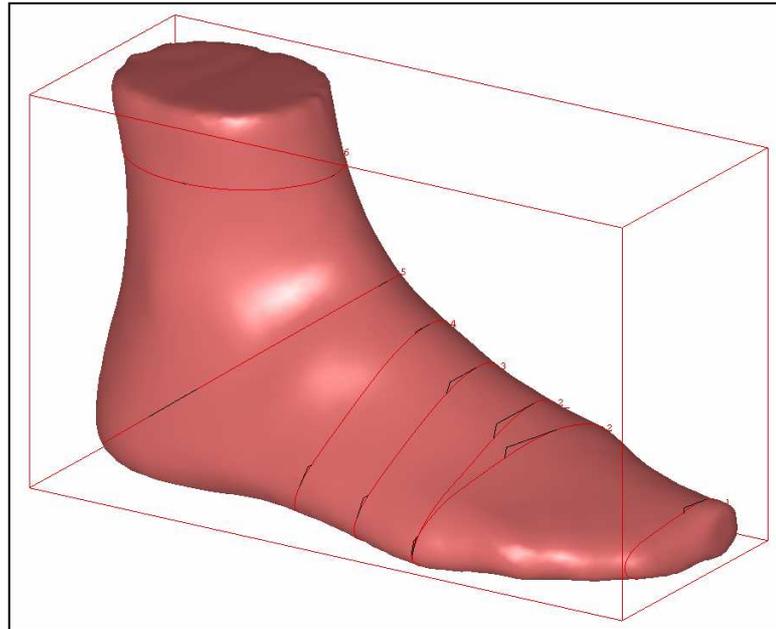


Figura 44: Pé posicionado na caixa de medição  
Fonte: Do Autor

Para cada altura de salto proposta pelo trabalho foram criados seis padrões de medição com diferenças sutis entre si, de modo a garantir a harmonia da localização das variáveis antropométricas sobre o pé. Cada altura de salto contou com um padrão denominado maior, médio ou menor, além da variação da altura do tornozelo em função do número de calce informado. O objetivo do uso desses padrões foi buscar uma medição adequada e padronizada das variáveis antropométricas sobre cada pé medido. A base usada como referência inicial para a criação de cada padrão de medição foi a variável antropométrica denominada metatarsos.

No pé sem salto, no padrão denominado maior, o comprimento da parte mais proeminente na região da tuberosidade do calcâneo até a parte mais proeminente na região medial da tuberosidade da cabeça do osso do 1º metatarso, parte mais saliente do pé, correspondeu a 72 % do comprimento máximo do pé no sentido posterior-anterior. Já no padrão médio, o comprimento da parte mais proeminente na

região da tuberosidade do calcâneo até a parte mais proeminente na região medial da tuberosidade da cabeça do osso do 1º metatarso, parte mais saliente do pé, correspondeu a 71 % do comprimento máximo do pé no sentido posterior-anterior. E ainda no padrão menor, o comprimento da parte mais proeminente na região da tuberosidade do calcâneo até a parte mais proeminente na região medial da tuberosidade da cabeça do osso do 1º metatarso, parte mais saliente do pé, correspondeu a 70 % do comprimento máximo do pé no sentido posterior-anterior. Para a definição da posição da variável metatarsos para os demais pés com altura de salto foi realizada uma série de repetições no *software* Custom® e uma análise de proporção do comprimento total do pé com relação à posição da parte mais proeminente na região medial da tuberosidade da cabeça do osso do 1º metatarso (joanete), para verificar o percentual adequado a cada altura de salto.

Para cada variação de padrão (maior, médio ou menor) foram criadas outras duas opções para melhor posicionamento da variável antropométrica denominada tornozelo, que foi usada para medir comprimento, largura e perímetro do tornozelo. Essa variável é importante no desenvolvimento de formas a serem utilizadas para a fabricação de calçados que atingem a região lateral do tornozelo, principalmente botas. A altura do cano de botas varia em função do design do produto, sendo que o valor definido para a posição da variável antropométrica tornozelo representou a parte mais delgada, ou seja, de menor perímetro dessa região.

A posição da variável de medição tornozelo não pode ser definida em termos percentuais como as demais pelo fato de o corte da altura dos pés, conforme descrito no item 3.3.2.3, não ter possibilitado um padrão único de altura, trazendo variabilidade. Por esta razão, o posicionamento foi feito em valores absolutos, diferenciando-se de acordo com o número de calce de cada voluntária em padrão 33 a 36 e padrão 37 a 40. O valor utilizado para o pé em posição sem salto, se a voluntária informou número de calce de 33 a 36, foi de 110 mm; já o valor utilizado para o pé em posição sem salto, se a voluntária informou número de calce de 37 a 40, foi de 120 mm. A diferença foi utilizada em concordância com os padrões de escala do ponto francês, o sistema de medidas utilizado no Brasil. De acordo com Schmidt (2005, p. 389), a maneira mais prática para se determinar as progressões para a escala de calçados é o cálculo da progressão pela forma original, utilizando-se, para isso, progressões conhecidas da forma e do próprio ponto francês.

Desta forma, primeiramente foi estabelecido um comparativo entre o valor de 110 mm, notadamente importante para modelos mais elevados, como a bota, na numeração 35, com o perímetro médio de uma forma da mesma numeração, que é 220 mm (ABNT NBR 15159:2008). Ao relacionar esses dados com o padrão de progressão para o ponto francês, que é de 5 mm, observa-se que:

$$220,0 \text{ mm} - 5 \text{ mm}$$

$$110,0 \text{ mm} - x$$

$$x = 2,5 \text{ mm}$$

A partir disto, aplicando-se o valor de 2,5 mm como progressão, a tabela 12 demonstra a diferença de um número ao outro na altura do tornozelo e o agrupamento dos valores em dois blocos, resultando nos 2 padrões utilizados.

Tabela 12: Definição da altura da variável tornozelo

Numeração	33	34	35	36	37	38	39	40
Tornozelo	105	107,5	110	112,5	115,0	117,5	120	122,5
Agrupamento	110				120			
Unidade de medida: mm								

A tabela 13 demonstra o valor de altura da posição da variável tornozelo para os padrões 33 a 36 e 37 a 40 em cada um das alturas do estudo. O valor indicado partiu da base inferior da caixa virtual do pé para cima, mudando de acordo com a variação da altura de salto e buscando pela parte mais delgada do tornozelo.

Tabela 13: Padrões de medição aplicados à variável tornozelo

Altura de salto	Número de calce	Padrão de medição	Valor de altura da variável tornozelo
salto zero	33 a 36	33_36	110 mm
salto zero	37 a 40	37_40	120 mm
salto 15 mm	33 a 36	33_36	120 mm
salto 15 mm	37 a 40	37_40	130 mm
salto 50 mm	33 a 36	33_36	145 mm
salto 50 mm	37 a 40	37_40	155 mm
salto 85 mm	33 a 36	33_36	170 mm
salto 85 mm	37 a 40	37_40	180 mm

### 3.3.2.2 Coleta dos dados antropométricos

Os dados antropométricos dos pés foram coletados tanto do pé direito quanto do pé esquerdo das voluntárias, em diferentes posições de altura de salto. A coleta dos dados foi feita com as voluntárias em pé; todas foram orientadas para a busca de equilíbrio, de modo a reproduzir uma situação de posição normal com peso do corpo distribuído igualmente entre os dois membros inferiores.

Conforme Manfio (2001, p. 38), o método de medição direta sobre o pé humano é muito suscetível a erro, e o uso de equipamentos de leitura digital ao invés de leitura analógica busca eliminar esse tipo de erro. Como descrito na contextualização do presente trabalho, as tecnologias recentes permitem o levantamento de medidas antropométricas de pés com um nível de exatidão efetivo. Assim, a coleta de dados antropométricos foi realizada com o uso do Sistema Infoot®, composto pelo escaneador e pelo *software* Measure®, um sistema desenvolvido especificamente para escanear pés.

O sistema Infoot® vem sendo utilizado em vários estudos ao redor do mundo. Lee et al. [s.d.] realizaram um estudo para avaliar a diferença entre quatro métodos de coleta de dimensões antropométricas, dentre eles o método manual e o método do escaneador. A pesquisa foi realizada considerando 7 diferentes variáveis medidas num grupo de 130 estudantes do gênero feminino e masculino. Os resultados demonstraram que o método manual apresenta médias absolutas maiores nas medidas de perímetros, enquanto que no comprimento do pé e na largura do calcanhar as médias absolutas não são maiores. À medida que este tipo de tecnologia, juntamente com as tecnologias CAD existentes no mercado vem ampliando sua abrangência, este novo paradigma de medição começa a tornar-se habitual para a medição de pés e formas. Porém, observa-se que o comparativo entre medidas realizadas com o método manual usando fita métrica e o método da digitalização através do escaneador 3 D deve ser cuidadoso devido às diferenças nos resultados.

Nácher et al. (2005) desenvolveram um estudo sobre um modelo de classificação de tamanho de calçado baseado em dados antropométricos do usuário. O modelo envolveu um sistema de classificação de calçados que agrupou diferentes modelos de calçados em classes de acordo com suas características

funcionais. Os resultados mostraram uma precisão média de 65,7 % na previsão do nível de calce usando um modelo estatístico. Apesar do índice não muito satisfatório, importante observar que, além das informações individuais sobre as preferências do número de calce que foram inseridas no sistema da pesquisa, as dimensões dos pés das 316 mulheres participantes do estudo foram realizadas com o sistema Infoot®, mostrando mais um exemplo de uso desta importante ferramenta.

Chico Ruiz et al. (2008, p. 129), observam que os estudos antropométricos realizados no CIATEC (Centro de Desarrollo Tecnológico) localizado em Leon-Guanajuato, no México, têm empregado sistemas ópticos eletrônicos, os quais, através da fotometria, constroem formas eletrônicas tridimensionais do pé, a partir das quais se obtém as medidas dos pontos de referência. Para tomadas de medidas com base em pontos de referência, são utilizados marcadores colados sobre os pés que são digitalizados, de modo a possibilitar a tomada de medidas das variáveis desejadas através dos mesmos.

A figura 45 mostra uma voluntária com o pé inserido no escaneador, destacando-se que houve a preocupação de que todas as voluntárias se comportassem de uma forma padronizada durante a coleta de dados. O procedimento adotado está descrito nos TCLEs que foram apresentados a cada voluntária no momento da coleta de dados (Apêndice A e Apêndice B).

As medições foram realizadas no Centro Tecnológico do Calçado SENAI, na Universidade FEEVALE e na Indústria de Calçados Wirth Ltda. Utilizaram-se ambientes climatizados em que a temperatura variou entre 19°C e 26°C, observados com um termômetro de líquido em vidro (Hg), com faixa de medição de -10 a 50°C e divisão de escala de 0,1°C, fabricante Incoterm.

Conforme ilustrado na figura 45, o escaneador utilizado foi o Infoot® USB HighType, no qual a digitalização do pé é realizada por um sistema óptico combinado com um sistema laser, o que possibilita a medição detalhada da superfície externa do pé, por meio da criação de milhares de pontos.

A área de escaneamento do equipamento é 400 mm no comprimento, 200 mm na largura e 250 mm na altura (I-WARE LABORATORY, 2011). O equipamento possui um sistema de setagem através de um aparato em separado para assegurar o correto funcionamento das câmeras e faixas de laser.



Figura 45: Escaneador de pés com voluntária  
Fonte: Do Autor

Nessa fase de coleta de dados, paralelamente à digitalização de pés, as voluntárias responderam a um questionário tipo entrevista/anamnese (Apêndice C) com o intuito de reunir as informações sobre características demográficas, já mencionadas no item 3.3.1. As características foram transpostas para as análises finais do trabalho, juntamente com os dados antropométricos. Esse também foi o momento utilizado para coletar a assinatura do TCLE, garantindo a participação espontânea das voluntárias na pesquisa.

Devido às características do pé humano, o recobrimento dele com uma meia, conforme ilustra a figura 46, trouxe melhores resultados de leitura. A meia contribuiu para a formação de um objeto mais homogêneo, principalmente na região dos dedos, onde o pé nu provocou má formação. Além disso, mesmo que os pés femininos praticamente não possuam pêlos, a meia também contribuiu para que os mesmos não interferissem na digitalização.

Devido às características técnicas do equipamento, em função da leitura mista através de câmeras e faixas de laser, foi utilizada a meia de cor branca – o branco significa a soma de todas as cores no sistema aditivo de cores. A meia utilizada foi do tipo Loba  $\frac{3}{4}$  opaca fio 40 da marca Lupo, com 0,35 mm de espessura na condição usada nesta pesquisa. Sua composição possui 92% de poliamida e 8% de elastano.

Durante toda a coleta de dados antropométricos tomou-se o cuidado de deixar a meia bem acomodada sobre o pé das voluntárias, e isso contribuiu para uma melhor formação e visualização do objeto a ser medido, qual seja, o pé. As voluntárias sempre foram orientadas sobre como proceder para o uso das meias, buscando-se manter um padrão de acomodação.



Figura 46: Pé recoberto por meia, inserido no escaneador  
Fonte: Do Autor

Conforme apresentado no item 1.2 da delimitação da pesquisa, esse trabalho se propôs a estudar diferenças antropométricas de pés em diferentes posições de altura de salto. Para isso, foi necessário encontrar uma solução para que o pé ficasse em posição de uso de salto com o objetivo de fazer sua leitura. A dificuldade foi encontrar uma solução que permitisse o posicionamento do pé em diferentes alturas que fosse aceita pelo escaneador utilizado e, posteriormente, não interferisse no processo de medição do pé.

Devido às características técnicas do equipamento, em função da leitura mista através de câmeras e faixas de laser, o ensaio inicial procurou um contraste entre o objeto a ser medido (pé) e os simuladores de salto.

As figuras 47 e 48 mostram o pé recoberto pela meia branca e as peças em cor preta que foram utilizadas para simular as alturas de salto – o preto significa a ausência de cor no sistema subtrativo de cores. As peças foram produzidas em EVA (Etil Vinil Acetato) de cor preta, sendo posteriormente pintadas com tinta preta para torná-las o mais escuro possível.



Figura 47: Simulador de salto em EVA  
Fonte: Do Autor



Figura 48: Pé sobre simulador de salto em EVA  
Fonte: Do Autor

O uso de uma peça em cor preta foi a solução pensada para que, associado à alta tecnologia do escaneador, fosse possível obter a imagem tridimensional do pé e o não-reconhecimento do simulador de salto; ou seja, fazer com que o elemento não fosse reconhecido pelo equipamento e não interferisse no processo de medição. Conforme a figura 49, os primeiros testes demonstraram ser viável este tipo de procedimento. Porém, de acordo com a figura 50, à medida que foram realizadas mais digitalizações surgiram problemas que tornaram tal procedimento inadequado. O sistema começou a capturar partes do simulador de salto, e isto prejudicou o processo posterior de medição, interferindo diretamente nas medidas.



Figura 49: Pé sem interferência do salto  
Fonte: Do Autor

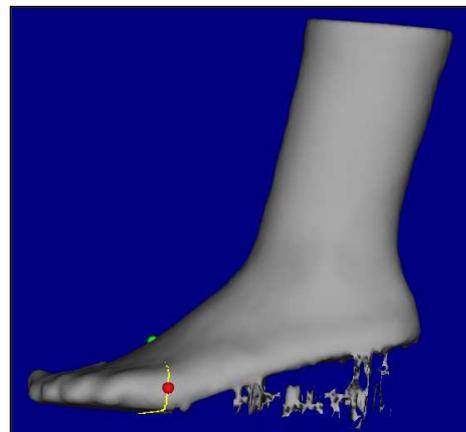


Figura 50: Pé com interferência do salto  
Fonte: Do Autor

A partir deste momento, iniciou-se uma série de testes com novos elementos a serem utilizados como simuladores de salto no processo de digitalização dos pés. Um requisito importante foi encontrar um material com característica apropriada de modo a não comprometer o equipamento. O material usado na base onde o pé é apoiado é o vidro, e foi necessário encontrar um elemento que não trouxesse risco de agressão a essa base, ou seja, não riscasse o vidro.

Foram realizados ensaios com peças de diferentes formatos e composições de materiais. Primeiramente, procurou-se por novos formatos e acabamentos das peças ainda em cor preta, buscando até mesmo a pintura com tinta automotiva. Porém, não foram obtidos resultados satisfatórios. Buscou-se, então, por saltos prontos no mercado em material de PS (Poliestireno) e ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), mas estes, igualmente, não trouxeram bons resultados em função de suas cores, brilhos e formatos, como mostra a figura 51.

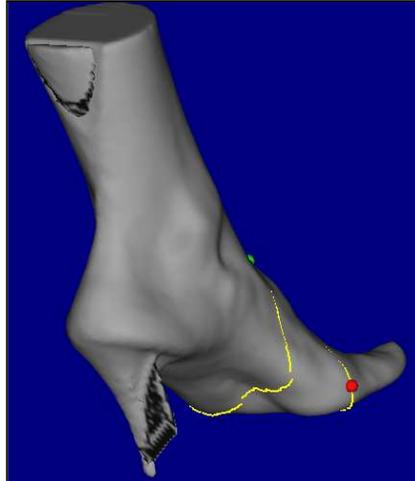


Figura 51: Pé digitalizado com salto de poliestireno  
Fonte: Do Autor

Procurou-se, então, retomar a confecção de peças em EVA em diferentes formatos, porém nesse momento fazendo acabamento em cores branco e bege para que o Sistema Infoot® reconhecesse esse elemento, integrando-o junto com o pé digitalizado. Foram realizados diversos testes, principalmente buscando adequar a parte frontal do salto com um formato em curva do tipo palheta, acreditando-se que esse fosse o melhor formato para que o processo de captura de imagem por câmeras e laser trouxesse continuidade e integrasse o simulador de salto com o pé. Porém, também esses testes não trouxeram resultados satisfatórios.

A partir disso, buscou-se fazer experimentos com saltos confeccionados em madeira tipo caixeta. Trata-se de um material amorfo de origem biológica, sendo que a madeira do tipo caixeta foi escolhida por ser leve, fácil de trabalhar e estável, bastante indicada para a confecção de caixas e para pequenos objetos esculpidos. Como formato, optou-se por criar perfis de salto totalmente arredondados, conforme a figura 52, o que trouxe resultados satisfatórios ao processo de digitalização.



Figura 52: Simuladores de salto em madeira  
Fonte: Do Autor

O uso de salto no mercado de calçados femininos é bastante percebido numa margem que vai de zero a 100 mm; acima dessa medida, o uso é extremamente reduzido. Assim, a identificação das alturas de salto utilizadas nesse trabalho está descrita na tabela 14, sendo definidas de modo a possibilitar que os dados coletados sejam analisados por grupos de alturas de salto.

Tabela 14: Grupos de altura de salto

Grupo	01						02						03								
Altura de salto	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	1
	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
Altura base	15						50						85								
Unidade de medida: mm																					

Existem diferentes métodos de medição de altura do salto no setor calçadista. Segundo Schmidt (2005, p. 134), uma maneira prática de medir a altura do salto é utilizar a escadinha. O método de medição através da escadinha, mostrado pela figura 53, é o mais difundido e leva em consideração o conjunto da altura do salto, o ponto de apoio da forma e também o afastamento do bico da forma com relação ao plano (relevo).

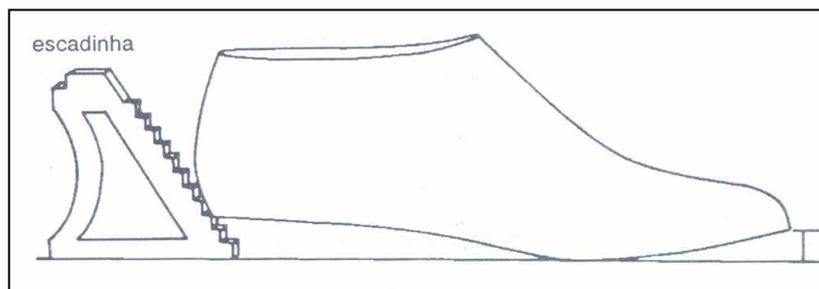


Figura 53: Medição de altura de salto  
Fonte: Schmidt, 2005.

Com base nisto observa-se que o método utilizado para medir a altura dos simuladores de salto usados na pesquisa é aquele que considera a região do dorso do salto; ou seja, o salto foi medido na parte posterior em linha reta com o plano.

A figura 54 demonstra que a altura do salto é medida pela indicação 1, sendo que foram utilizados simuladores de saltos com alturas de 15 mm, 50 mm e 85 mm.

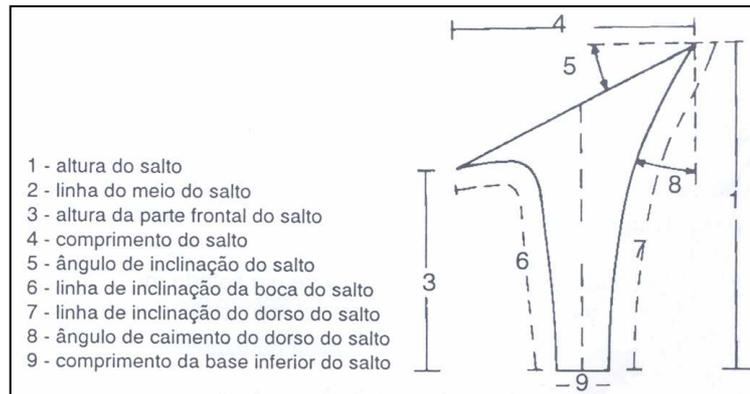


Figura 54: Nomenclatura das partes do salto  
 Fonte: Schmidt, 2005.

Com relação ao ângulo de inclinação do salto visualizado na figura 52 pela indicação 5, o salto de 85 mm ficou com uma inclinação de  $65^{\circ}$ , o salto de 50 mm ficou com uma inclinação de  $77^{\circ}$  e o salto de 15 mm ficou sem inclinação, ou seja, regular com um ângulo de  $90^{\circ}$ . Os ângulos informados foram definidos em função da inclinação da linha superior do salto, a qual foi determinada a partir de perfis de forma normalmente utilizados nas indústrias de formas e calçados. Conforme mostra a figura 55, a definição de perfis básicos para a palmilha da forma é uma das condições necessárias para a normalização de formas e perfis de saltos.

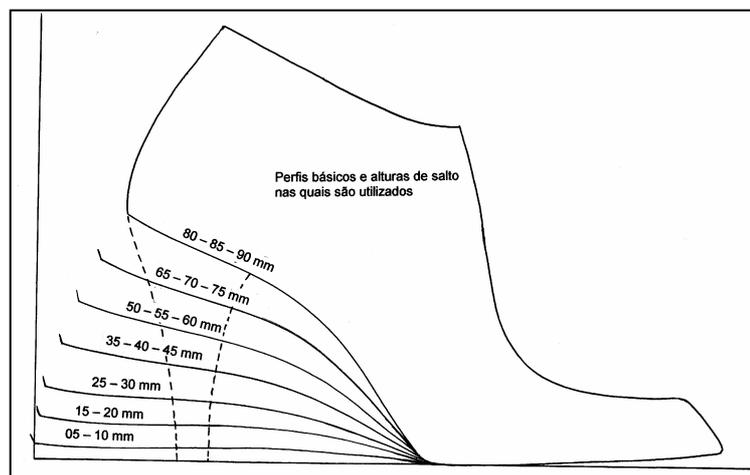


Figura 55: Perfis ilustrativos de bases de formas  
 Fonte: Do Autor

Após todos os ensaios realizados, constatou-se que os saltos em madeira num formato o mais arredondado possível foram os simuladores que trouxeram os melhores resultados, possibilitando sua digitalização e a integração junto ao pé digitalizado, como mostra a figura 56.



Figura 56: Simulador de salto integrado ao pé  
Fonte: Do Autor

### 3.3.2.3 Tratamento virtual dos pés digitalizados

Após o processo de coleta dos dados antropométricos dos pés foi realizado o tratamento virtual dos arquivos digitalizados no *software* Measure®, de modo a prepará-los para a leitura das variáveis antropométricas no *software* Custom®. O processo usado foi a visualização das digitalizações em vistas longitudinais, superiores e transversais, para a realização de eventuais ajustes de modo a se obter um sólido bem formado para posterior medição.

O primeiro passo do tratamento dos arquivos consistiu no “corte” dos pés, reduzindo sua altura total de modo a permitir a aplicação posterior dos padrões de medição. Conforme a figura 57, a diminuição da altura total do pé foi necessária, principalmente, para permitir a correta leitura do comprimento total do pé, fazendo com que a curvatura da panturrilha da perna não interferisse no resultado do comprimento. Além disso, também propiciou o posicionamento correto da variável de leitura da altura, largura e perímetro da entrada do pé.

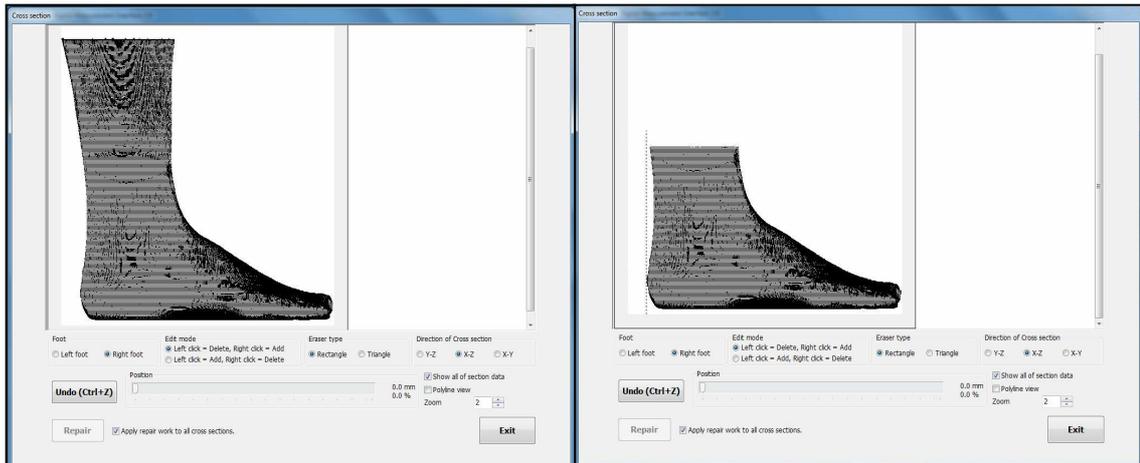


Figura 57: Corte da altura do pé  
Fonte: Do Autor

O segundo passo do tratamento dos arquivos consistiu na “limpeza” de impurezas resultantes do processo de digitalização. Foram eliminadas basicamente as impurezas percebidas nas regiões externas aos contornos dos pés para evitar a influência delas nos resultados das medidas. Além disso, em situações especiais nas quais foram percebidas impurezas nas regiões internas aos contornos dos pés também foi realizada a limpeza e a definição do contorno correto das seções transversais do pé. Por fim, conforme a figura 58, os pés digitalizados foram visualizados em 3D para análise final dos arquivos e sua confirmação para os passos seguintes do trabalho.

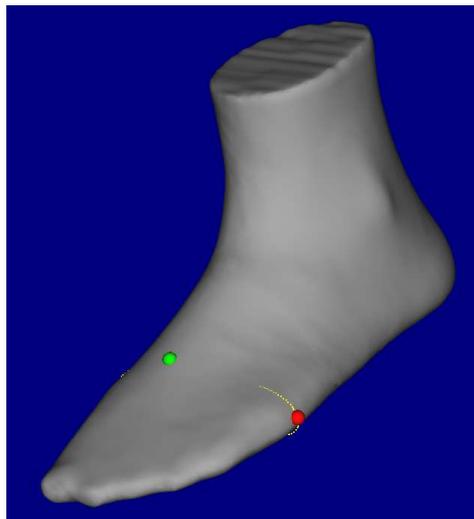


Figura 58: Vista 3D do pé no software Measure®  
Fonte: Do Autor

### 3.3.2.4 Conversão de arquivos em VRMLs

A extensão do arquivo gerado pelo sistema *Infoot*® é fbd (original binary data format). Esse modelo de arquivo é nativo do próprio sistema e não é reconhecido pelo *software Custom*®, que foi utilizado para a aplicação dos padrões para medição dos pés.

Dessa forma, para possibilitar o reconhecimento dos arquivos digitalizados (pés em 3D), foi necessária a conversão deles para a extensão vrml (virtual reality modeling language). O procedimento foi realizado através do *software File Converter*, que fez a transformação do arquivo fbd em vrml, possibilitando a leitura dos arquivos digitalizados para extrair as medidas das variáveis antropométricas com o *software Custom*®.

Salienta-se que a formatação do *software* foi definida conforme a figura 59, onde se visualiza a setagem *Polygon Size* em 1 mm. Este valor representa o padrão poligonal utilizado pelo *software* para formar a imagem tridimensional do pé digitalizado. Embora o resultado seja um arquivo com tamanho aproximado de 6 a 7 MB cada, esta foi a formatação que apresentou as medidas mais aproximadas quando comparadas com o padrão utilizado para fazer a relação de calibração do sistema com um padrão conhecido, conforme descrito na seção 3.3.2.7.

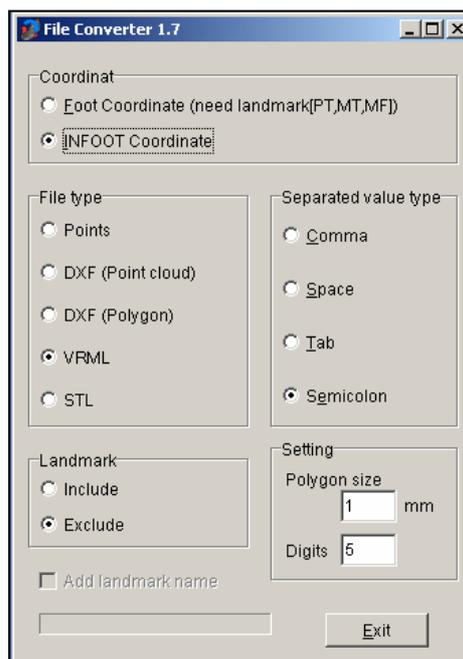


Figura 59: Configuração do *software* File Converter  
Fonte: Do Autor

### 3.3.2.5 Medição virtual dos pés digitalizados

Após a coleta de dados e o tratamento dos arquivos digitalizados foi realizada a leitura das medidas com a manipulação virtual em ambiente tridimensional através do *software* Custom®. O objetivo da leitura foi coletar as medidas das variáveis antropométricas propostas pelo estudo. Para a execução deste processo utilizou-se os padrões de medição que permitiram a análise de medidas de comprimentos, alturas, larguras e perímetros, conforme descrito no item 3.3.2.1, em diferentes posições de altura de salto (sem salto, 15 mm, 50 mm e 85 mm).

Para cada pé a ser medido foi feita a seleção de um dos seis padrões de medição que foram previamente estabelecidos. A primeira seleção foi aquela relacionada à variável antropométrica denominada metatarsos, que foi usada como referência para a escolha do padrão de medição.

Em função da característica morfológica de cada pé, para selecionar o padrão maior, médio ou menor o critério adotado foi abrir o pé digitalizado no *software* Custom® e buscar pelo posicionamento da variável metatarsos sobre a proeminência da cabeça do 1º metatarso.

A figura 60 mostra a visualização frontal do padrão de medição com esse perfil de posicionamento. No caso de pés com uma predisposição ao *halux valgo* (joanete), algo muito percebido nessa pesquisa, o posicionamento da linha de medição tornou-se ainda mais facilitado. Embora não tenha sido objetivo da pesquisa identificar problemas de pés, vale ressaltar que, conforme Viladot (1987 *apud* MANFIO, 2001, p. 10), “a predisposição para o *halux* (Dedo I) *valgo* é hereditária, mas grandemente influenciada pelo uso de calçados inadequados”.

Geib (1999, p. 43) cita que encontrou uma proporção de 72 % do comprimento total do pé como referência anatômica para o posicionamento da proeminência da cabeça do 1º metatarso, considerando a medida no sentido posterior-anterior. Em torno de 46,4 % dos pés medidos nesta pesquisa concordam com esta proporção, mas 34,6 % dos pés mostraram uma proporção de comprimento do calcanhar até o primeiro metatarso de 71 % do comprimento total do pé e ainda 18,9 % dos pés mostraram uma proporção de comprimento do calcanhar até o primeiro metatarso de 70 % do comprimento total do pé.

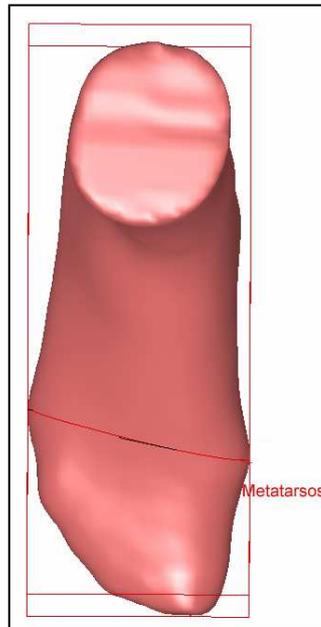


Figura 60: Orientação para seleção do padrão de medição  
 Fonte: Do Autor

Depois de se optar pelo padrão maior, médio ou menor, deu-se uma última análise para selecionar o padrão de medição em função do número de calce informado pela voluntária, determinando a escolha do padrão 33 a 36 ou 37 a 40. Estas duas opções foram criadas para um melhor posicionamento da variável antropométrica denominada tornozelo. Assim, a cada pé a ser analisado aplicou-se o padrão apropriado de acordo com o posicionamento dos metatarsos e a altura do tornozelo.

### 3.3.2.6 Análise estatística dos dados

Após a manipulação das digitalizações com o *software* Custom®, os dados antropométricos foram organizados em tabelas no *software* Excel® e posteriormente transpostos para o *software* PASW® para análise estatística. Nessa fase, onde os dados estavam prontos para análise, o trabalho foi dividido em duas etapas.

A primeira foi descritiva através da construção de gráficos e tabelas. Para uma melhor visualização dos resultados, a apresentação das características demográficas foi feita em sua maioria na forma gráfica, enquanto os dados antropométricos foram ordenados em sua maioria em tabelas. As variáveis antropométricas foram tabuladas contendo média, valor mínimo, valor máximo e

desvio padrão. A segunda parte da análise foi inferencial; nela, com a ajuda de ensaios estatísticos descritos posteriormente, foi possível associar os dados pesquisados e, a partir disso, relatar constatações do estudo.

Para as análises comparativas com o sistema de numeração utilizado em calçados foram criados intervalos para o comprimento do pé de  $1/3$  de 20 mm (6,66mm) e para o perímetro intervalos  $1/4$  de 20 mm (5 mm), correspondentes ao sistema do ponto francês, o qual, segundo Satra (1990 *apud* MANFIO, 2001, p. 47), “é o sistema de numeração mais usado no Brasil”. As análises buscaram verificar a distribuição da amostra, apontando características de distribuição das variáveis antropométricas, os perfis dos perímetros necessários para abranger o total da amostra e outros cruzamentos de dados relacionados à numeração de calçados usados pela indústria.

### 3.3.2.7 Repetitividade, exatidão e incerteza de medição

Para a realização desta pesquisa foi adotada uma sistemática de trabalho envolvendo diferentes etapas e *softwares*:

- Sistema Infoot® (escaneador + *software* Measure®): utilizado para tomadas das medidas antropométricas do pé.
- File Converter®: utilizado para a conversão dos arquivos em vml (*virtual reality modeling language*), um padrão de formato de arquivo virtual aceito pelo *software* Custom®.
- *Software* Custom®: utilizado para leitura das variáveis antropométricas.

Para calibrar o sistema utilizado e garantir o nível de exatidão e repetitividade foram realizados dois ensaios de medição (um no início da coleta de dados e outro mais ao final dela). Para tal, conforme a figura 61, utilizou-se como padrão um bloco plástico de polietileno com dimensões conhecidas de modo a compará-las com os resultados obtidos pelo processo de digitalização e obtenção das medidas pelo sistema proposto na pesquisa.

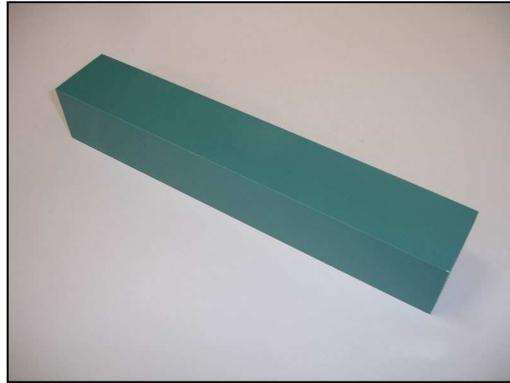


Figura 61: Bloco padrão em polietileno  
Fonte: Do Autor

Primeiramente, o padrão foi acondicionado no laboratório para permanecer em condições de temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar de  $50\% \pm 5$ . O reconhecimento das medidas do padrão foi realizado com o paquímetro digital do laboratório do Centro Tecnológico do Calçado SENAI, acreditado pelo INMETRO. O paquímetro analógico utilizado foi calibrado pelo Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão SENAI através do certificado de calibração nº 5637/2008, possuindo faixa de medição de 0 a 300 mm com divisão de escala 0,05 mm e incerteza de medição de  $\pm 0,05$  mm. Foram realizadas oito tomadas de medidas no sentido do comprimento do padrão e outras oito no sentido da largura do padrão, tendo em vista que sua digitalização e leitura no sistema proposto pela pesquisa também se deram no comprimento e na largura.

A coleta de dados do padrão no sistema proposto pela pesquisa foi realizada da mesma maneira que o processo de coleta de dados da amostra de voluntárias que foram investigadas, ou seja, passando pelas etapas de digitalização, conversão de arquivos e leitura das medidas nos *softwares* citados. Assim como foi feito com o paquímetro, foram tomadas oito medidas do padrão em diferentes momentos. Em cada uma das digitalizações foi realizado todo o processo; ou seja, cada vez que o bloco foi digitalizado, ele foi retirado do escaneador e na próxima digitalização foi inserido dentro do equipamento novamente. Isto assegurou que a posição do objeto dentro do escaneador não interfere no resultado do processo de medição.

A tabela 15 apresenta os dados do primeiro ensaio, demonstrando um comparativo entre as medidas do padrão realizadas com paquímetro e com o sistema adotado na pesquisa, chamado de escaneador. Para a medida de comprimento, com base no primeiro teste estatístico de significância da diferença

entre duas médias de comprimento (Anexo F), constatou-se que não há evidência de que exista diferença estatística entre os dados. Para a medida de largura, com base no primeiro teste estatístico de significância da diferença entre duas médias de largura (Anexo G), constatou-se que há evidência de que existe diferença estatística entre os dados.

Tabela 15: Primeira comparação de medição entre paquímetro e escaneador

Medidas (em mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	Média	Desvio Padrão
Comprimento paquímetro	291,40	291,40	291,35	291,50	291,45	291,60	291,40	291,70	291,48	0,120
Comprimento escaneador	292,0	291,8	291,3	291,3	292,1	292,1	292,1	291,1	291,7	0,423
Largura paquímetro	48,70	48,69	48,72	48,66	48,56	48,58	48,73	48,65	48,66	0,063
Largura escaneador	48,8	48,9	48,9	48,9	49,0	48,8	49,2	48,9	48,9	0,128

Fonte: Dados do estudo

A tabela 16 apresenta os dados do segundo ensaio, demonstrando um comparativo entre as medidas do padrão realizadas com paquímetro e com o sistema adotado na pesquisa, chamado de escaneador. Para a medida de comprimento, com base no segundo teste estatístico de significância da diferença entre duas médias de comprimento (Anexo H), constatou-se que não há evidência de que exista diferença estatística entre os dados. Para a medida de largura, com base no segundo teste estatístico de significância da diferença entre duas médias de largura (Anexo I), constatou-se que há evidência de que existe diferença estatística entre os dados.

Tabela 16: Segunda comparação de medição entre paquímetro e escaneador

Medidas (em mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	Média	Desvio Padrão
Comprimento paquímetro	291,60	291,30	291,35	291,35	291,30	291,55	291,50	291,55	291,44	0,125
Comprimento escaneador	291,4	291,4	291,8	290,8	291,1	291,2	291,3	291,3	291,3	0,285
Largura paquímetro	48,80	48,65	48,70	48,60	48,65	48,70	48,85	48,70	48,71	0,082
Largura escaneador	49,1	49,2	49,0	48,9	49,1	49,0	49,2	49,1	49,1	0,103

Fonte: Dados do estudo

Mesmo existindo a evidência estatística de que existe diferença entre os dados na medição de largura coletados com o paquímetro e com o escaneador, a diferença das medidas encontradas entre os dois métodos de medição é considerada plenamente aceitável, principalmente quando comparada ao método de medição mais difundido para medição de formas e calçados que faz uso de fita métrica. Além disso, o erro de medição calculado foi inserido no cálculo de incerteza de medição que se apresenta posteriormente.

O cálculo da incerteza de medição demonstrado na tabela 17 foi realizado no Laboratório de Controle da Qualidade do Centro Tecnológico do Calçado SENAI. O procedimento de cálculo está baseado no Guia ISSO-GUM – Guia para a Expressão da Incerteza de Medição, na publicação EA-4/02 e EA-4/02 – S1, usando como manual a publicação da EURACHEM - Quantificação de Incerteza de Medições Analíticas. A incerteza de medição relatada (Anexo J) é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência K que, para uma distribuição normal com  $V_{\text{eff}}$  graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.

Tabela 17: Incerteza de medição

Característica mensurada	Valor medido	Incerteza de medição (+/-)	Fator de abrangência	$V_{\text{eff}}$
largura média	49,1 mm	0,57 mm	2,00	>100
comprimento médio	291,3 mm	0,46 mm	2,01	>100

Fonte: Dados do estudo

O resultado da incerteza de medição de  $\pm 0,57$  mm para a largura e de  $\pm 0,46$  mm para o comprimento, apresentados na tabela 17, foi considerado satisfatório pois, considerando-se o valor negativo (para menos) e o valor positivo (para mais), gira no máximo em aproximadamente 1 mm, medida que corresponde à escala de valor da fita métrica, principal instrumento de medição utilizado por profissionais que trabalham com formas e calçados. Ressalta-se que o paquímetro utilizado para a medição do bloco padrão é calibrado e é um instrumento de medição mais exato que o escaneador de pés, pois tem uma divisão de escala menor.

### 3.3.2.8 Influência do uso da meia

Conforme apresentado no item 3.3.2.2, devido às características do pé humano dificultarem a formação de um sólido homogêneo, principalmente na região dos dedos, neste estudo fez-se uso de meia para recobri-lo durante a coleta de dados no escaneador.

A meia é um elemento comum para os usuários de calçados, sendo muito utilizada com todos os tipos de modelos. Porém, mesmo considerando que o uso de calçados sem meia é bem menos frequente, foi apurada a interferência de seu uso nos resultados das medidas antropométricas deste estudo. Assim, se desejado, é possível subtrair o valor da espessura da meia das medidas encontradas.

A medida da espessura da meia foi feita no espessímetro DM 100 no Laboratório do Centro Tecnológico do Calçado SENAI, equipamento calibrado pelo SENAI CETEMP – Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão, sob o relatório nº 1049/2010. As condições utilizadas para a medição foram as indicadas para tecidos e malhas pelas Normas ISO 5084 e NBR 13383. Utilizou-se um apalpador com 56,45 mm de diâmetro, peso adicional de 1,2 Kpa e pressão de 1,19 Kpa  $\pm 0,001$ . Foram realizadas três repetições da medição em seis meias, conforme a tabela 18, e a média encontrada para a espessura da meia foi de 0,70 mm. Como a meia foi medida em duas camadas (parte de cima e parte de baixo), o valor final de sua espessura ficou em 0,35 mm.

Tabela 18: Medida de espessura da meia

Medidas	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média
Meia 1	0,68	0,70	0,72	0,70
Meia 2	0,71	0,69	0,70	0,70
Meia 3	0,69	0,71	0,72	0,706
Meia 4	0,73	0,72	0,71	0,72
Meia 5	0,70	0,68	0,70	0,693
Meia 6	0,69	0,69	0,70	0,693
Média final: 0,702				
Unidade de medida: mm				

Fonte: Dados do estudo

Sabe-se que o pé não é um elemento uniforme e a figura 62 mostra um exemplo de perfil de perímetro de um pé feminino. Observa-se que o seu formato resulta num contorno que remete a um triângulo ou a uma circunferência, sendo que profissionais do mercado calçadista costumem utilizar esta última nomenclatura para referir-se ao perímetro.



Figura 62: Contorno de perímetro de um pé feminino  
Fonte: Do Autor

Assim, a partir da espessura medida na meia procurou-se fazer uma análise comparativa da influência desse valor na medida do perímetro de um triângulo e de uma circunferência conhecida.

A analogia foi realizada utilizando-se medidas de perímetro mais evidenciadas neste estudo. Exemplifica-se o cálculo com o perímetro de 225 mm, o qual, segundo a ABNT NBR 15159:2008, indica o valor médio do perímetro para uma forma de numeração 36.

No caso da circunferência, com base nesse valor foi calculado o raio através da fórmula matemática do perímetro de uma circunferência, onde se tem:

$$C = 2 \times \pi \times R$$

$$225 = 2 \times 3,14 \times R$$

$$225 = 6,28 \times R$$

$$R = 225 / 6,28$$

$$R = 35,8 \text{ mm}$$

Pelo raio calculado de 35,8 mm obteve-se o diâmetro dessa circunferência, que corresponde a 71,6 mm, ou seja, duas vezes o valor do raio. Considerando a espessura da meia de 0,35 mm, na medida de uma altura ou largura qualquer de pé (diâmetro), deve-se acrescentar esse valor duas vezes, pois a meia está dos dois lados. Assim, foi acrescentado o valor de 0,70 mm ao diâmetro de 71,6 mm para se chegar ao do novo diâmetro de 72,3 mm, cujo raio corresponde a 36,15 mm, ou seja,

metade do valor. Com base nisso, foi aplicada a mesma fórmula matemática novamente para descobrir o valor do novo perímetro da circunferência, agora acrescido do valor da espessura da meia, onde se tem:

$$C = 2 \times \pi \times R$$

$$C = 2 \times 3,14 \times 36,15$$

$$C = 227,0 \text{ mm}$$

Para transformar essa diferença num índice percentual foi aplicada uma regra de três simples, onde se tem:

$$225,0 \text{ mm} - 100 \%$$

$$227,0 \text{ mm} - x$$

$$x = 100,89, \text{ ou seja, } 0,89 \% \text{ maior}$$

O mesmo cálculo foi repetido para os demais perímetros mais evidenciados por este estudo. A tabela 19 demonstra o coeficiente absoluto e percentual a ser acrescentado a cada perímetro em função do uso da meia. O valor médio absoluto ficou em 2 mm, e o valor médio em percentual, em 0,89%.

Tabela 19: Influência da espessura da meia no perímetro em forma de circunferência

Perímetro (mm)	210	215	220	225	230	235	240	245	250
Valor absoluto a corrigir (mm)	2	2	2	2	2	2,1	2,1	2,1	2,1
Média do valor absoluto	2 mm								
Valor percentual a corrigir (%)	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,89	0,87	0,85	0,84
Média do valor percentual	0,89 %								

Fonte: Dados do estudo

No caso do triângulo, com base no mesmo valor de perímetro (225 mm) foi calculada a influência da espessura da meia considerando a fórmula matemática da soma dos lados, onde se tem:

$$P = \text{soma dos lados do triângulo}$$

$$225 = 100 + 62,5 + 62,5$$

Considerando a espessura da meia de 0,35 mm, na medida de uma altura ou largura qualquer de pé (diâmetro), deve-se acrescentar esse valor duas vezes, pois a meia está dos dois lados. Assim, foi acrescentado o valor de 0,70 mm em cada

uma das medidas dos lados do triângulo. Com base nisso, foi aplicada a mesma fórmula matemática novamente para descobrir o valor do novo perímetro da triângulo, agora acrescido do valor da espessura da meia, onde se tem:

$$P = 100,70 + 63,2 + 63,2$$

$$P = 227,1 \text{ mm}$$

Para transformar essa diferença num índice percentual foi aplicada uma regra de três simples, onde se tem:

$$225,0 \text{ mm} - 100 \%$$

$$227,1 \text{ mm} - x$$

$$x = 100,93, \text{ ou seja, } 0,93 \% \text{ maior}$$

O mesmo cálculo foi repetido para os demais perímetros mais evidenciados por este estudo. A tabela 20 demonstra o coeficiente absoluto e percentual a ser acrescentado a cada perímetro em função do uso da meia. O valor médio absoluto ficou em 2,1 mm, e o valor médio em percentual, em 0,91%.

Tabela 20: Influência da espessura da meia no perímetro em forma de triângulo

Perímetro (mm)	210	215	220	225	230	235	240	245	250
Valor absoluto a corrigir (mm)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Média do valor absoluto	2,1 mm								
Valor percentual a corrigir (%)	1,00	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,84
Média do valor percentual	0,91 %								

Fonte: Dados do estudo

De acordo com os dados apresentados, caso se deseje ajustar o valor das medidas deste estudo de um pé recoberto por meia para um pé nu, as medidas do tipo altura, largura e comprimento deverão ser subtraídas em 0,70 mm; já as medidas de perímetro, considerando média entre o cálculo da circunferência e do triângulo, deverão ser subtraídas, em 2 mm ou 0,9% de seu valor.

## 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesse capítulo são apresentados os resultados encontrados de forma alinhada ao capítulo da metodologia; ou seja, primeiramente apresentam-se os resultados relativos às características demográficas e, após, os relativos aos dados antropométricos. Considerando um grupo de voluntárias de 407 mulheres, o total de digitalizações realizadas por este estudo foi de 3.256 pés escaneados. Cada voluntária fez oito digitalizações, sendo quatro para o pé direito e quatro para o pé esquerdo, em posições diferentes de altura de salto.

### 4.1 Características demográficas

Durante todo o desenvolvimento da pesquisa, o contato com as voluntárias transcorreu de forma ética, em concordância com as premissas de um projeto que obteve aprovação em um Comitê de Ética em Pesquisa. Não houve restrição alguma para a participação quanto à raça ou outra característica das voluntárias, sendo a amostra constituída de maneira aleatória por 95,8 % de indivíduos da raça branca e 4,2 % de indivíduos da raça negra. A tabela 21 mostra a característica da amostra quanto à idade das voluntárias, sendo a idade mínima de 16 anos e a máxima de 53 anos, dentro da previsão do projeto, que foi trabalhar com sujeitos adultos do sexo feminino com idade entre 16 e 55 anos. O percentual maior de voluntárias ficou entre 16 e 35 anos (81,8 %), sendo que a idade média ficou em 26,56 anos.

Tabela 21: Característica da amostra quanto à idade das voluntárias

Amostra	N	Idade média	Desvio padrão	Idade mínima	Idade máxima
Idade informada	406	26,56	8,97	16	53
Idade não informada	1				
Total amostra	407				

Unidade de medida: anos

Fonte: Dados do estudo

A tabela 22 mostra a característica da amostra quanto à massa, altura e IMC – Índice de Massa Corporal das voluntárias. A massa corporal média ficou em aproximadamente 60 kg, enquanto a altura média ficou em 1,64 m, o que resultou num IMC médio de 22,31. O IMC de cada voluntária foi calculado pelo resultado da divisão do peso pela altura ao quadrado ( $IMC = P / A^2$ ).

Tabela 22: Característica da amostra quanto ao peso, altura e IMC

Amostra	N	Massa (kg)	Altura média (m)	IMC médio
Dados informados	406	59,9507±9,29	1,6386±0,66	22,33±3,28
Dados não informados	1			
Total amostra	407			

Fonte: Dados do estudo

A amostra foi totalmente composta por voluntárias com residência fixa ou temporária no Estado do Rio Grande do Sul. A figura 63 mostra que 97,5 % da amostra nasceu nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, enquanto somente 2,5 % nasceram em outros Estados e Regiões do País.

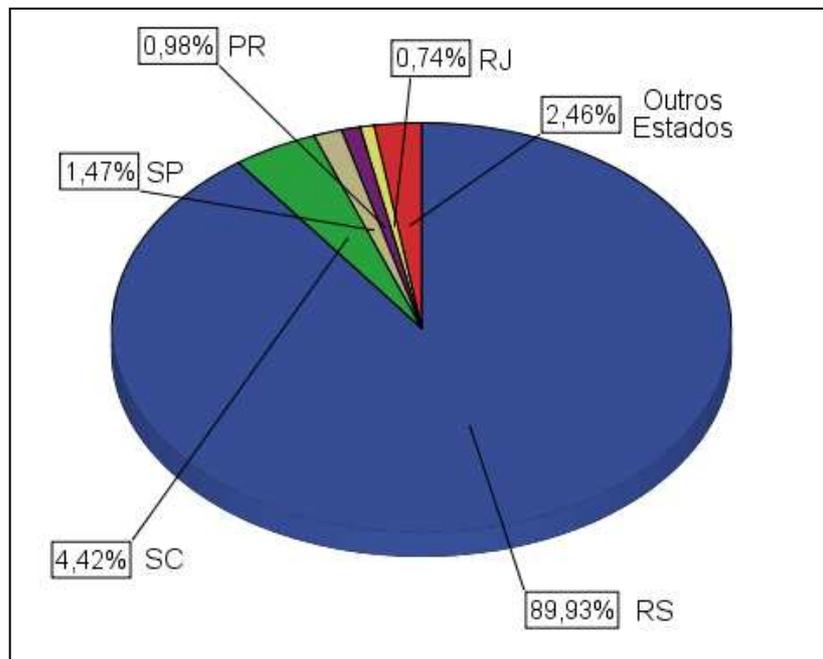


Figura 63: Característica da amostra quanto ao Estado natal

Fonte: Do Autor

Quanto à cidade natal, a figura 64 mostra que em torno de 56,27 % das mulheres que contribuíram com a pesquisa nasceram na Região Metropolitana de Porto Alegre, no Vale do Rio dos Sinos, no Vale do Paranhana e em cidades próximas dessas regiões, enquanto em torno de 43,73 % das voluntárias nasceram em cidades mais distantes no Estado do RS, ou ainda em outros Estados.

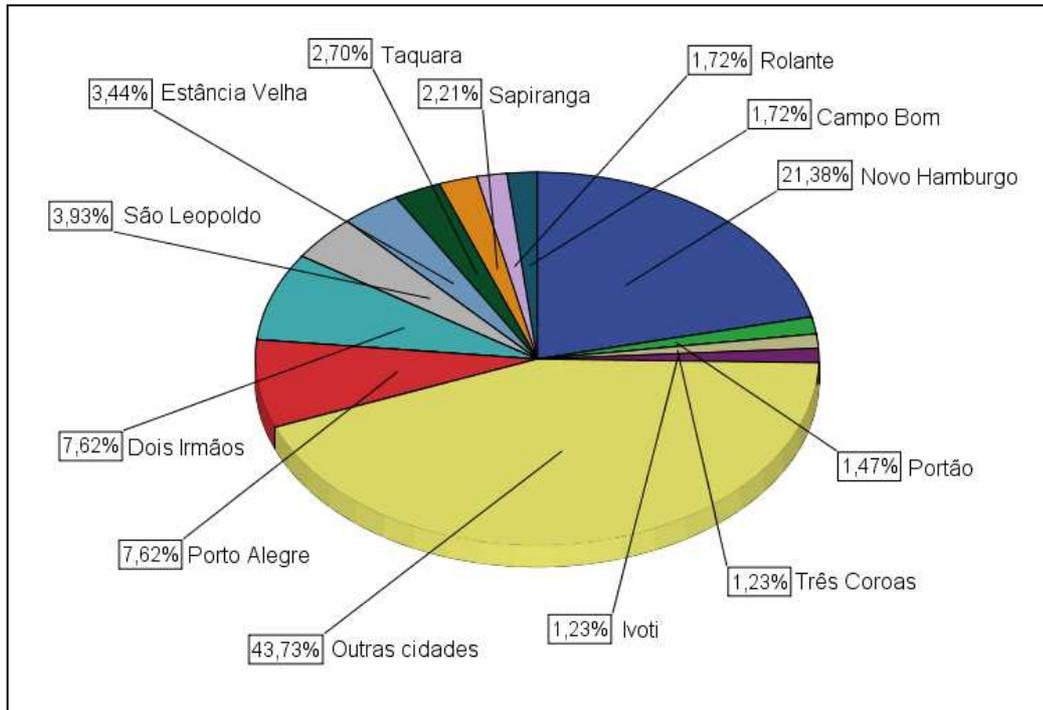


Figura 64: Característica da amostra quanto à cidade natal  
Fonte: Do Autor

A figura 65 mostra que, quanto à profissão e/ou ocupação das pessoas que contribuíram com a pesquisa, se observou que 38,82 % do grupo de voluntárias trabalham na indústria calçadista (na produção ou em setores de apoio), 30,96 % são estudantes, 10,07 % trabalham em setores administrativos de empresas variadas, 6,88 % trabalham como professoras e/ou atuam em escolas ou universidades, 3,44 % atuam como profissionais liberais e as restantes 9,83 % atuam em outras profissões ou atividades. Das últimas, duas voluntárias não responderam e duas observaram não estar em atividade no momento da participação como voluntárias para esse trabalho.

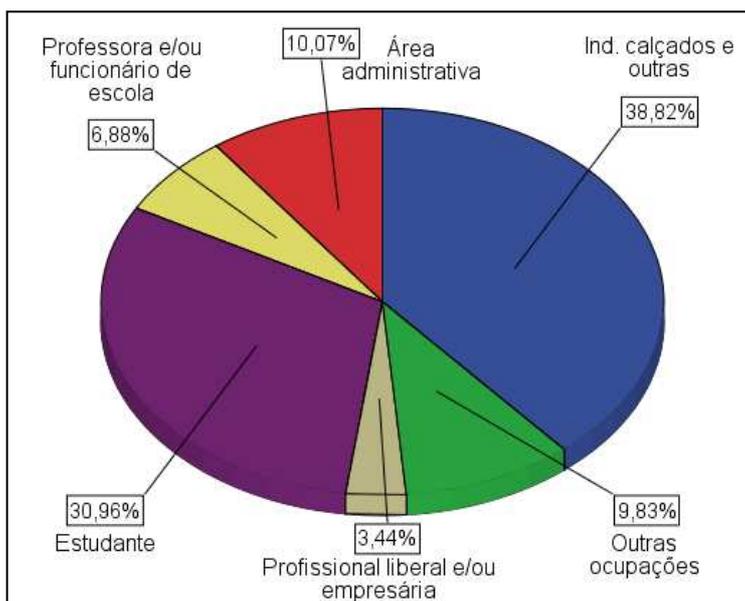


Figura 65: Característica da amostra quanto às profissões/ocupações  
Fonte: Do Autor

Quanto à questão da lateralidade, conforme a figura 66 verificou-se que 94,35% do grupo de voluntárias são destras, enquanto 5,41 % são canhotas e somente 0,25 % são ambidestras. Comparando esses valores com a pesquisa de Manfio (2001), observou-se que os valores encontrados estão muito próximos, pois a autora encontrou 93,9 % de sua amostra feminina de pessoas destras, enquanto 6,0% eram canhotas e somente 0,2 % eram ambidestras.

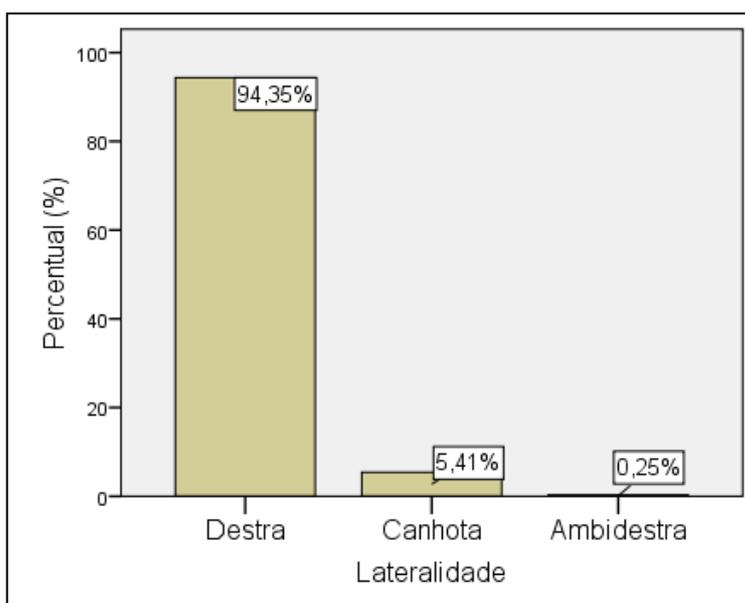


Figura 66: Característica da amostra quanto à lateralidade  
Fonte: Do Autor

As voluntárias foram questionadas sobre o seu nível de atividade física com objetivo de conhecer este perfil do grupo. Informaram praticar algum tipo de atividade menos do que 50 % da amostra. A figura 67 mostra que um pouco mais da metade das voluntárias não praticam atividades físicas e são mais sedentárias.

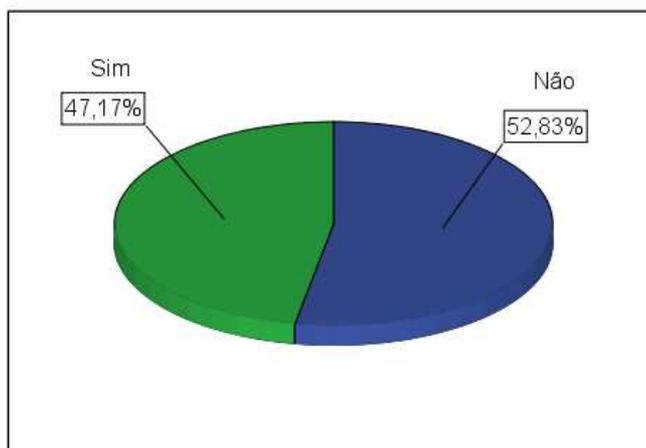


Figura 67: Característica da amostra quanto à atividade física  
Fonte: Do Autor

Conforme a figura 68, quando questionadas sobre sua atividade diária, 39,8% das voluntárias responderam que mesclam posição sentada e em pé na maior parte do período do dia; já outras 32,43 % das voluntárias afirmaram que permanecem a maior parte de seu tempo sentadas, enquanto aproximadamente 28 % observaram que passam a maior parte do dia em pé, sendo que 13,51 % permanecem paradas e 14,25 % caminham para desenvolver suas atividades diárias.

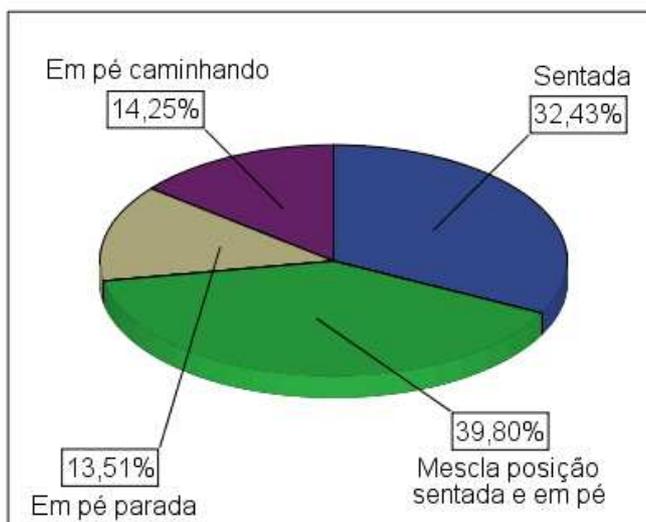


Figura 68: Característica da amostra quanto à posição de atividade diária  
Fonte: Do Autor

Ao buscar uma análise sobre o uso de saltos junto às voluntárias, esclareceu-se que elas considerassem como calçado de salto aquele que tem em torno de 5 cm ou mais de altura. De acordo com a figura 69, observou-se que apenas 6,88 % não fazem uso de salto alto, e 24,08 % fazem uso comedido de calçados com salto, ou seja, somente em ocasiões especiais, tais como passeios e festas; já 46,93 % da amostra fazem uso de calçado de salto com um pouco mais de frequência, mas ainda restrito a menos de três vezes por semana, enquanto 22,11 % consideram que fazem uso de calçado com salto com frequência maior do que três vezes por semana.

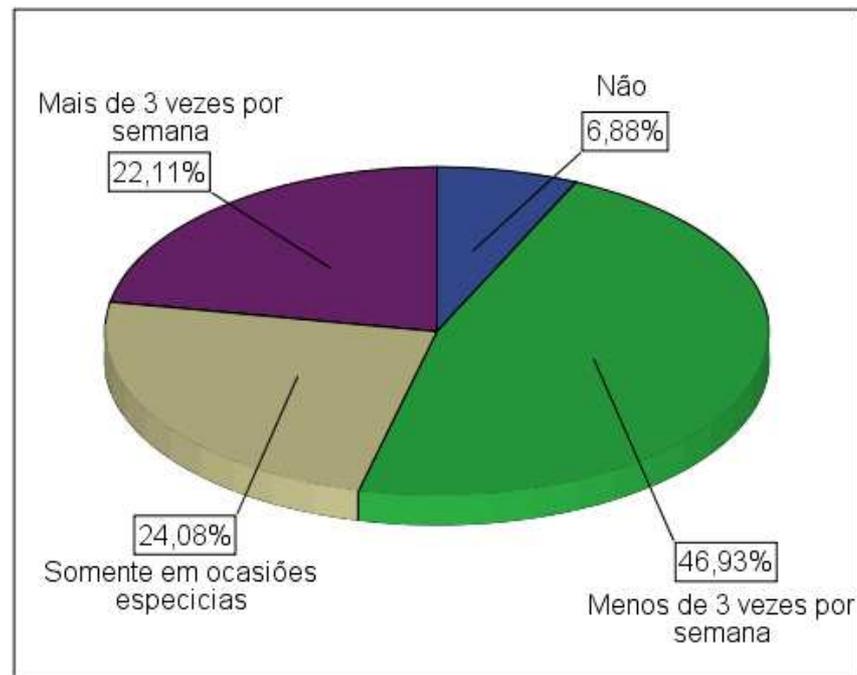


Figura 69: Característica da amostra quanto ao uso de calçado com salto  
Fonte: Do Autor

Quanto ao questionamento sobre caminhar descalço, esclareceu-se às voluntárias que considerassem como caminhar descalço o fato de não utilizarem nenhum tipo de calçado. De acordo com a figura 70, observou-se que 35,87 % não têm hábito de caminhar descalço e 18,92 % caminham descalço somente em ocasiões especiais, como na praia. Apenas 17,44 % da amostra costumam caminhar descalço com um pouco mais de frequência, mas ainda restrito a menos de três vezes por semana, enquanto 27,73 % consideraram que caminham descalço com frequência maior do que três vezes por semana.

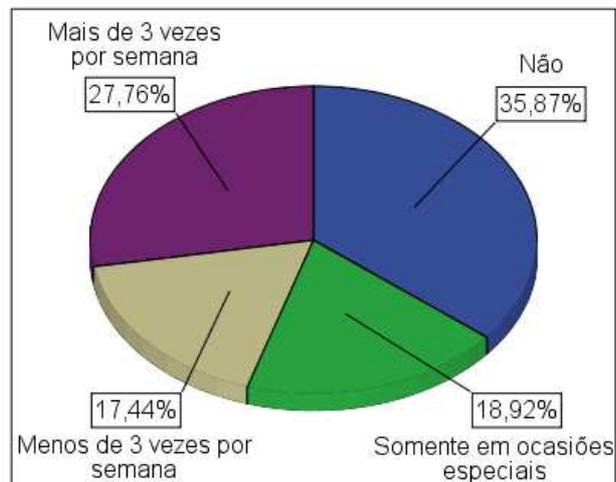


Figura 70: Característica da amostra quanto a caminhar descalço  
Fonte: Do Autor

Com relação à dor/desconforto durante o uso de calçados, as voluntárias foram orientadas a responder, se necessário, com três opções de regiões onde sentem dor/desconforto. Primeiramente a voluntária precisou optar por negar ou confirmar o sentimento de dor/desconforto durante o uso de calçados. Em caso afirmativo, identificou o local onde sente dor/desconforto e, se necessário, identificou uma segunda e ainda uma terceira região onde sente este problema. Conforme a figura 71, 30,96 % das voluntárias identificaram que não sentem dor/desconforto, considerando o calçado confortável, e 69,04 % das voluntárias identificaram sentir dor/desconforto em alguma das regiões do pé ou na coluna indicadas pela ficha de anamnese.

De acordo com Manfio (2001, p. 55), 86,5 % da amostra feminina investigada pela autora relataram que o calçado é desconfortável em uma ou mais regiões do pé, e 13,5% da amostra não apontaram sentir dor/desconforto. Na comparação com esses dados, observa-se que aumentou o índice de satisfação na questão do conforto dos calçados. A pesquisa atual já apontou que aproximadamente 31% das voluntárias não acusaram dor/desconforto durante o uso de calçados. É perceptível que muito ainda pode ser feito para a melhoria da qualidade dos calçados, mas esse fator de aumento é atribuído à própria valorização do consumidor com relação ao quesito conforto. Além disso, corrobora a maior importância que a indústria calçadista tem dado aos fatores que podem contribuir para o desenvolvimento e a produção de calçados mais confortáveis e à consequente evolução dos produtos com relação aos critérios que geram mais conforto.

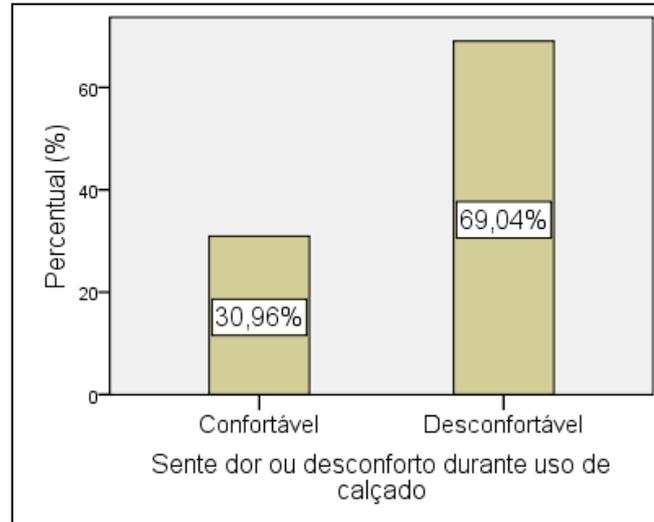


Figura 71: Característica da amostra quanto ao conforto durante uso de calçado  
Fonte: Do Autor

Considerando que as voluntárias puderam informar até três regiões onde sentem dor ou desconforto durante o uso de calçados, somando todas as respostas assinaladas chegou-se ao número de 426 casos. Embora algumas delas não tenham assinalado algum item, outras assinalaram um ou mais itens. A parte mais identificada como região onde sentem dor ou desconforto pelo uso de calçados foi a coluna, com 102 casos, seguida pela parte inferior do calcanhar e demais casos que podem ser observados na figura 72.

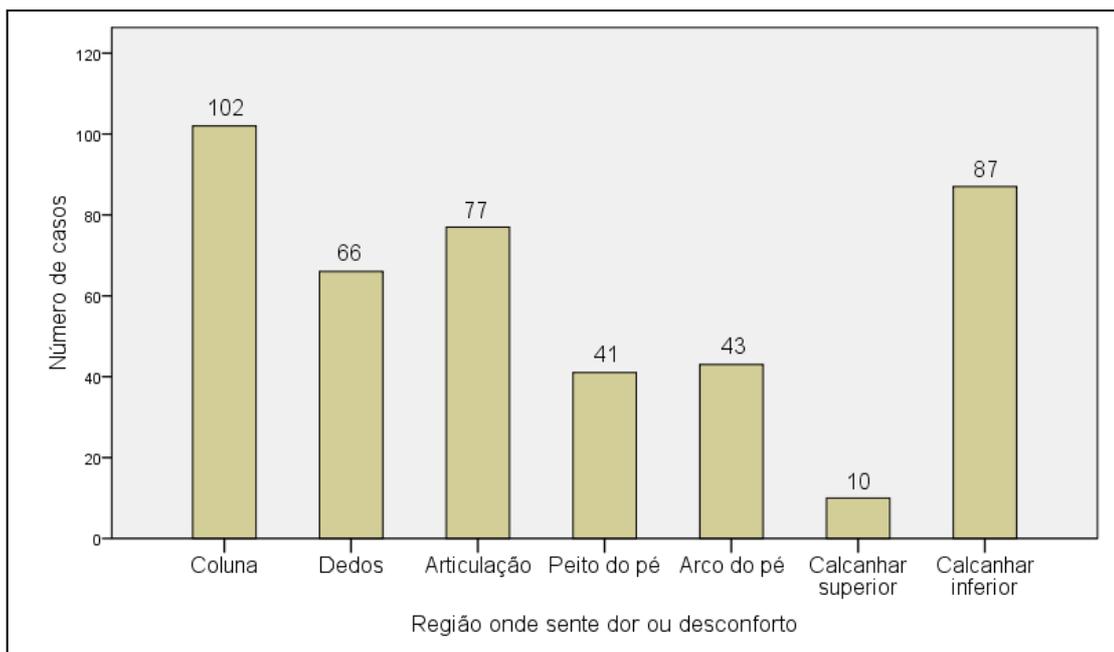


Figura 72: Característica da amostra quanto à dor/desconforto durante uso de calçado  
Fonte: Do Autor

Dando continuidade ao estudo sobre as características demográficas da amostra, foram pesquisados alguns fatores relacionados à saúde das voluntárias, sendo algumas de caráter geral e outras mais focadas nos membros inferiores. Quanto ao fator lesão, relacionado à ocorrência de fraturas e lesões, observou-se que a maior parte da amostra nunca teve este tipo de problema. De acordo com a figura 73, identificou-se 73 casos se somados pé e tornozelo e 13 casos se somados perna, joelho, coxa e bacia, que foi inserida também nesta estatística junto com os membros inferiores. Ressalta-se que todas as voluntárias que tiveram algum tipo de lesão no passado não apresentaram nenhum problema aparente e não tiveram dificuldade em participar da pesquisa, mesmo nas posições de salto mais elevado.

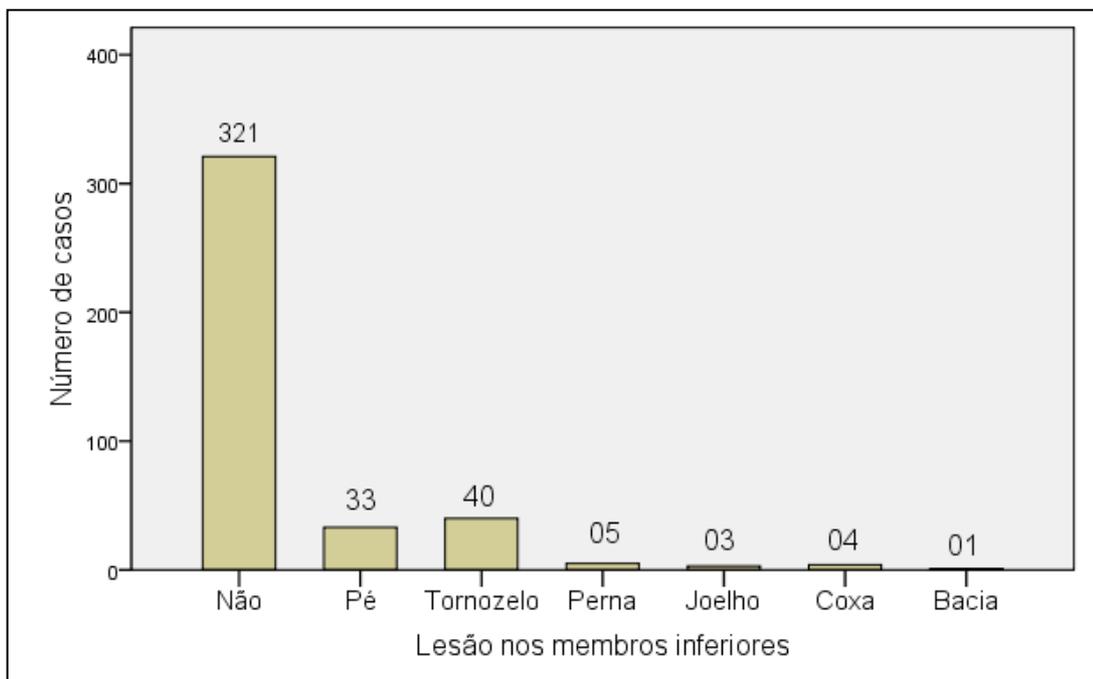


Figura 73: Característica da amostra quanto à lesão nos membros inferiores  
Fonte: Do Autor

Ainda com relação aos membros inferiores, a figura 74 mostra que a grande maioria das voluntárias nunca enfrentou algum tipo de cirurgia. Apenas 27 voluntárias já tiveram algum tipo de intervenção cirúrgica no pé, tornozelo, perna, joelho ou coxa, incluindo varizes. Mesmo assim, nenhuma dessas voluntárias demonstrou alguma dificuldade em participar do estudo.

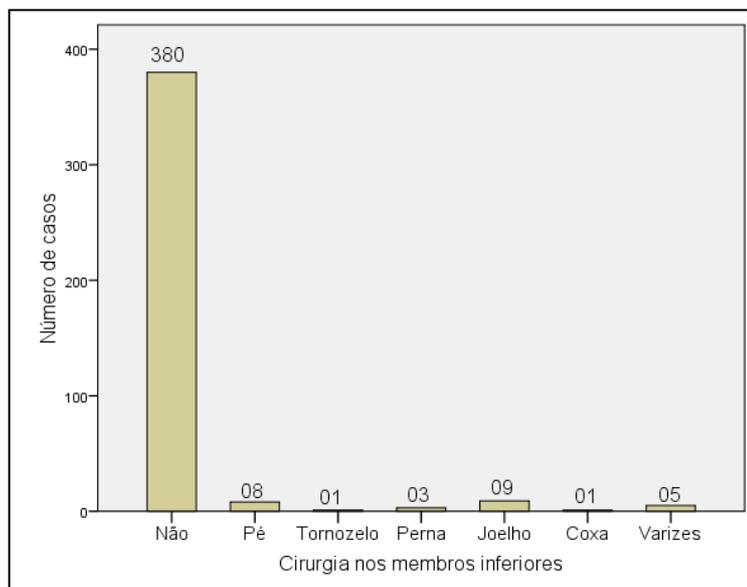


Figura 74: Característica da amostra quanto à cirurgia nos membros inferiores  
Fonte: Do Autor

A figura 75 mostra que, também com relação a outros tipos de cirurgias, mais de 80 % das voluntárias nunca tiveram nenhum tipo de intervenção cirúrgica. Os restantes 8,85 % de voluntárias já se submeteram a cirurgias de cesariana, vesícula e face (boca, nariz, olhos), e ainda um grupo de aproximadamente 9 % já se submeteu a outras cirurgias variadas.

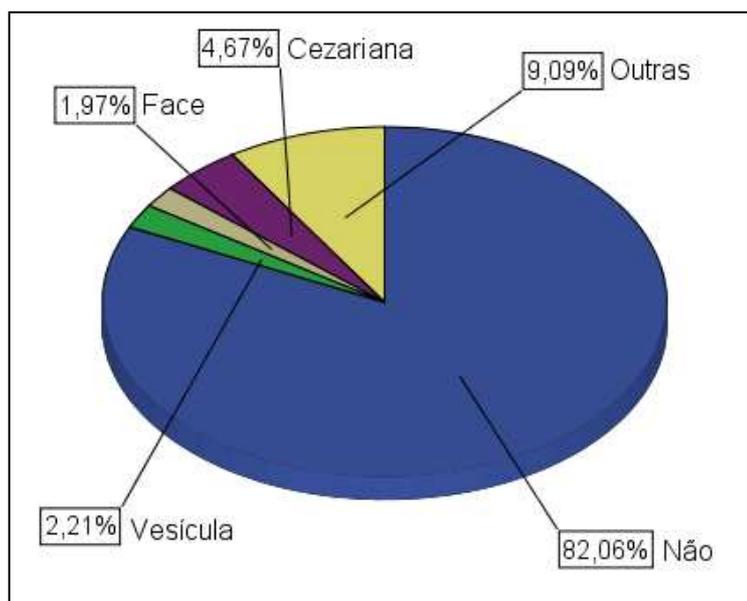


Figura 75: Característica da amostra quanto a outras cirurgias  
Fonte: Do Autor

A figura 76 mostra dados sobre problemas de saúde de ordem geral, avaliando se as voluntárias já tiveram no passado ou se estavam com algum problema de saúde conhecido ou, ainda, se estavam fazendo algum tipo de tratamento médico no momento da participação no trabalho. Um grupo significativo de 78,6 % de voluntárias respondeu negativamente, e um grupo de 5,40 % identificou problemas de hipertensão arterial e coluna/escoliose, mas isto também não inibiu sua participação no estudo.

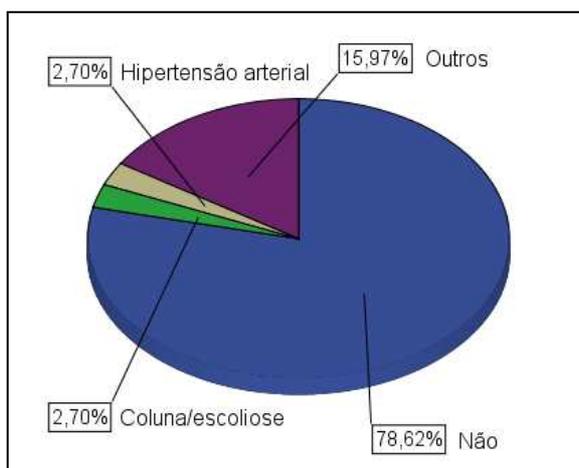


Figura 76: Característica da amostra com relação a problemas de saúde  
Fonte: Do Autor

Com relação ao uso constante de medicação, a figura 77 mostra uma parcela maior que 80% das voluntárias informaram que não fazem uso de algum tipo de remédio, ou seja, valor superior às que informaram não ter nenhum tipo de problema de saúde. Ressalta-se que, para fins dessa análise, o contraceptivo não foi considerado como medicação.

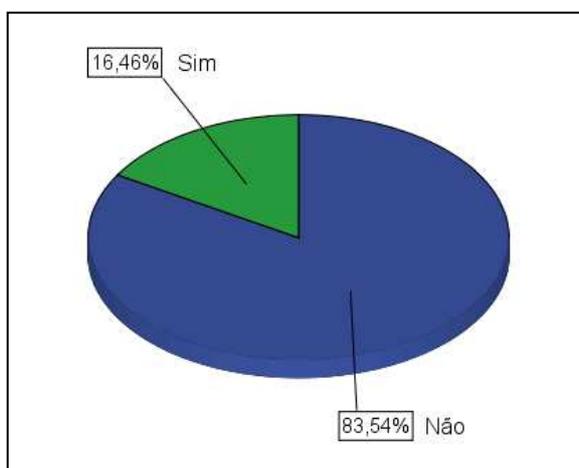


Figura 77: Característica da amostra com relação ao uso de medicação  
Fonte: Do Autor

## 4.2 Dados antropométricos dos pés

Os resultados relativos às variáveis antropométricas dos pés da amostra foram avaliados em 20 diferentes medidas em cada pé, sendo que a variável largura total foi descartada por inconsistência no processo de tomada do resultado através do *software* Custom®. Das 20 variáveis estudadas, 2 correspondem a comprimentos, 6 correspondem a perímetros, 6 correspondem a alturas e 6 correspondem a larguras. Ressalta-se que os valores foram coletados diretamente via *software* e apresentados em forma de tabelas com dados sobre número de voluntárias e valores encontrados como média, mínimo, máximo, por numeração.

Primeiramente são apresentadas todas as medidas das variáveis antropométricas do pé na posição sem salto. A tabela 23 mostra o número de voluntárias por número de calce. A graduação dos números de calce e o ordenamento das medidas foi realizado tomando por base intervalos de progressão de comprimento do ponto francês (6,66 mm ou 1/3 de 20 mm) e adequações de informações da norma ABNT NBR 15159:2008. Nas numerações 32, 41 e 42, o número de sujeitos foi restrito, somando 7 voluntárias no pé esquerdo e 6 voluntárias no pé direito. Assim, para análises globais foram mantidas 407 voluntárias e para análises específicas por numeração foi utilizado um total de 401 voluntárias para pé direito e 400 voluntárias para pé esquerdo.

Tabela 23: Número de voluntárias ordenadas pelo comprimento do pé

Numeração	Comprimento (mm)	Número de voluntárias pé esquerdo	Número de voluntárias pé direito
33	213,4 a 220,0	6	12
34	220,1 a 226,7	29	27
35	226,8 a 233,3	59	66
36	233,4 a 240,0	94	95
37	240,1 a 246,7	97	89
38	246,8 a 253,3	66	67
39	253,4 a 260,0	33	33
40	260,1 a 266,7	16	12
Total		400 voluntárias	401 voluntárias

Fonte: Dados do estudo

#### 4.2.1 Medidas da variável dedos

A tabela 24 mostra os resultados da medida da altura máxima dos dedos do pé direito, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 24: Medidas da altura máxima dos dedos no pé direito

Número	Média	Mínimo	Máximo
33	17,9	15,8	21,0
34	19,9	16,9	24,3
35	19,2	15,2	24,2
36	19,4	15,4	23,5
37	19,8	15,9	25,2
38	20,1	16,9	25,6
39	20,4	16,2	25,3
40	21,1	18,3	24,4
Total: 401 voluntárias / Unidade de medida: mm			

Fonte: Dados do estudo

A tabela 25 mostra os resultados da medida da altura máxima dos dedos do pé esquerdo, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 25: Medidas da altura máxima dos dedos no pé esquerdo

Número	Média	Mínimo	Máximo
33	17,7	17,0	18,4
34	18,8	15,7	23,3
35	19,3	14,6	23,5
36	19,2	15,2	22,8
37	19,5	16,0	25,7
38	19,9	16,3	26,7
39	20,1	16,6	24,9
40	21,4	18,6	25,7
Total: 400 voluntárias / Unidade de medida: mm			

Fonte: Dados do estudo

## 4.2.2 Medidas da variável metatarsos

A tabela 26 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região metatarso falangeana do pé direito, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 26: Medidas da variável metatarsos no pé direito

Número		Média		Mínimo		Máximo
33	Altura	39,0	Altura	34,6	Altura	45,0
	Largura	88,9	Largura	84,1	Largura	95,4
	Perímetro	218,1	Perímetro	203,2	Perímetro	230,0
34	Altura	39,2	Altura	33,7	Altura	47,3
	Largura	92,3	Largura	83,2	Largura	102,5
	Perímetro	224,6	Perímetro	202,8	Perímetro	244,6
35	Altura	38,8	Altura	34,2	Altura	45,6
	Largura	92,9	Largura	81,8	Largura	101,6
	Perímetro	225,4	Perímetro	200,1	Perímetro	243,2
36	Altura	38,6	Altura	33,4	Altura	46,5
	Largura	94,9	Largura	85,8	Largura	106,9
	Perímetro	229,1	Perímetro	206,4	Perímetro	250,3
37	Altura	39,7	Altura	35,4	Altura	51,9
	Largura	96,4	Largura	85,5	Largura	108,0
	Perímetro	233,4	Perímetro	207,7	Perímetro	253,9
38	Altura	40,0	Altura	34,6	Altura	44,5
	Largura	98,4	Largura	91,9	Largura	105,6
	Perímetro	237,6	Perímetro	222,3	Perímetro	257,0
39	Altura	40,7	Altura	35,8	Altura	46,6
	Largura	99,8	Largura	90,7	Largura	117,1
	Perímetro	242,1	Perímetro	223,7	Perímetro	274,9
40	Altura	41,3	Altura	39,1	Altura	44,3
	Largura	104,1	Largura	94,7	Largura	114,6
	Perímetro	251,6	Perímetro	233,5	Perímetro	274,9
Total: 401 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

A tabela 27 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região metatarso falangeana do pé esquerdo, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 27: Medidas da variável metatarsos no pé esquerdo

Número		Média		Mínimo		Máximo
33	Altura	38,7	Altura	34,9	Altura	43,6
	Largura	87,6	Largura	84,1	Largura	90,6
	Perímetro	214,7	Perímetro	203,2	Perímetro	222,9
34	Altura	37,9	Altura	32,0	Altura	44,3
	Largura	92,2	Largura	83,7	Largura	104,7
	Perímetro	223,0	Perímetro	202,1	Perímetro	246,7
35	Altura	38,7	Altura	34,0	Altura	45,5
	Largura	92,9	Largura	84,9	Largura	101,8
	Perímetro	225,2	Perímetro	205,0	Perímetro	241,4
36	Altura	38,4	Altura	32,2	Altura	45,6
	Largura	94,4	Largura	83,8	Largura	107,1
	Perímetro	227,9	Perímetro	207,4	Perímetro	252,8
37	Altura	39,2	Altura	34,0	Altura	44,8
	Largura	96,1	Largura	86,2	Largura	107,5
	Perímetro	232,3	Perímetro	210,5	Perímetro	261,4
38	Altura	40,0	Altura	35,0	Altura	48,3
	Largura	97,7	Largura	87,9	Largura	108,3
	Perímetro	236,4	Perímetro	218,7	Perímetro	259,0
39	Altura	39,8	Altura	35,6	Altura	44,5
	Largura	99,5	Largura	88,5	Largura	116,0
	Perímetro	240,5	Perímetro	222,0	Perímetro	271,9
40	Altura	42,0	Altura	38,4	Altura	45,8
	Largura	102,0	Largura	93,3	Largura	110,8
	Perímetro	247,4	Perímetro	229,3	Perímetro	264,8
Total: 400 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

## 4.2.3 Medidas da variável perímetro

A tabela 28 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região do perímetro do pé direito (conforme se mede na forma), apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 28: Medidas da variável perímetro no pé direito

Número	Média		Mínimo		Máximo	
33	Altura	44,7	Altura	39,5	Altura	51,6
	Largura	85,0	Largura	79,9	Largura	89,7
	Perímetro	215,0	Perímetro	199,0	Perímetro	227,3
34	Altura	45,0	Altura	38,9	Altura	51,4
	Largura	87,9	Largura	79,2	Largura	96,4
	Perímetro	220,0	Perímetro	196,3	Perímetro	236,6
35	Altura	44,8	Altura	39,2	Altura	52,2
	Largura	88,5	Largura	76,5	Largura	97,4
	Perímetro	220,9	Perímetro	191,8	Perímetro	241,2
36	Altura	44,6	Altura	39,0	Altura	51,9
	Largura	90,0	Largura	81,7	Largura	99,1
	Perímetro	223,6	Perímetro	203,2	Perímetro	243,9
37	Altura	46,0	Altura	41,5	Altura	57,6
	Largura	91,6	Largura	80,8	Largura	101,8
	Perímetro	228,4	Perímetro	203,4	Perímetro	248,3
38	Altura	46,4	Altura	41,0	Altura	51,0
	Largura	93,5	Largura	86,4	Largura	103,0
	Perímetro	232,2	Perímetro	216,6	Perímetro	254,6
39	Altura	47,2	Altura	42,3	Altura	53,1
	Largura	94,9	Largura	86,4	Largura	110,8
	Perímetro	236,3	Perímetro	217,2	Perímetro	265,1
40	Altura	48,0	Altura	44,5	Altura	50,4
	Largura	99,4	Largura	92,1	Largura	108,7
	Perímetro	245,9	Perímetro	228,7	Perímetro	268,0
Total: 401 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

A tabela 29 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região do perímetro do pé esquerdo (conforme se mede na forma), apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 29: Medidas da variável perímetro no pé esquerdo

Número		Média		Mínimo		Máximo
33	Altura	44,4	Altura	39,7	Altura	50,1
	Largura	83,7	Largura	80,0	Largura	86,5
	Perímetro	211,6	Perímetro	198,1	Perímetro	221,7
34	Altura	43,7	Altura	37,0	Altura	51,0
	Largura	88,0	Largura	79,3	Largura	98,2
	Perímetro	218,9	Perímetro	196,8	Perímetro	238,3
35	Altura	44,5	Altura	38,5	Altura	52,2
	Largura	88,6	Largura	80,8	Largura	96,4
	Perímetro	220,7	Perímetro	200,6	Perímetro	239,8
36	Altura	44,4	Altura	38,9	Altura	50,7
	Largura	89,6	Largura	80,1	Largura	99,4
	Perímetro	222,4	Perímetro	202,9	Perímetro	240,7
37	Altura	45,3	Altura	40,5	Altura	51,1
	Largura	91,3	Largura	80,7	Largura	102,3
	Perímetro	226,9	Perímetro	203,1	Perímetro	252,9
38	Altura	46,3	Altura	41,5	Altura	55,0
	Largura	93,0	Largura	83,5	Largura	103,5
	Perímetro	231,1	Perímetro	211,8	Perímetro	253,8
39	Altura	46,1	Altura	41,5	Altura	51,3
	Largura	94,9	Largura	83,9	Largura	109,9
	Perímetro	234,7	Perímetro	217,2	Perímetro	262,3
40	Altura	48,4	Altura	44,5	Altura	52,1
	Largura	97,4	Largura	89,2	Largura	105,9
	Perímetro	242,4	Perímetro	223,5	Perímetro	261,2
Total: 400 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

## 4.2.4 Medidas da variável retenção

A tabela 30 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região da retenção do pé direito, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 30: Medidas da variável retenção no pé direito

Número		Média		Mínimo		Máximo
33	Altura	55,0	Altura	48,1	Altura	62,9
	Largura	79,6	Largura	75,5	Largura	83,8
	Perímetro	215,7	Perímetro	200,6	Perímetro	228,0
34	Altura	55,8	Altura	49,0	Altura	63,0
	Largura	81,9	Largura	74,8	Largura	90,9
	Perímetro	219,8	Perímetro	197,6	Perímetro	235,1
35	Altura	55,7	Altura	46,9	Altura	63,7
	Largura	82,9	Largura	69,7	Largura	92,2
	Perímetro	221,3	Perímetro	192,3	Perímetro	244,7
36	Altura	56,0	Altura	49,6	Altura	62,6
	Largura	83,4	Largura	75,0	Largura	93,1
	Perímetro	222,6	Perímetro	206,6	Perímetro	243,8
37	Altura	57,6	Altura	51,3	Altura	69,0
	Largura	85,2	Largura	74,4	Largura	93,9
	Perímetro	227,9	Perímetro	201,8	Perímetro	245,9
38	Altura	58,3	Altura	50,9	Altura	64,2
	Largura	86,5	Largura	77,8	Largura	103,4
	Perímetro	231,2	Perímetro	212,7	Perímetro	266,5
39	Altura	59,1	Altura	53,8	Altura	65,7
	Largura	88,4	Largura	80,5	Largura	101,1
	Perímetro	235,7	Perímetro	215,5	Perímetro	260,1
40	Altura	60,2	Altura	54,9	Altura	64,5
	Largura	92,5	Largura	86,8	Largura	101,3
	Perímetro	245,2	Perímetro	230,1	Perímetro	267,7
Total: 401 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

A tabela 31 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região da retenção do pé esquerdo, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 31: Medidas da variável retenção no pé esquerdo

Número		Média		Mínimo		Máximo
33	Altura	54,8	Altura	49,0	Altura	61,1
	Largura	78,7	Largura	74,2	Largura	82,6
	Perímetro	213,9	Perímetro	199,1	Perímetro	222,9
34	Altura	54,3	Altura	47,2	Altura	61,9
	Largura	82,1	Largura	71,5	Largura	95,8
	Perímetro	218,5	Perímetro	194,9	Perímetro	243,2
35	Altura	55,2	Altura	45,1	Altura	62,4
	Largura	82,9	Largura	72,8	Largura	91,0
	Perímetro	220,8	Perímetro	196,2	Perímetro	241,9
36	Altura	55,5	Altura	48,4	Altura	62,1
	Largura	83,3	Largura	74,8	Largura	91,2
	Perímetro	221,6	Perímetro	202,5	Perímetro	237,1
37	Altura	56,7	Altura	49,9	Altura	64,3
	Largura	85,3	Largura	74,0	Largura	101,5
	Perímetro	227,0	Perímetro	201,3	Perímetro	263,2
38	Altura	57,9	Altura	51,1	Altura	65,9
	Largura	86,3	Largura	77,2	Largura	97,0
	Perímetro	230,4	Perímetro	209,0	Perímetro	252,8
39	Altura	57,8	Altura	52,8	Altura	65,3
	Largura	88,4	Largura	79,5	Largura	100,3
	Perímetro	234,1	Perímetro	217,3	Perímetro	259,6
40	Altura	60,4	Altura	54,9	Altura	65,2
	Largura	91,4	Largura	81,9	Largura	99,9
	Perímetro	243,5	Perímetro	224,3	Perímetro	262,4
Total: 400 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

#### 4.2.5 Medidas da variável peito do pé

A tabela 32 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região do peito do pé direito, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 32: Medidas da variável peito do pé no pé direito

Número		Média		Mínimo		Máximo
33	Altura	66,0	Altura	58,6	Altura	74,7
	Largura	72,4	Largura	68,8	Largura	76,1
	Perímetro	221,1	Perímetro	206,3	Perímetro	233,9
34	Altura	67,9	Altura	60,0	Altura	78,0
	Largura	74,8	Largura	67,2	Largura	83,3
	Perímetro	226,6	Perímetro	202,9	Perímetro	246,4
35	Altura	67,7	Altura	56,3	Altura	78,0
	Largura	76,3	Largura	64,5	Largura	87,7
	Perímetro	228,2	Perímetro	201,0	Perímetro	249,6
36	Altura	68,1	Altura	59,9	Altura	76,4
	Largura	77,1	Largura	67,4	Largura	87,6
	Perímetro	230,5	Perímetro	213,8	Perímetro	249,6
37	Altura	70,3	Altura	62,2	Altura	83,6
	Largura	78,6	Largura	69,0	Largura	88,5
	Perímetro	236,0	Perímetro	213,4	Perímetro	259,4
38	Altura	71,3	Altura	61,4	Altura	79,0
	Largura	79,7	Largura	68,4	Largura	99,4
	Perímetro	239,8	Perímetro	221,7	Perímetro	274,3
39	Altura	72,2	Altura	65,4	Altura	79,7
	Largura	82,3	Largura	73,5	Largura	95,9
	Perímetro	245,4	Perímetro	222,5	Perímetro	273,1
40	Altura	73,3	Altura	65,3	Altura	79,4
	Largura	86,3	Largura	80,4	Largura	96,3
	Perímetro	253,9	Perímetro	234,2	Perímetro	272,0
Total: 401 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

A tabela 33 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região do peito do pé esquerdo, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 33: Medidas da variável peito do pé no pé esquerdo

Número	Média	Mínimo	Máximo
33	Altura 65,9	Altura 59,5	Altura 73,1
	Largura 72,0	Largura 67,0	Largura 76,1
	Perímetro 219,6	Perímetro 204,3	Perímetro 230,7
34	Altura 65,9	Altura 56,7	Altura 73,6
	Largura 75,9	Largura 66,6	Largura 90,8
	Perímetro 225,0	Perímetro 203,9	Perímetro 246,6
35	Altura 67,0	Altura 53,3	Altura 75,2
	Largura 76,5	Largura 66,5	Largura 87,6
	Perímetro 228,1	Perímetro 205,1	Perímetro 247,5
36	Altura 67,7	Altura 59,5	Altura 76,7
	Largura 77,5	Largura 68,3	Largura 88,9
	Perímetro 229,8	Perímetro 211,3	Perímetro 249,9
37	Altura 69,0	Altura 60,6	Altura 79,2
	Largura 79,3	Largura 70,5	Largura 97,3
	Perímetro 235,4	Perímetro 214,1	Perímetro 272,0
38	Altura 70,7	Altura 61,8	Altura 80,0
	Largura 80,1	Largura 69,4	Largura 92,4
	Perímetro 239,4	Perímetro 220,5	Perímetro 266,2
39	Altura 70,6	Altura 63,8	Altura 80,3
	Largura 82,1	Largura 72,7	Largura 91,2
	Perímetro 242,7	Perímetro 225,0	Perímetro 268,6
40	Altura 73,3	Altura 66,8	Altura 79,1
	Largura 86,3	Largura 76,1	Largura 99,3
	Perímetro 253,8	Perímetro 231,2	Perímetro 275,1
Total: 400 voluntárias / Unidade de medida: mm			

Fonte: Dados do estudo

## 4.2.6 Medidas da variável entrada do pé

A tabela 34 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região da entrada do pé direito, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 34: Medidas da variável entrada do pé no pé direito

Número		Média		Mínimo		Máximo
33	Altura	113,8	Altura	106,5	Altura	119,8
	Largura	60,4	Largura	55,5	Largura	64,0
	Perímetro	288,3	Perímetro	270,0	Perímetro	300,7
34	Altura	117,0	Altura	110,9	Altura	128,4
	Largura	62,2	Largura	55,0	Largura	73,4
	Perímetro	295,8	Perímetro	280,8	Perímetro	326,7
35	Altura	119,1	Altura	110,9	Altura	128,5
	Largura	63,3	Largura	55,2	Largura	74,7
	Perímetro	301,2	Perímetro	282,0	Perímetro	327,2
36	Altura	120,6	Altura	112,4	Altura	129,1
	Largura	64,3	Largura	57,2	Largura	74,4
	Perímetro	305,2	Perímetro	283,7	Perímetro	326,3
37	Altura	124,3	Altura	116,0	Altura	135,9
	Largura	66,0	Largura	58,2	Largura	74,8
	Perímetro	314,2	Perímetro	294,3	Perímetro	348,6
38	Altura	126,9	Altura	118,0	Altura	137,7
	Largura	66,8	Largura	59,3	Largura	76,8
	Perímetro	320,0	Perímetro	297,7	Perímetro	349,4
39	Altura	129,4	Altura	119,9	Altura	138,6
	Largura	69,2	Largura	61,0	Largura	80,9
	Perímetro	327,5	Perímetro	302,5	Perímetro	352,2
40	Altura	132,6	Altura	127,0	Altura	137,4
	Largura	73,3	Largura	63,2	Largura	85,4
	Perímetro	338,5	Perímetro	321,2	Perímetro	359,6
Total: 401 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

A tabela 35 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região da entrada do pé esquerdo, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 35: Medidas da variável entrada do pé no pé esquerdo

Número		Média		Mínimo		Máximo
33	Altura	113,7	Altura	106,9	Altura	119,1
	Largura	61,2	Largura	55,8	Largura	65,2
	Perímetro	288,9	Perímetro	270,9	Perímetro	300,9
34	Altura	115,9	Altura	108,2	Altura	124,9
	Largura	63,4	Largura	55,6	Largura	72,5
	Perímetro	294,5	Perímetro	276,5	Perímetro	317,0
35	Altura	119,1	Altura	106,4	Altura	128,2
	Largura	64,1	Largura	55,5	Largura	76,1
	Perímetro	302,2	Perímetro	279,5	Perímetro	324,7
36	Altura	120,5	Altura	113,4	Altura	128,7
	Largura	65,2	Largura	56,7	Largura	77,5
	Perímetro	305,6	Perímetro	286,9	Perímetro	332,5
37	Altura	123,6	Altura	116,2	Altura	132,5
	Largura	66,8	Largura	57,6	Largura	76,1
	Perímetro	313,2	Perímetro	296,9	Perímetro	338,4
38	Altura	127,1	Altura	118,5	Altura	136,5
	Largura	68,2	Largura	59,3	Largura	77,3
	Perímetro	321,6	Perímetro	296,7	Perímetro	351,7
39	Altura	127,9	Altura	121,9	Altura	138,0
	Largura	69,8	Largura	63,4	Largura	79,7
	Perímetro	324,0	Perímetro	307,6	Perímetro	350,8
40	Altura	133,4	Altura	123,8	Altura	141,7
	Largura	73,8	Largura	63,4	Largura	90,3
	Perímetro	340,6	Perímetro	310,8	Perímetro	361,2
Total: 400 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

## 4.2.7 Medidas da variável tornozelo

A tabela 36 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região do tornozelo do pé direito, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 36: Medidas da variável tornozelo no pé direito

Número	Média		Mínimo		Máximo	
33	Altura	57,6	Altura	52,5	Altura	62,2
	Largura	73,9	Largura	67,8	Largura	79,2
	Perímetro	209,3	Perímetro	191,2	Perímetro	224,8
34	Altura	57,3	Altura	50,3	Altura	70,0
	Largura	75,5	Largura	69,6	Largura	85,5
	Perímetro	211,6	Perímetro	190,7	Perímetro	245,8
35	Altura	58,7	Altura	48,0	Altura	82,9
	Largura	76,9	Largura	69,0	Largura	91,2
	Perímetro	216,2	Perímetro	182,9	Perímetro	276,4
36	Altura	59,3	Altura	49,2	Altura	73,3
	Largura	78,3	Largura	70,8	Largura	88,0
	Perímetro	218,8	Perímetro	194,6	Perímetro	252,6
37	Altura	60,9	Altura	48,8	Altura	83,5
	Largura	80,3	Largura	72,9	Largura	98,9
	Perímetro	224,7	Perímetro	194,1	Perímetro	285,9
38	Altura	61,7	Altura	52,4	Altura	78,1
	Largura	81,4	Largura	74,0	Largura	93,2
	Perímetro	227,7	Perímetro	205,1	Perímetro	269,8
39	Altura	62,3	Altura	54,3	Altura	75,4
	Largura	83,2	Largura	76,6	Largura	92,6
	Perímetro	231,4	Perímetro	210,8	Perímetro	262,8
40	Altura	67,2	Altura	56,7	Altura	84,6
	Largura	87,5	Largura	79,9	Largura	96,6
	Perímetro	245,2	Perímetro	218,7	Perímetro	290,0
Total: 401 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

A tabela 37 mostra os resultados da medida da altura máxima, largura máxima e perímetro na região do tornozelo do pé esquerdo, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 37: Medidas da variável tornozelo no pé esquerdo

Número		Média		Mínimo		Máximo
33	Altura	57,6	Altura	51,5	Altura	61,9
	Largura	73,6	Largura	68,6	Largura	77,1
	Perímetro	208,7	Perímetro	194,1	Perímetro	219,0
34	Altura	57,1	Altura	47,6	Altura	67,0
	Largura	76,4	Largura	69,2	Largura	87,1
	Perímetro	212,4	Perímetro	182,6	Perímetro	242,1
35	Altura	59,2	Altura	48,1	Altura	80,9
	Largura	77,3	Largura	68,5	Largura	89,6
	Perímetro	217,3	Perímetro	185,8	Perímetro	269,2
36	Altura	59,5	Altura	48,4	Altura	73,9
	Largura	78,5	Largura	71,2	Largura	89,0
	Perímetro	219,8	Perímetro	196,1	Perímetro	256,9
37	Altura	70,6	Altura	47,4	Altura	72,8
	Largura	80,1	Largura	72,3	Largura	90,1
	Perímetro	224,1	Perímetro	191,8	Perímetro	257,3
38	Altura	62,6	Altura	52,4	Altura	82,5
	Largura	82,1	Largura	74,5	Largura	96,3
	Perímetro	230,3	Perímetro	202,9	Perímetro	284,3
39	Altura	61,7	Altura	53,8	Altura	74,4
	Largura	82,9	Largura	76,7	Largura	90,2
	Perímetro	230,1	Perímetro	211,1	Perímetro	261,6
40	Altura	65,4	Altura	54,7	Altura	83,8
	Largura	86,6	Largura	78,6	Largura	96,3
	Perímetro	241,5	Perímetro	214,4	Perímetro	289,2
Total: 400 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

#### 4.2.8 Medidas da variável comprimento máximo do pé

A tabela 38 mostra os resultados da medida do comprimento máximo do pé direito, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 38: Medidas do comprimento máximo no pé direito

Número	Média	Mínimo	Máximo
33	218,4	215,4	220,0
34	224,0	220,5	226,5
35	230,6	226,9	233,2
36	236,6	233,4	240,0
37	243,4	240,1	246,7
38	249,5	246,9	253,1
39	256,8	254,3	260,0
40	263,0	260,6	264,8
Total: 401 voluntárias / Unidade de medida: mm			

Fonte: Dados do estudo

A tabela 39 mostra os resultados da medida do comprimento máximo do pé esquerdo, apresentando valores encontrados como média, mínimo e máximo.

Tabela 39: Medidas do comprimento máximo no pé esquerdo

Número	Média	Mínimo	Máximo
33	217,8	213,8	219,8
34	223,9	220,4	226,6
35	230,2	227,0	233,0
36	236,6	233,4	240,0
37	243,1	240,1	246,6
38	250,0	246,9	253,3
39	255,7	253,4	259,9
40	262,1	260,2	266,3
Total: 400 voluntárias / Unidade de medida: mm			

Fonte: Dados do estudo

### 4.3 Análises das medidas das variáveis antropométricas dos pés

A figura 78 mostra a frequência do número de calce informado pelas voluntárias durante a pesquisa. A amplitude de numeração informada pelas voluntárias foi do número 33 ao número 40. A maior concentração ficou nas numerações intermediárias 35, 36, 37 e 38, com um total de 86,5 % da amostra. Desse valor, 19,9 % corresponderam ao número 35, 24,8 % corresponderam ao número 36, 28,3 % corresponderam ao número 37 e 13,5 % corresponderam ao número 38. Quanto às numerações extremas, 39 e 40 somam um total de 8,6 % e as numerações 33 e 34 correspondem somente a um total de 4,9 %.

Quanto ao número de calçado mais usado, Manfio (2001, p. 54) relata que 75,1 % da amostra pesquisada em seu trabalho corresponderam à numeração 35, 36 e 37. Ao estratificar as mesmas numerações na pesquisa aqui apresentada, percebe-se um percentual de 73 %, ou seja, com características semelhantes à amostra da autora citada. A distribuição de numerações encontradas reforça a necessidade de uso do número 36 ou 37 como base para novos desenvolvimentos de calçados, uma vez que estas são as numerações mais frequentes e também porque representam melhor o centro da numeração completa (33 ao 40), o que tecnicamente trará melhores resultados para a escala dos modelos.

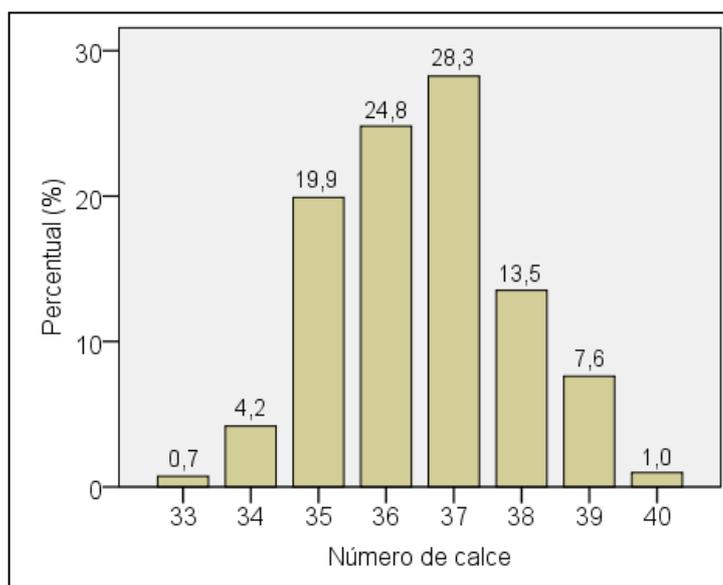


Figura 78: Número de calce informado pela voluntária  
Fonte: Do Autor

A tabela 40 mostra que, de acordo com a análise das medidas coletadas, a amplitude de numeração foi do número 32 ao número 42; ou seja, houve um aumento de amplitude com relação àquilo que as voluntárias informaram ao preencher a ficha de entrevista/anamnese, onde os registros foram do número 33 ao 40. Esta variação denota a utilização de calçados que não correspondem ao comprimento dos pés em busca de uma melhor adequação do volume do pé (perímetro) ao calçado.

Quadro 40: Comparativos de comprimentos

Numeração	Número de voluntárias pé esquerdo	Número de voluntárias pé direito	Número de voluntárias conforme anamnese
32	2	2	0
33	6	12	3
34	29	27	17
35	59	66	81
36	94	95	101
37	97	89	115
38	66	67	55
39	33	33	31
40	16	12	4
41	4	3	0
42	1	1	0
Total	407 voluntárias	407 voluntárias	407 voluntárias

Fonte: Dados do estudo

Em valores absolutos na escala decimal, este estudo encontrou, já diminuída a espessura da meia, média no comprimento máximo para o pé esquerdo de  $240,4 \pm 10,9$  mm. Já a média no comprimento máximo para o pé direito ficou em  $239,8 \pm 11,0$  mm. Verificou-se que estas médias foram ligeiramente superiores ao trabalho de Manfio (2001) que apresenta a média do comprimento máximo para o pé esquerdo em  $238,7 \pm 11,1$  mm e a média do comprimento máximo para o pé direito em  $237,8 \pm 11,3$  mm.

Nas primeiras análises que seguem com os resultados das variáveis antropométricas, foi feita análise descritiva de relação, trazendo cruzamentos entre número de calce informado e número de calce ordenado por comprimento e em seguida cruzando com perímetro dos metatarsos. A distribuição da amostra foi apresentada através de tabelas de frequência e a relação entre as variáveis analisadas pelo teste de Spearman demonstrou correlação significativa com p-valor <0,01. Assim, existiu tendência dos dados para um mesmo comportamento e os resultados encontrados na amostra se revelaram estatisticamente significantes, implicando que os mesmos podem ser considerados para a população do estudo.

O ordenamento das avaliações da variável comprimento total e perímetro dos metatarsos foi realizado tomando-se por base intervalos de progressão do ponto francês e informações da norma ABNT NBR 15159:2008. Assim, a graduação de comprimento utilizada foi de 6,66 mm (1/3 de 20 mm), e a graduação de perímetro utilizada foi de 5 mm (1/4 de 20 mm).

A tabela 41 mostra uma adequação/ampliação da tabela proposta pela norma citada para comprimento de forma.

Tabela 41: Comprimento do pé de acordo com a numeração da forma

Numeração	Comprimento (mm)
32	206,8 a 213,3
33	213,4 a 220,0
34	220,1 a 226,7
35	226,8 a 233,3
36	233,4 a 240,0
37	240,1 a 246,7
38	246,8 a 253,3
39	253,4 a 260,0
40	260,1 a 266,7
41	266,8 a 273,3
42	273,4 a 280,0

Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15159:2008

#### 4.3.1 Relação entre número de calce informado e número de calce ordenado por parâmetros de comprimento

Para verificar se os números de calce informados pelas voluntárias na ficha de anamnese corresponderam ao critério de comprimento criado com base em parâmetros do ponto francês (6,66 mm ou 1/3 de 20 mm) e informações da norma ABNT NBR 15159:2008, foi realizada a tabulação cruzada dos dados.

#### 4.3.1.1 Distribuição da amostra quanto ao número de calce do pé direito ordenado por parâmetros de comprimento

A tabela 42 traz tabulação cruzada que relacionou o número de calce informado pela voluntária e o número de calce do pé direito ordenado por parâmetro de comprimento conforme a tabela 41. Quando foi analisado o número de calce informado pelas voluntárias, 86,0 % da amostra concentraram-se nas numerações intermediárias 35, 36, 37 e 38, ficando a maior concentração na numeração 37. Quando a análise foi feita com o número de calce do pé direito ordenado por parâmetro de comprimento a concentração se manteve, porém diminuindo para 77,9% da amostra e ficando a maior concentração na numeração 36.

Tabela 42: Distribuição da amostra do pé direito cruzando número de calce informado e número de calce ordenado

Número de calce pé direito ordenado por parâmetro de comprimento													
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	Total	
Número de calce informado	33	0 0%	2 66,7%	1 33,3%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	3 100%	
	34	1 5,9%	7 41,2%	7 41,2%	2 11,8%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	17 100%	
	35	1 1,2%	2 2,5%	12 14,8%	35 43,2%	29 35,8%	2 2,5%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	81 100%
	36	0 0%	1 1,0%	6 5,9%	28 27,7%	44 43,6%	18 17,8%	4 4,0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	101 100%
	37	0 0%	0 0%	1 0,9%	1 0,9%	20 17,4%	55 47,8%	32 27,8%	6 5,2%	0 0%	0 0%	0 0%	115 100%
	38	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	2 3,6%	11 20,0%	27 49,1%	14 25,5%	1 1,8%	0 0%	0 0%	55 100%
	39	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	3 9,7%	4 12,9%	13 41,9%	10 32,3%	1 3,2%	0 0%	31 100%
	40	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 25,0%	2 50,0%	1 25,0%	4 100%
	Total	2 0,5%	12 2,9%	27 6,6%	66 16,2%	95 23,3%	89 21,9%	67 16,5%	33 8,1%	12 2,9%	3 0,7%	1 2%	407 100%

Fonte: Dados do estudo

Verificou-se que, nas voluntárias que possuem o comprimento do pé direito de acordo com os parâmetros de comprimento do número 35 (226,8 a 233,3 mm), o número de calce informado variou em quatro numerações diferentes (34, 35, 36 e 37). Nas voluntárias que possuem o comprimento do pé direito de acordo com os parâmetros de comprimento do número 36 (233,4 a 240,0 mm), o número de calce informado variou em quatro numerações diferentes (35, 36, 37 e 38). Nas voluntárias que possuem o comprimento do pé direito de acordo com os parâmetros de comprimento do número 37 (240,1 a 246,7 mm), o número de calce informado variou em cinco numerações diferentes (35, 36, 37, 38 e 39). Nas voluntárias que possuem o comprimento do pé direito de acordo com os parâmetros de comprimento do número 38 (246,8 a 253,3 mm), o número de calce informado variou em quatro numerações diferentes (36, 37, 38 e 39).

#### 4.3.1.2 Distribuição da amostra quanto ao número de calce do pé esquerdo ordenado por parâmetros de comprimento

A tabela 43 mostra uma tabulação cruzada que permitiu fazer a relação entre o número de calce informado pela voluntária e o número de calce do pé esquerdo ordenado por parâmetro de comprimento, conforme a tabela 41. A maior concentração da amostra para as duas análises ficou na numeração 37. Quando foi analisado o número de calce informado pela voluntária, 86,0 % da amostra ficou concentrada nas numerações intermediárias 35, 36, 37 e 38. Quando a análise foi feita com o número de calce do pé esquerdo ordenado por parâmetro de comprimento a concentração se manteve, porém diminuindo para 77,6 % da amostra.

Tabela 43: Distribuição da amostra do pé esquerdo cruzando número de calce informado e número de calce ordenado

Número de calce pé esquerdo ordenado por parâmetro de comprimento														
Número de calce informado		32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	Total	
	33	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
	34	1	2	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	17
		5,9%	11,8%	64,7%	17,6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
	35	1	1	13	30	32	4	0	0	0	0	0	0	81
		1,2%	1,2%	16,0%	37,0%	39,5%	4,9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
	36	0	0	5	23	41	29	3	0	0	0	0	0	101
		0%	0%	5,0%	22,8%	40,6%	28,7%	3,0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
	37	0	0	0	3	17	55	30	10	0	0	0	0	115
		0%	0%	0%	2,6%	14,8%	47,8%	26,1%	8,7%	0%	0%	0%	0%	100%
	38	0	0	0	0	4	8	25	13	5	0	0	0	55
		0%	0%	0%	0%	7,3%	14,5%	45,5%	23,6%	9,1%	0%	0%	0%	100%
39	0	0	0	0	0	1	8	10	9	3	0	0	31	
	0%	0%	0%	0%	0%	3,2%	25,8%	32,3%	29,0%	9,7%	0%	0%	100%	
40	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	4	
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50,0%	25,0%	25,0%	0%	100%	
Total	2	6	29	59	94	97	66	33	16	4	1	0	407	
	0,5%	1,5%	7,1%	14,5%	23,1%	23,8%	16,2%	8,1%	3,9%	1,0%	2%	0%	100%	

Fonte: Dados do estudo

Verificou-se que, nas voluntárias que possuem o comprimento do pé esquerdo de acordo com os parâmetros de comprimento do número 35 (226,8 a 233,3 mm), o número de calce informado variou em quatro numerações diferentes (34, 35, 36 e 37). Nas voluntárias que possuem o comprimento do pé esquerdo de acordo com os parâmetros de comprimento do número 36 (233,4 a 240,0 mm), o número de calce informado variou em quatro numerações diferentes (35, 36, 37 e 38). Nas voluntárias que possuem o comprimento do pé esquerdo de acordo com os parâmetros de comprimento do número 37 (240,1 a 246,7 mm), o número de calce informado variou em cinco numerações diferentes (35, 36, 37, 38 e 39). Nas voluntárias que possuem o comprimento do pé esquerdo de acordo com os parâmetros de comprimento do número 38 (246,8 a 253,3 mm), o número de calce informado variou em quatro numerações diferentes (36, 37, 38 e 39).

#### 4.3.2 Relação entre perímetro dos metatarsos e número de calce ordenado por parâmetros de comprimento

Em valores absolutos na escala decimal, este estudo encontrou, já diminuída a espessura da meia, média de  $229,4 \pm 11,5$  mm no perímetro dos metatarsos do pé esquerdo. Já para o pé direito ficou em  $230,1 \pm 11,4$  mm. Verificou-se que estas médias foram um pouco inferiores ao trabalho de Manfio (2001) que apresenta a média do perímetro dos metatarsos para o pé esquerdo em  $235,0 \pm 12,2$  mm e para o pé direito em  $234,5 \pm 12,2$  mm. As diferenças se explicam pelos diferentes métodos de medição. Enquanto que este estudo utilizou a medição direta via *software*, Manfio (2001) utilizou a fita métrica e a espessura da mesma, associada ao modo de mensurar perímetros, provoca uma medida maior.

Para verificar a relação entre as variáveis número de calce e perímetro, foi realizado o cruzamento do número de calce informado com o perímetro agregado em faixas, sendo mantidos intervalos já citados conforme os parâmetros do ponto francês para perímetro (5 mm ou 1/4 de 20 mm).

A análise dos resultados dos perímetros encontrados está focada na relação com os números de calce ordenados pelo comprimento, ou seja, qual é a variação de perímetros encontrada para os números de calce mais frequentes. Após essa primeira análise, buscou-se identificar a variação de perímetros necessária para corresponder a um determinado percentual de números de calce ordenados pelo comprimento.

##### 4.3.2.1 Distribuição do perímetro dos metatarsos em relação ao número de calce do pé direito ordenado por parâmetros de comprimento

A tabela 44 mostra uma tabulação cruzada que permitiu fazer a relação entre o perímetro dos metatarsos e o número de calce do pé direito ordenado segundo progressão do ponto francês e informações da norma ABNT NBR 15159:2008. No cruzamento entre as variáveis notou-se que existe grande variação no perímetro do pé em relação aos intervalos de comprimento (número de calce). A concentração do número de calce ordenado pelo comprimento no pé direito ocorreu nas numerações

intermediárias 35, 36, 37 e 38, somando 77,9 % da amostra. A maior concentração para o pé direito ocorreu entre os intervalos de 210,1 mm a 250 mm, somando 92,3 % da amostra.

A maior concentração da amostra do número de calce ordenado pelo comprimento ficou na numeração 36 (233,4 a 240,0 mm), representando 23,3 %. Neste intervalo, o perímetro varia de 205,1 mm a 255 mm, apresentando uma variação significativa de 50 mm. A maior concentração ocorre no intervalo de perímetro que vai de 220,1 mm a 240 mm, representando 81,0 % da amostra do pé esquerdo de numeração 36.

No intervalo de número de calce ordenado pelo comprimento que corresponde à numeração 35 (226,8 a 233,3 mm), o perímetro varia de 200,1 mm a 245 mm, apresentando uma variação significativa de 45 mm. A maior concentração ocorre no intervalo de perímetro que vai de 210,1 mm a 235 mm, representando 81,8% da amostra do pé esquerdo de numeração 35.

No intervalo de número de calce ordenado pelo comprimento que corresponde à numeração 37 (240,1 a 246,7 mm), o perímetro varia de 205,1 mm a 255 mm, apresentando uma variação significativa de 50 mm. A maior concentração ocorre no intervalo de perímetro que vai de 225,1 mm a 245 mm, representando 77,5% da amostra do pé esquerdo de numeração 37.

No intervalo de número de calce ordenado pelo comprimento que corresponde à numeração 38 (246,8 a 253,3 mm), o perímetro varia de 220,1 mm a 260 mm, apresentando uma variação significativa de 40 mm. A maior concentração ocorre no intervalo de perímetro que vai de 230,1 mm a 250 mm, representando 76,1% da amostra do pé esquerdo de numeração 38.

As medidas de perímetros bem variadas com relação ao comprimento denotam a necessidade da oferta de perfis diferenciados de perímetros de formas para comprimentos iguais. Manfio (2001, p. 84) observa que “a oferta de perfis diferenciados proporciona um calce mais apropriado e uma abrangência maior da população que calça o mesmo número”. De acordo com os resultados encontrados para o pé direito, se forem considerados cinco intervalos diferentes de perímetro para números de calce mais frequentes (35, 36, 37 e 38), será possível abranger um patamar máximo de 87,4 % de cobertura das voluntárias cujo comprimento de pé pertence a estes intervalos.

Tabela 44: Distribuição da amostra do pé direito cruzando número de calce ordenado e perímetro dos metatarsos

		Escala do perímetro dos metatarsos do pé direito (mm)														
		200,1 a 205,0	205,1 a 210,0	210,1 a 215,0	215,1 a 220,0	220,1 a 225,0	225,1 a 230,0	230,1 a 235,0	235,1 a 240,0	240,1 a 245,0	245,1 a 250,0	250,1 a 255,0	255,1 a 260,0	260,1 a 265,0	270,1 a 275,0	Total
Número de calce do pé direito ordenado por comprimento	32	1 25,0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 1,3%	0 0%	2 0,5%						
	33	1 25,0%	1 25,0%	2 10,5%	5 16,7%	0 0%	3 4,8%	0 0%	12 2,9%							
	34	1 25,0%	1 25,0%	2 10,5%	7 23,3%	5 9,6%	2 3,2%	2 2,6%	5 7,1%	2 5,4%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	27 6,6%
	35	1 25,0%	0 0%	9 47,4%	11 36,7%	11 21,2%	12 19,4%	11 14,1%	6 8,6%	5 13,5%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	66 16,2%
	36	0 0%	1 25,0%	4 21,1%	6 20,0%	20 38,5%	18 29,0%	21 26,9%	18 25,7%	5 13,5%	1 3,6%	1 8,3%	0 0%	0 0%	0 0%	95 23,3%
	37	0 0%	1 25,0%	2 10,5%	1 3,3%	8 15,4%	18 29,0%	22 28,2%	18 25,7%	11 29,7%	6 21,4%	2 16,7%	0 0%	0 0%	0 0%	89 21,9%
	38	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	5 9,6%	7 11,3%	14 17,9%	16 22,9%	11 29,7%	10 35,7%	3 25,0%	1 16,7%	0 0%	0 0%	67 16,5%
	39	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	3 5,8%	2 3,2%	6 7,7%	7 10,0%	2 5,4%	5 17,9%	1 8,3%	4 66,7%	2 66,7%	1 50,0%	33 8,1%
	40	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 1,3%	0 0%	0 0%	4 14,3%	5 41,7%	0 0%	1 33,3%	1 50,0%	12 2,9%
	41	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 2,7%	1 3,6%	0 0%	1 16,7%	0 0%	0 0%	3 0,7%
42	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 3,6%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 0,2%	
Total		4 100%	4 100%	19 100%	30 100%	52 100%	62 100%	78 100%	70 100%	37 100%	28 100%	12 100%	6 100%	3 100%	2 100%	407 100%

Fonte: Dados do estudo

#### 4.3.2.2 Distribuição do perímetro dos metatarsos em relação ao número de calce do pé esquerdo ordenado por parâmetros de comprimento

A tabela 45 mostra uma tabulação cruzada que permitiu fazer a relação entre o perímetro dos metatarsos e o número de calce do pé esquerdo ordenados segundo progressão do ponto francês e informações da norma ABNT NBR 15159:2008. No cruzamento entre as variáveis notou-se que existe grande variação no perímetro do pé em relação aos intervalos de comprimento (número de calce). A concentração do número de calce ordenado do pé esquerdo ocorreu nas numerações intermediárias 35, 36, 37 e 38, somando 77,6 % da amostra. A maior concentração para o perímetro do pé esquerdo ocorreu entre os intervalos de 210,1 mm a 250 mm, somando 91,6 % da amostra.

A maior concentração da amostra do número de calce ordenado pelo comprimento ficou na numeração 37 (240,1 mm a 246,7 mm), representando 23,8%. Neste intervalo, o perímetro varia de 210,1 mm a 265 mm, apresentando uma variação significativa de 55 mm. A maior concentração ocorre no intervalo de perímetro que vai de 225,1 mm a 240 mm, representando 62,9 % da amostra do pé esquerdo de numeração 37.

No intervalo de número de calce ordenado pelo comprimento que corresponde à numeração 35 (226,8 a 233,3 mm), o perímetro varia de 200,1 mm a 245 mm, apresentando uma variação significativa de 45 mm. Praticamente inexistente maior concentração da amostra, pois ela abrange o intervalo de perímetro que vai de 210,1 mm a 240 mm, representando 91,5 % da amostra do pé esquerdo de numeração 35.

No intervalo de número de calce ordenado pelo comprimento que corresponde à numeração 36 (233,4 a 240,0 mm), o perímetro varia de 205,1 mm a 255 mm, apresentando uma variação significativa de 50 mm. A maior concentração ocorre no intervalo de perímetro que vai de 220,1 mm a 235 mm, representando 68,1% da amostra do pé esquerdo de numeração 36.

No intervalo de número de calce ordenado pelo comprimento que corresponde à numeração 38 (246,8 a 253,3 mm), o perímetro varia de 215,1 mm a 260 mm, apresentando uma variação significativa de 45 mm. A maior concentração

ocorre no intervalo de perímetro que vai de 230,1 mm a 245 mm, representando 62,1% da amostra do pé esquerdo de numeração 38.

Também no caso do pé esquerdo, as medidas de perímetros bem variadas com relação ao comprimento denotam a necessidade da oferta de perfis diferenciados de perímetros de formas para comprimentos iguais. De acordo com os resultados encontrados, se forem considerados cinco intervalos diferentes de perímetro para números de calce mais frequentes (35, 36, 37 e 38), será possível abranger um patamar máximo de 88,3 % de cobertura das voluntárias cujo comprimento de pé pertence a estes intervalos.

Tabela 45: Distribuição da amostra do pé esquerdo cruzando número de calce ordenado e perímetro dos metatarsos

		Escala do perímetro dos metatarsos do pé esquerdo (mm)														
		200,1 a 205,0	205,1 a 210,0	210,1 a 215,0	215,1 a 220,0	220,1 a 225,0	225,1 a 230,0	230,1 a 235,0	235,1 a 240,0	240,1 a 245,0	245,1 a 250,0	250,1 a 255,0	255,1 a 260,0	260,1 a 265,0	270,1 a 275,0	Total
Número de calce pé esquerdo ordenado por comprimento	32	1 25,0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 25,0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	2 0,5%
	33	1 25,0%	1 14,3%	0 0%	3 10,3%	1 2,0%	0 0%	6 1,5%								
	34	1 25,0%	2 28,6%	6 27,3%	4 13,8%	3 6,0%	4 5,3%	3 4,2%	4 6,0%	1 20,7%	1 4,8%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	29 7,1%
	35	1 25,0%	1 14,3%	10 45,5%	8 27,6%	8 16,0%	10 13,2%	8 11,3%	10 14,9%	3 8,1%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	59 14,5%
	36	0 0%	3 42,9%	2 9,1%	9 31,0%	19 38,0%	26 34,2%	19 26,8%	10 14,9%	5 13,5%	0 0%	1 7,7%	0 0%	0 0%	0 0%	94 23,1%
	37	0 0%	0 0%	4 18,2%	3 10,3%	11 22,0%	23 30,3%	21 29,6%	17 25,4%	10 27,0%	5 23,8%	2 15,4%	0 0%	1 25,0%	0 0%	97 23,8%
	38	0 0%	0 0%	0 0%	2 6,9%	5 10,0%	8 10,5%	14 19,7%	16 23,9%	11 29,7%	6 28,6%	3 23,1%	1 20,0%	0 0%	0 0%	66 16,2%
	39	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	3 6,0%	4 5,3%	4 5,6%	6 9,0%	7 18,9%	3 14,3%	2 15,4%	2 40,0%	1 25,0%	1 100%	33 8,1%
	40	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 1,3%	2 2,8%	2 3,0%	0 0%	4 19,0%	3 23,1%	2 4,0%	2 50,0%	0 0%	16 3,9%
	41	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 1,5%	0 0%	1 4,8%	2 15,4%	0 0%	0 0%	0 0%	4 1,0%
	42	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 4,8%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 0,2%
Total		4 100%	7 100%	22 100%	29 100%	50 100%	76 100%	71 100%	67 100%	37 100%	21 100%	13 100%	5 100%	4 100%	1 100%	407 100%

Fonte: Dados do estudo

### 4.3.3 Análises pareadas de variáveis antropométricas dos pés

As medidas usadas nas análises seguintes são dependentes, pois levam em consideração medidas tomadas no mesmo sujeito. Considerando a estrutura dos dados foi aplicado o teste T Pareado para testar a hipótese das diferenças entre médias em amostras dependentes. Considerando que nas análises realizadas encontrou-se p-valor  $<0,01$ , os resultados das diferenças encontradas se revelaram estatisticamente significantes, implicando que os mesmos podem ser considerados para a população do estudo.

#### 4.3.3.1 Assimetria entre pé direito e esquerdo

Os resultados encontrados na pesquisa denotam diferenças de tamanhos entre o pé direito e o esquerdo. Como as medidas principais de um sistema de medidas para formas e calçados tratam do comprimento total e do perímetro, as tabelas 46 e 47 demonstram a assimetria dos pés nessas duas principais medidas.

De acordo com os resultados encontrados, percebe-se que o número de pés com comprimento máximo maior é inversamente proporcional ao número de pés com perímetro de metatarsos maior. Aproximadamente 96 % das voluntárias que apresentam o pé esquerdo menor do que o pé direito no comprimento, apresentam o pé esquerdo maior do que o direito no perímetro dos metatarsos, e vice-versa.

Tabela 46: Assimetria entre pé direito e esquerdo no comprimento máximo

Variável	Comprimento máximo do pé	Diferença mínima	Diferença máxima	Diferença média
Pés iguais	5	-	-	-
Pé esquerdo < pé direito	150	0,1 mm	7,5 mm	2,15 mm
Pé esquerdo > pé direito	252	0,1 mm	12,6 mm	2,24 mm
Total	407 voluntárias			

Fonte: Dados do estudo

Tabela 47: Assimetria entre pé direito e esquerdo no perímetro dos metatarsos

Variável	Perímetro dos metatarsos	Diferença mínima	Diferença máxima	Diferença média
Pés iguais	4	-	-	-
Pé esquerdo < pé direito	244	0,1 mm	10,2 mm	2,80 mm
Pé esquerdo > pé direito	159	0,1 mm	11,8 mm	2,45 mm
Total	407 voluntárias			

Fonte: Dados do estudo

#### 4.3.3.2 Influência da altura do salto em determinadas variáveis antropométricas

Visualmente, a alteração morfológica do formato do pé num posicionamento diferente em função de altura de salto é mais percebida na zona de flexão do pé (região metatarso falangeana) e na região posterior do pé onde ele se articula para se acomodar à posição em altura de salto (região da entrada do pé). Assim, para verificar a influência da altura do salto na antropometria do pé foram analisados os perímetros das variáveis metatarsos, retenção e peito do pé, além da variável entrada do pé, fazendo um comparativo de suas medidas com o pé na posição sem salto e nas posições de salto propostas por este estudo (15 mm, 50 mm e 85 mm).

##### 4.3.3.2.1 Análise dos perímetros das variáveis metatarsos, retenção e peito do pé em função da altura de salto

A tabela 48 apresenta um demonstrativo das medidas dos perímetros das variáveis metatarsos, retenção e peito do pé; e do nível de diferenças encontrado entre elas. Para as medidas de altura e largura de todos os perímetros das variáveis citadas, perceberam-se que existem diferenças, respectivamente, a maior para a altura e a menor para a largura. Estas diferenças devem-se ao fato de que, à medida que o pé se eleva em função do salto, vai perdendo o contato inferior da planta do

pé com o plano, e isso provoca a formação de um contorno com maior altura e menor largura. Neste sentido, devido a esta transformação do pé em altura e largura, é mais importante avaliar a medida de todo o perímetro, uma vez que representa todo o contorno da variável.

Verifica-se que, à medida que aumenta a altura do salto, os perímetros das variáveis metatarsos, retenção e peito do pé não sofrem alterações significativas em sua medida. Assim, as diferenças encontradas para os perímetros das variáveis citadas entre o pé na posição sem salto e nas demais alturas de salto não são consideradas significativas para o desenvolvimento de formas com diferentes alturas de salto.

Tabela 48: Medidas dos perímetros das variáveis metatarsos, retenção e peito do pé em diferentes alturas de salto

Altura de salto	Variável metatarso perímetro		Variável retenção perímetro		Variável peito do pé perímetro	
zero	direito	232,1	direito	226,5	direito	234,5
	esquerdo	231,4	esquerdo	226,0	esquerdo	234,2
	média	231,7	média	226,3	média	234,4
salto 15 mm	direito	230,7	direito	226,0	direito	233,4
	esquerdo	229,9	esquerdo	225,5	esquerdo	233,1
	média	230,3	média	226,3	média	233,3
Diferença salto 15 e zero		-1,4 mm		0,0 mm		-1,0 mm
salto 50 mm	direito	230,0	direito	225,6	direito	234,1
	esquerdo	229,2	esquerdo	224,9	esquerdo	233,9
	média	229,6	média	225,3	média	234,0
Diferença salto 50 e zero		-1,0 mm		-1,0 mm		-0,4 mm
Salto 85 mm	direito	232,9	direito	227,3	direito	235,7
	esquerdo	231,8	esquerdo	226,5	esquerdo	235,6
	média	232,3	média	226,9	média	235,7
Diferença salto 85 e zero		0,6 mm		0,6 mm		1,3 mm
Total: 407 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

#### 4.3.3.2.2 Análise da variável entrada do pé em função da altura de salto

A tabela 49 apresenta um demonstrativo das medidas da variável entrada do pé (altura, largura e perímetro) e do nível de diferenças encontrado entre elas. De acordo com os resultados encontrados, percebe-se que há diferenças significativas nestas medidas, as quais devem ser consideradas no desenvolvimento de formas. A variável perímetro é a de maior importância e as variáveis altura e largura podem ser consideradas secundárias. Altura e largura podem ser alteradas, mas o resultado final deve ser um perímetro de entrada do pé de acordo com os resultados apresentados. Verifica-se que, à medida que aumenta a altura do salto o perímetro da entrada do pé diminui, concordando com sua acomodação articular.

Tabela 49: Medidas da variável entrada do pé em diferentes alturas de salto

Altura de salto	Variável entrada do pé altura		Variável entrada do pé largura		Variável entrada do pé perímetro	
zero	direito	123,0	direito	65,4	direito	310,9
	esquerdo	122,9	esquerdo	66,5	esquerdo	311,7
	média	123,0	média	66,0	média	311,3
salto 15 mm	direito	122,5	direito	65,2	direito	310,5
	esquerdo	122,4	esquerdo	66,1	esquerdo	311,1
	média	122,5	média	65,7	média	310,8
Diferença salto 15 e zero		-0,5 mm		-0,3 mm		-0,5 mm
salto 50 mm	direito	120,8	direito	64,2	direito	306,6
	esquerdo	120,8	esquerdo	64,5	esquerdo	307,3
	média	120,8	média	64,4	média	307,0
Diferença salto 50 e zero		-2,2 mm		-1,6 mm		-4,3 mm
salto 85 mm	direito	118,8	direito	65,6	direito	304,8
	esquerdo	118,8	esquerdo	65,3	esquerdo	305,3
	média	118,8	média	65,5	média	305,0
Diferença salto 85 e zero		-4,2 mm		-0,5 mm		-6,3 mm
Total: 407 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

Com base nos resultados das diferenças das medidas de entrada do pé entre as alturas de salto, a tabela 50 traz índices organizados das diferenças para a medida de perímetro da entrada do pé em função do aumento da altura do salto.

Tabela 50 Diferenças do perímetro da entrada do pé em função da altura de salto

Grupo	Grupo 00				Grupo 01				Grupo 02				Grupo 03									
Altura de salto	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	1	1	1
Índice de ajuste	zero				-1 a 3 mm				-4 a 5 mm				-6 a 7 mm									
Unidade de medida: mm																						

Fonte: Dados do estudo

#### 4.3.3.2.3 Análise da variável altura dos dedos em função da altura de salto

A tabela 51 apresenta um demonstrativo das medidas da variável altura dos dedos e do nível de diferenças encontrado entre elas. Verifica-se que, à medida que aumenta a altura do salto, os resultados encontrados não sofrem alterações significativas em sua medida. Assim, as diferenças encontradas para a variável altura dos dedos entre o pé na posição sem salto e nas demais alturas de salto não são consideradas significativas para o desenvolvimento de formas com diferentes alturas de salto.

Tabela 51: Medidas da variável altura dos dedos em diferentes alturas de salto

Altura dos dedos no salto zero			Variável altura dos dedos no salto 15 mm		
direito	19,7		direito	19,6	diferença salto
esquerdo	19,5		esquerdo	19,5	15 e zero:
média	19,6		média	19,5	0,1 mm
Altura dos dedos no salto 50 mm			Altura dos dedos no salto 85 mm		
direito	19,5	diferença salto	direito	19,5	diferença salto
esquerdo	19,2	50 e zero:	esquerdo	19,4	85 e zero:
média	19,3	-0,3 mm	média	19,4	-0,2 mm
Total: 407 voluntárias / Unidade de medida: mm					

Fonte: Dados do estudo

#### 4.3.3.2.4 Análise da variável tornozelo em função da altura de salto

A tabela 52 apresenta um demonstrativo das medidas da variável tornozelo (altura, largura e perímetro) e do nível de diferenças encontrado entre elas. Verifica-se que, à medida que aumenta a altura do salto, os resultados encontrados não sofrem alterações significativas em sua medida. Assim, as diferenças encontradas para a variável tornozelo entre o pé na posição sem salto e nas demais alturas de salto não são consideradas significativas para o desenvolvimento de formas com diferentes alturas de salto.

Tabela 52: Medidas da variável tornozelo em diferentes alturas de salto

Altura de salto	Variável tornozelo comprimento		Variável tornozelo largura		Variável tornozelo perímetro	
zero	direito	60,3	direito	79,4	direito	222,4
	esquerdo	60,5	esquerdo	79,8	esquerdo	223,4
	média	60,4	média	79,6	média	222,9
salto 15 mm	direito	60,1	direito	80,0	direito	222,9
	esquerdo	60,3	esquerdo	80,4	esquerdo	223,9
	média	60,2	média	80,2	média	223,4
Diferença salto 15 e zero		-0,2 mm		0,6 mm		0,5 mm
salto 50 mm	direito	60,5	direito	79,9	direito	223,7
	esquerdo	60,7	esquerdo	80,3	esquerdo	224,6
	média	60,6	média	80,1	média	224,1
Diferença salto 50 e zero		0,2 mm		0,5 mm		1,2 mm
salto 85 mm	direito	61,9	direito	78,7	direito	224,1
	esquerdo	62,1	esquerdo	78,9	esquerdo	225,0
	média	62,0	média	78,8	média	224,5
Diferença salto 85 e zero		1,6 mm		-0,8 mm		1,6 mm
Total: 407 voluntárias / Unidade de medida: mm						

Fonte: Dados do estudo

#### 4.3.3.3 Diferença entre as variáveis metatarsos e perímetro

Conforme as figuras 79 e 80, identifica-se no meio industrial uma interpretação duvidosa dos valores de perímetros medidos no pé, na região metatarso falangeana, e sua aplicação sobre o desenvolvimento de formas. As variáveis propostas neste estudo são semelhantes, porém medidas em duas posições diferentes no pé, uma conforme procedimento de medida do perímetro sobre o pé, na região metatarso falangeana, e outra conforme procedimento usado pelos fabricantes de formas para medir o perímetro sobre a forma.

Conforme abordado anteriormente, a medida sobre o pé é realizada tomando-se por base a proeminência das cabeças do 1º e 5º metatarsos. Já sobre a forma, essa medida é transportada tomando-se por base a proeminência externa que corresponde ao 5º metatarso, mas, a partir disso, o segmento de medição segue em 90º com o eixo de torneamento da forma; ou seja, o eixo central da palmilha ou pé e não passa pela proeminência do 1º metatarso. O instrumento utilizado para medir formas é a fita métrica, e para que fique bem acomodada sobre a forma, ela é posicionada dessa maneira.

É prática no setor industrial calçadista estabelecer uma relação direta entre estas duas medidas, ou seja, medir o pé na região dos metatarsos e usar esta referência para o perímetro da forma, mesmo que se use valor a maior para ter calce mais folgado ou a menor para ter calce mais apertado. Conforme os resultados da tabela 53, percebe-se uma diferença de 5,1 mm entre o perímetro medido de acordo com a definição deste estudo para a variável metatarsos e o perímetro medido de acordo com a definição deste estudo para a variável perímetro. Já nos resultados das medidas feitas nas posições de alturas de salto 15, 50 e 85 mm, respectivamente, percebe-se uma diferença de 4,3 mm, 4,0 mm e 4,1 mm entre as variáveis medidas.

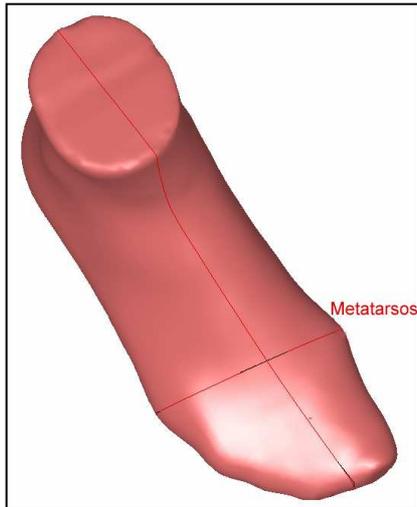


Figura 79: Perímetro medido no pé  
Fonte: Do Autor

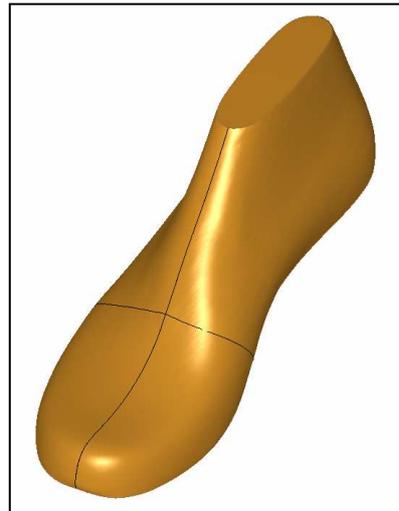


Figura 80: Perímetro medido na forma  
Fonte: Do Autor

Tabela 53: Comparativo entre medidas das variáveis metatarsos e perímetro

Altura de salto		Metatarsos		Perímetro	Diferença média
Salto zero	direito	232,1	direito	226,9	5,1 mm
	esquerdo	231,4	esquerdo	226,2	
	média	231,7	média	226,6	
Salto 15 mm	direito	230,7	direito	226,4	4,3 mm
	esquerdo	229,9	esquerdo	225,7	
	média	230,3	média	226,0	
Salto 50 mm	direito	230,0	direito	226,1	4,0 mm
	esquerdo	229,2	esquerdo	225,2	
	média	229,6	média	225,6	
Salto 85 mm	direito	232,9	direito	228,8	4,1 mm
	esquerdo	231,8	esquerdo	227,7	
	média	232,3	média	228,2	

Total: 407 voluntárias / Unidade de medida: mm

Fonte: Dados do estudo

#### 4.4 Cruzamento de características demográficas com dados antropométricos

O objetivo principal do levantamento sobre características demográficas através da aplicação da ficha de entrevista anamnese foi identificar o perfil da amostra utilizada no estudo. Além disso, foram realizados alguns cruzamentos de informações destas características demográficas como os dados antropométricos considerados mais relevantes no estudo, quais sejam, as medidas de comprimento e perímetro dos metatarsos dos pés. Para os cruzamentos de dados apresentados a seguir, foi utilizada a análise de variância por um critério de classificação (*One Way ANOVA*).

##### 4.4.1 Cruzamento da classificação do IMC com perímetro dos metatarsos

A tabela 54, adaptada da Organização Mundial da Saúde (WHO - World Health Organization), traz um ordenamento comumente utilizado para classificar baixo peso, peso elevado e obesidade em pessoas adultas. A classificação vai de desnutrição grau III até obesidade grau III de acordo com o IMC de cada pessoa, obtido pela relação de peso e altura.

Tabela 54: Classificação do IMC segundo Organização Mundial da Saúde

Classificação	Índice de Massa Corporal
Desnutrição grau III	< 16kg/m <sup>2</sup>
Desnutrição grau II	16 a 16,9kg/m <sup>2</sup>
Desnutrição grau I	17 a 18,4kg/m <sup>2</sup>
Normalidade	18,5 a 24,9kg/m <sup>2</sup>
Pré-obeso	25 a 29,9kg/m <sup>2</sup>
Obesidade grau I	30 a 34,9kg/m <sup>2</sup>
Obesidade grau II	35 a 40kg/m <sup>2</sup>
Obesidade grau III	> 40kg/m <sup>2</sup>

Fonte: Adaptado de World Health Organization, 2006

Com base nesta classificação realizou-se um comparativo com as medidas da variável perímetro dos metatarsos. A tabela 55 apresenta dados que demonstram que o aumento de peso possui relação considerável com o aumento da medida do perímetro dos metatarsos.

Tabela 55: Comparativo do IMC com o perímetro dos metatarsos

Classificação do IMC	Número de voluntárias	Perímetro médio pé esquerdo	Perímetro médio pé direito	Média entre pé direito e esquerdo
Desnutrição grau II	4	212,800	214,425	213,6
Desnutrição grau I	19	224,653	225,095	224,9
Normalidade	310	230,293	231,051	230,7
Pré-obeso	58	237,197	237,881	237,5
Obesidade grau I	13	244,569	245,208	244,9
Obesidade grau II	2	241,100	241,250	241,2
Dados não informados	1			
Total 407 voluntárias / Unidade de medida: mm				

Fonte: Dados do estudo

#### 4.4.2 Cruzamento da classificação do IMC com o comprimento dos pés

Com base na classificação já indicada na tabela 54 realizou-se também um comparativo com as medidas do comprimento dos pés. A tabela 56 apresenta dados que demonstram que o aumento de peso não influencia de modo considerável para alterar a medida do comprimento dos pés.

Tabela 56: Comparativo do IMC com o comprimento dos pés

Classificação do IMC	Número de voluntárias	Comprimento pé esquerdo	Comprimento pé direito	Média entre pé direito e esquerdo
Desnutrição grau II	4	231,975	230,575	231,3
Desnutrição grau I	19	242,358	241,753	242,0
Normalidade	310	240,836	240,244	240,5
Pré-obeso	58	241,845	241,490	241,7
Obesidade grau I	13	244,285	243,900	244,1
Obesidade grau II	2	245,200	241,400	243,3
Dados não informados	1			
Total 407 voluntárias / Unidade de medida: mm				

Fonte: Dados do estudo

#### 4.4.3 Cruzamento da classificação da idade com o perímetro dos metatarsos

Para esta análise foi realizada uma classificação por faixas de idade. Com base nisto realizou-se um comparativo com as medidas da variável perímetro dos metatarsos. A tabela 57 apresenta dados que demonstram que o aumento da idade possui relação considerável com o aumento da medida do perímetro dos metatarsos.

Tabela 57: Comparativo da idade com o perímetro dos metatarsos

Classificação da idade	Número de voluntárias	Perímetro médio pé esquerdo	Perímetro médio pé direito	Média entre pé direito e esquerdo
16 a 25 anos	228	228,561	229,374	229,0
26 a 35 anos	105	232,935	233,805	233,4
36 a 45 anos	57	237,782	237,756	237,8
46 a 55 anos	16	237,431	238,544	238,0
Dados não informados	1			
Total 407 voluntárias / Unidade de medida: mm				

Fonte: Dados do estudo

#### 4.4.4 Cruzamento da classificação da idade com o comprimento dos pés

Ainda com base na mesma classificação realizou-se um comparativo com as medidas da variável comprimento dos pés. A tabela 58 apresenta dados que demonstram que o aumento da idade não influencia de modo considerável para alterar a medida do perímetro dos metatarsos.

Tabela 58: Comparativo da idade com o comprimento dos pés

Classificação da idade	Número de voluntárias	Comprimento pé esquerdo	Comprimento pé direito	Média entre pé direito e esquerdo
16 a 25 anos	228	241,040	240,321	240,7
26 a 35 anos	105	241,161	240,668	240,9
36 a 45 anos	57	240,735	240,302	240,5
46 a 55 anos	16	242,481	242,613	242,5
Dados não informados	1			
Total 407 voluntárias / Unidade de medida: mm				

Fonte: Dados do estudo

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo organizou e validou uma sistemática que se mostrou consistente para a mensuração antropométrica do pé humano. Apresentou dados relativos às variáveis antropométricas dos pés femininos de um experimento com 407 brasileiras adultas entre 16 e 55 anos, trazendo análises sobre os resultados encontrados que subsidiam o trabalho de designers de calçados, bem como de formas e outros componentes para calçados. A partir dessas análises, relatam-se as seguintes considerações finais:

- O pé humano é uma estrutura bastante complexa. Foi evidenciada uma significativa variabilidade entre as medidas antropométricas dos pés femininos de brasileiras adultas que participaram deste estudo, instigando a análise pormenorizada de cada variável no intuito de buscar dados sempre atualizados.
- A sistemática utilizada para a mensuração do pé baseada num processo digital totalmente informatizado mostrou-se prática e precisa. É um avanço com relação a pesquisas precedentes, onde os estudos estiveram mais suscetíveis a erros devido à interferência humana no processo de coleta de dados. Manfio (2001), ao utilizar fita métrica para mensurar perímetros do pé observa que este tipo de método de medição direta pode trazer erros de leitura por parte do operador, principalmente em função da pressão exercida sobre o tecido epidérmico do pé. Para minimizar estes erros, a autora optou por repetir a medição de perímetros por 3 vezes para utilizar o valor intermediário como registro de variável.
- O escaneador de pés (foot scanner), componente principal do Sistema Infoot® mostrou-se uma ferramenta adequada para a digitalização do pé humano. Mesmo que o pé humano seja um elemento complexo, ele não possui arestas, o que não traz bons resultados à digitalização. A configuração do escaneador não traz bons resultados no escaneamento de peças que apresentam quinas na sua constituição.

- Quando foi analisado o número de calce informado pela voluntária, 86,5 % da amostra ficaram concentradas nas numerações intermediárias 35, 36, 37 e 38. A numeração de maior concentração foi 37, com 27,8% dos casos.
- Quando comparada a numeração de calce informada pela voluntária com a numeração de calce ordenada por parâmetro de comprimento conforme progressão do ponto francês e norma ABNT NBR 15159:2008, a concentração nas numerações centrais se manteve, porém diminuiu para 77,9 % da amostra no pé direito e 77,6 % da amostra no pé esquerdo. Nessas numerações de maior concentração constatou-se que cada número ordenado por comprimento corresponde, em média, a uma amplitude de quatro numerações diferentes informadas na anamnese. Considerando média entre pé direito e esquerdo, 44,4 % das voluntárias usa numeração correspondente ao comprimento do pé, 23,0 % usa numerações abaixo e 32,6 % usa numerações acima do comprimento do pé. Esta característica demonstra que são utilizados calçados que não correspondem ao comprimento dos pés na busca de uma melhor adequação do volume do pé (perímetro) ao calçado.
- Foi identificada grande variabilidade no perímetro dos metatarsos em comparação com o comprimento do pé. Nas numerações de calce ordenadas por parâmetro de comprimento de maior concentração de casos (35, 36, 37 e 38) constatou-se uma diferença de 60 mm (200,1 mm a 260 mm) entre os perímetros dos metatarsos, tanto no pé direito como no pé esquerdo. Se for considerada a maior concentração de perímetros dos metatarsos nas numerações 35, 36, 37 e 38, a diferença diminui para 40 mm (210,1 mm a 250 mm), mas ainda permanece bem significativa.
- A variabilidade de medida do perímetro dos metatarsos encontrada na pesquisa ratifica a importância do desenvolvimento e fabricação de calçados com perfis diferenciados de volumes (perímetros). Considerando a numeração de calce ordenada pelo comprimento mais frequente neste estudo (35, 36, 37 e 38), a fabricação de calçados com somente um perfil de perímetro, uma prática atualmente muito difundida no mercado, contempla no máximo 27,6 % da amostra que participou deste estudo. Já se forem utilizados três perfis diferenciados de perímetros, o percentual de

abrangência máxima aumenta para 68,1 % da amostra estudada. E ainda, se forem utilizados cinco perfis diferenciados de perímetros, o percentual máximo sobe para 88,3 % de abrangência máxima da amostra estudada.

- O presente estudo não aponta o meio número no comprimento como solução para melhoria do índice de adaptabilidade dos calçados aos pés por considerar que a solução mais adequada é a adoção de diferentes perímetros para um mesmo comprimento conforme destaca o item anterior. A adoção do meio número poderia ser uma etapa posterior.
- Mesmo que em diferente frequência, o uso de calçado com salto alto foi confirmado por 93,12 % das voluntárias. Com relação à análise das variáveis antropométricas com simuladores de salto, observa-se que, à medida que o pé perde o contato inferior com o plano, tem seu perfil transformado e ocorre um aumento da medida da altura e uma diminuição da largura. Especificamente com relação aos perímetros das variáveis metatarsos, retenção e peito do pé verificou-se que, à medida que a altura do salto aumenta, esta variável não sofre alterações significativas em sua dimensão. O mesmo acontece com a variável altura dos dedos e perímetro do tornozelo. Já com relação à análise da variável entrada do pé em função do uso de diferentes alturas de salto observou-se que as diferenças encontradas são significativas e devem ser consideradas no desenvolvimento de formas para calçados. Quanto mais o pé é elevado em função do uso do salto, menor é a medida do perímetro da entrada do pé.
- Com relação à assimetria entre o pé direito e o pé esquerdo, observou-se que o pé esquerdo é maior no comprimento em 60,22 % dos casos; já o pé direito é maior no perímetro dos metatarsos em 58,5 % dos casos. Assim, no cruzamento dos dados observou-se que o número de pés com comprimento máximo maior é inversamente proporcional ao número de pés com perímetro dos metatarsos maior. Os dados demonstraram que 97,2 % das voluntárias que possuem o pé esquerdo maior que o direito no comprimento têm seu pé direito maior que o pé esquerdo no perímetro dos metatarsos. Da mesma forma, 94,3 % das voluntárias que possuem o pé esquerdo maior que o direito no perímetro dos metatarsos têm seu pé direito maior que o pé esquerdo no comprimento.

- Quando comparadas as medidas da variável metatarsos com as medidas da variável perímetro percebeu-se que existe uma diferença média de 5,2 mm entre as medidas do perímetro destas duas variáveis.
- Ao relacionar características demográficas de IMC e idade com as medidas de perímetro dos metatarsos e comprimento dos pés, observou-se um comportamento diferenciado. À medida que o IMC e a idade aumentam, aumentam também os valores médios encontrados para os perímetros dos metatarsos da amostra geral. Já no caso da variável comprimento dos pés, à medida que o IMC e a idade aumentam, praticamente não há alteração significativa dos valores médios encontrados para os comprimentos dos pés da amostra geral.

### **5.1 Sugestões para trabalhos futuros**

Sugere-se a aplicação da metodologia apresentada neste trabalho para a pesquisa antropométrica de pés da população masculina, ou então, em grupos ainda mais específicos como a terceira idade, crianças etc. Mesmo considerando que o fenômeno da migração tem causado um efeito de mistura étnica em cidades por todo o território brasileiro, também pode ser relevante repetir este estudo com a população feminina de outras Regiões do Brasil.

Seria interessante utilizar os dados apresentados nesta pesquisa e aplicá-los no desenvolvimento de formas e dos calçados a serem produzidos sobre elas, com o intuito de definir quais as transformações necessárias sobre estes dados brutos para a obtenção de um calçado ergonomicamente adequado e confortável.

Outro aspecto possível a aprofundar seria a elaboração de uma análise comparativa dos perfis longitudinais bases que são utilizados no mercado para a fabricação de formas com os perfis longitudinais de pés obtidos a partir de sua digitalização nas diferentes alturas dos simuladores de salto usados neste estudo (15 mm, 50 mm e 85 mm).

Vale ressaltar, ainda, que seria interessante algum estudo com o mesmo grupo de pessoas com uma diferença de tempo determinada (5 anos, por exemplo),

com o objetivo de analisar as transformações ocorridas nos pés em função da idade e de outros fatores. Mesmo considerando que através das análises com o pé estático apresentadas neste trabalho se poderá fazer melhoramentos no sistema de numeração de formas e calçados brasileiros (múltiplos perímetros), também seria interessante um estudo dinâmico do pé com o mesmo grupo de pessoas, buscando atender aos conceitos da biomecânica.

Assim, espera-se que a pesquisa apresentada nesta dissertação possa contribuir com o trabalho de profissionais do mercado, de estudantes e demais interessados e que, através de seu labor, possam surgir novas investigações em benefício da ciência e do bem comum.

## REFERÊNCIAS

ABICALÇADOS. **Histórico das exportações brasileiras de calçados**: período 1990 a 2009. 2010. 14 p. Disponível em: <[http://www.abicalcados.com.br/documentos/resenha\\_estatistica/Historico%20das%20Exportacoes%202010.pdf](http://www.abicalcados.com.br/documentos/resenha_estatistica/Historico%20das%20Exportacoes%202010.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2010.

ADMINISTRADORES: o portal da Administração. **Pesquisa revela perfil do consumidor brasileiro**. 14 ago. 2008. Disponível em: <[http://www.administradores.com.br/noticias/pesquisa\\_revela\\_perfil\\_do\\_consumo\\_brasil/16432/](http://www.administradores.com.br/noticias/pesquisa_revela_perfil_do_consumo_brasil/16432/)>. Acesso em: 07 nov. 2009.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Estudo prospectivo: cadeia coureiro, calçadista e artefatos**. Brasília: ABDI, 2008, 93 p. il.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14834**: Conforto do calçado – requisitos e ensaios. Rio de Janeiro, fev. 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 14835**: Calçados – determinação da massa do calçado. Rio de Janeiro, maio 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR 14836**: Calçados – determinação dinâmica da distribuição da pressão plantar. Rio de Janeiro, fev. 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 14837**: Calçados – determinação da temperatura interna do calçado. Rio de Janeiro, fev. 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 14838**: Calçados – determinação do índice de amortecimento do calçado. Rio de Janeiro, fev. 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 14839**: Calçados – determinação do índice de pronação do calçado. Rio de Janeiro, fev. 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 14840**: Calçados – determinação dos níveis de percepção de calce. Rio de Janeiro, jan. 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 14159**: Calçados – determinação dos diferentes perfis para o mesmo número. Rio de Janeiro, maio 2008.

ÁVILA, Aluísio Otávio Vargas. Avaliação do conforto em calçados. **Tecnicouro**, Novo Hamburgo, RS, v. 22, n. 10, p. 40-43, jan. 2002.

\_\_\_\_\_; et al. Inovação tecnológica na definição do calce. **Tecnicouro**, Novo Hamburgo-RS, v. 29, n. 1, p. 60-62, jan./fev. 2008.

\_\_\_\_\_; et al. Tecnologia no design de calçados confortáveis. **Tecnicouro**, Novo Hamburgo, RS, v. 30, n. 27, p. 72-81, out. 2009.

BATA SHOE MUSEUM FOUNDATION. **Historia del calzado atraves de los siglos**. Toronto, 1994, 64 p. il.

BAXTER, Mike R. **Projeto de produto**: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. 2. ed. rev. São Paulo: Blucher, 2000.

BOEURI, José Jorge. Sob medida: antropometria, projeto e modelagem in: PIRES, Dorotéia Baduy (Org.). **Design de moda**: olhares diversos. Barueri: Estação das Letras e Cores, 2008. p. 346 a 369.

BRINO, Cíntia; ÁVILA, Aluísio Otávio V; SOUZA, Jorge Luiz de. Influência da altura do salto sobre os percentuais do peso corporal aplicados na base de sustentação durante a postura ereta. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA DO CALÇADO, 2. **Revista Brasileira de Biomecânica**, São Paulo, v. 4, suplemento 1, p. 49-54, abr. 2003.

CALLEGARI-JACQUES, Sidia M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Atmed, 2003. 255 p.

CARRASCO, José Maria. **Estilismo e modelagem**: técnica do calçado. Porto Alegre: Pallotti, 1994. 222 p. il.

CENTRO TECNOLÓGICO DO CALÇADO SENAI. **Conforto do pé**. Novo Hamburgo, 1997. 1 CD-ROM.

CHICO RUIZ, Fernando; et al. **Pie y calzado**: diseño biomecánico. Leon-México: Linotipográfica Dávalos Hinos, 2008. 229 p.

FRANÇA, Maria Beatriz Araújo; PINHEIRO, Ana Karla da Silva. **Ergonomia aplicada à anatomia e à fisiologia do trabalhador**. Goiânia: AB, 2006. 192 p. Il.

FUENTE, José Luis Moreno de la. **Podología general y biomecánica**. Barcelona, Espanha: Masson, 2003. 311 p.

GEIB, Fernando Oscar. **Relação dos perímetros dos pés com a forma e o calçado segundo critérios de conforto**. 1999. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Florianópolis, 1999.

GEORGES, Louis. **Introdução à formografometria**. [S.l.]: Delta, 2001. 38 p.

GOMES FILHO, João. **Ergonomia do objeto**: sistema técnico de leitura ergonômica. São Paulo: Escrituras, 2003. 255 p.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

HAMILL, Joseph; KNUTZEN, Kathleen M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. Barueri: Manole, 1999. 532 p.

HARTKOPF, Heinz Hugo; et al. **Manual de tecnologia do calçado**. Novo Hamburgo, CT Calçado SENAI, Abicalçados, 1998. 80 p. il.

HOLT, Terence. Conhecimento do pé, elementos básicos da forma e do calce. **Tecnicouro**, Novo Hamburgo, RS, v. 4, n. 6, p. 17-26, nov./dez. 1982.

IBTEC – INSTITUTO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DO COURO, CALÇADO E ARTEFATOS. **Normas e selo conforto**. [s.d.] Disponível em: <[http://www.ibtec.org.br/site/content/internas/index.php?request=tamp\\_one&group=2&session=Biomecânica&id=43](http://www.ibtec.org.br/site/content/internas/index.php?request=tamp_one&group=2&session=Biomecânica&id=43)>. Acesso em: 27 jul. 2009.

IIDA, Itiro. **Ergonomia**: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 614 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Resultados do censo 2010**. 29 nov. 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1866&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1866&id_pagina=1)>. Acesso em: 29 abr. 2011.

INSTITUTO METHODUS – Pesquisa & Análise de Mercado. **Perfil do consumidor de calçados de Novo Hamburgo**. jul. 2003. 21 p. Disponível em: <<http://www.methodus.srv.br/downloads/perfildoconsumidordecald%C3%A7adosdenovohamburgo.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2009.

I-WARE LABORATORY. **Infoot USB (High Type)**. [s.d.] Disponível em: <[http://www.iwl.jp/main/infoot\\_high.html](http://www.iwl.jp/main/infoot_high.html)>. Acesso em: 3 mar. 2011.

LACERDA, Delfina Falcão. **Medição antropométrica dos pés**. 1984. 389 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Engenharia da Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 1984.

LEE, Yu-Chi; LIN, Gloria; WANG, Mao-Jiun J. Evaluating the Differences among the Four Foot Dimension Measurement Methods. **Recent Researches in Instrumentation, Measurement, Circuits and Systems**. Taiwan, National Tsing Hua University, Department of Industrial Engineering and Engineering Management. [s.d.], p. 51-55. Disponível em: <<http://www.wseas.us/e-library/conferences/2011/Venice/IMCAS/IMCAS-07.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2011. ISBN: 978-960-474-282-0

MACHADO, Deyse Borges. **Estudo de características dinâmicas do caminhar humano, em função do calçado**. 1994. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 1994.

MANFIO, Eliane Fátima. **Estudo de parâmetros antropométricos e biomecânicos do pé humano para a fabricação de calçados segundo critérios de conforto, saúde e segurança**. 1995. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 1995.

\_\_\_\_\_. **Um estudo de parâmetros antropométricos do pé**. 2001. 178 f. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano) - Área Educação Física, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2001.

MONT'ALVÃO, Cláudia; DAMAZIO, Vera (Coord.). **Design, ergonomia e emoção**. Rio de Janeiro: Mauad X, 2008. 127 p.

MONTEIRO, Valéria Alvim. Calçado feminino: ergonomia e design. **Técnicouro**, Novo Hamburgo, RS, v. 21, n. 9, p. 26-30 e 59-61, 2001.

MOTA, Carlos Bolli. **Concepção e implementação de um sistema de medição do pé humano baseado no processamento digital de imagens**. 1999. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 1999.

NÁCHER, B.; ALEMANY, S.; GONZÁLEZ, J. C.; ALCÁNTARA, E. (Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)). GARCÍA-HERNÁNDEZ, J.; HERAS, S.; JUAN, A. (Departamento de Sistemas Informáticos y Computación (DSIC)). A Footwear Fit Classification Model Based on Anthropometric Data. **SAE International**, Espanha, Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), 2005, [não-paginado]. Disponível em: <[http://users.dsic.upv.es/~ajuan/research/2006/Juan06\\_07a.pdf](http://users.dsic.upv.es/~ajuan/research/2006/Juan06_07a.pdf)>. Acesso em: 02 maio 2011. DHM 2006-01-2356

O CONFORTO é prioridade para a maioria dos consumidores. **Tecnicouro**, Novo Hamburgo, RS, v. 29, n. 8, p. 40-44, out. 2008. Em encarte.

O'HARA, Georgina. **Enciclopédia da Moda: de 1840 à década de 80**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. 299 p. il.

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento humano para interiores: um livro de consulta e referência para projetos**. Barcelona: G. Gili, 2002. 320 p.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. **Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos**. 5. ed. México: G. Gili, 2001. 320 p.

PERICE, A. Viladot. **Dez lições de patologia do pé**. São Paulo: Roca, 1986. 202 p.

PINHO, Alexandre. **Estudo da distribuição do peso corporal entre retopé e antepé em blocos simuladores e calçados de salto**. 2005. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano) – Programa de Pós-Graduação do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Florianópolis, 2005.

PIVECKA, Jan; LAURE, Siegfried. **La horma: manual práctico para diseñadores de calzado**. Leon-México: Fundación Jan Pivecka / Centro de Investigación y Asesoría Tecnológica en Cuero y Calzado/CIATEC, 1998. 74 p.

REMESAL, Alberto Ferreras; et al. **Ergonomía y discapacidad**. Valência: Instituto de Biomecânica de Valência, 1999. 213 p. Il.

SANTOS, Ronise Ferreira. **Investigação do Método de Desenvolvimento de Calçados no Pólo Calçadista do Vale do Rio dos Sinos e Paranhana no Estado do Rio Grande do Sul**. 2008. 241 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Engenharia da Produção – PPGEP, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SCHEMES, Claudia; et al. **Memória do setor coureiro-calçadista: pioneiros e empreendedores do Vale do Rio dos Sinos**. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2005. 248 p.

SCHIMDT, Mauri Rubem. **Modelagem técnica de calçados**. 3. ed. rev. e atualiz. Porto Alegre: SENAI-RS, 2005. 398 p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Importância da normalização para o setor calçadista e moveleiro**. Brasília: SENAI/DN, 2008. 64 p.

TAGLIACARNE, Guglielmo. **Pesquisa de Mercado: técnica e prática**. São Paulo: Atlas, 1978. 468 p.

TAMANHOS DE ROUPA VÃO SER PADRONIZADOS. **Jornal Nacional**. São Paulo, Rede Globo, 7 nov. 2009. PROGRAMA DE TV. Disponível em: <<http://jornalnacional.globo.com/Telejornais/JN/0,,MUL1370027-10406,00-TAMANHOS+DE+ROUPA+VAO+SER+PADRONIZADOS.html>>. Acesso em: 7 nov. 2009.

TILLEY, Alvin R.; DREYFUSS, Henry. **As medidas do homem e da mulher: fatores humanos em design**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 104 p. il.

VAN DER LINDEN, Júlio Carlos de Souza. **Ergonomia e Design: prazer, conforto e risco no uso de produtos**. Porto Alegre: Ed.UniRitter, 2007. 160 p.

\_\_\_\_\_. **Um modelo descritivo da percepção de conforto e de risco em calçados femininos**. 2004. 412 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

ZARO, Milton. Ciência, tecnologia e Calçados. **Revista Vega Componentes**, Franca, SP, Tarefa, v. 7, n. 24, p. 22-23, jul.-set. 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) – Global Database on Body Mass Index. **BMI Classification**. 2006. Disponível em: <[http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html)> Acesso em: 29 abr. 2011.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

### TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Para Voluntária

Você está sendo convidada a participar do projeto de pesquisa “ANTROPOMETRIA DO PÉ FEMININO COMO FUNDAMENTO PARA CONFORTO DE CALÇADOS”, que tem como objetivo verificar as medidas antropométricas dos pés femininos adultos entre 16 e 55 anos em diferentes posições de altura de salto. Esse projeto está sendo desenvolvido como dissertação de mestrado pela UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O pesquisador responsável é Elenilton Gerson Berwanger, aluno de Pós-Graduação em Design e Tecnologia e estudo foi aprovado pelo CEP (Comitê de Ética e Pesquisa) da Universidade Feevale. A realização das medições será feita no Centro Tecnológico do Calçado SENAI e na Universidade Feevale. O período de guarda das informações será de 5 anos, ocorrendo a destruição posterior das mesmas.

A coleta de dados será feita no *foot scanner*, um escâner tridimensional de alta tecnologia projetado especialmente para digitalização de pés que não traz nenhum risco ou desconforto. Antes da coleta de dados você receberá informações sobre o projeto e responderá a uma breve entrevista com o intuito de coletar dados relevantes que possam interferir nos resultados do estudo tais como: peso, altura, patologias existentes e/ou pré-existentes, dores, desconfortos em membros inferiores, traumas e fraturas, realização de atividade física e demais itens que se considerar importante e influenciável para cada caso.

A avaliação dos pés será feita da seguinte maneira: você será convidada a sentar-se e permanecer descalça durante cinco minutos com a finalidade de manter a climatização igual para todas as voluntárias participantes. Colocará um par de meia branca e já no equipamento, você colocará o pé direito dentro da leitora do escâner para realização da leitura, sendo que este procedimento se repetirá para a leitura do pé esquerdo. Posteriormente, o procedimento será repetido utilizando-se bases que simularão saltos de 15mm, 50mm e 85 mm. Também o uso do simulador de salto não oferece risco algum a sua

integridade física. Possivelmente poderá ser necessário o uso de um pano preto a ser disposto na parte superior do equipamento de modo a evitar a entrada de luz.

Eu \_\_\_\_\_ concordo livre e espontaneamente em participar do presente estudo como voluntária sabendo que o mesmo manterá privacidade das informações ao meu respeito. Os resultados desse estudo contribuirão para o desenvolvimento de formas e componentes para calçados que por sua vez contribuirão para melhores índices de conforto dos calçados.

Estou ciente que:

1. A desistência do presente estudo não trará nenhum ônus a minha pessoa.
2. Caso eu deseje, poderei tomar esclarecimentos a qualquer momento com o pesquisador responsável.
3. Tenho a liberdade de pedir afastamento dessa pesquisa no momento que eu desejar, sem que isto me traga complicações.
4. A publicação dos dados será de forma anônima, garantindo a privacidade de meus dados.
5. A participação na pesquisa não trará nenhum gasto ou prejuízo de qualquer natureza para mim.
6. Eu me disponho a participar da pesquisa sem nenhum risco ou desconforto, estando ciente que ficarei descalça para a realização do escaneamento.
7. Assino o presente documento em duas vias, ficando uma em meu poder e outra com o pesquisador.



Novo Hamburgo , \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Pesquisador responsável  
 Elenilton Gerson Berwanger  
 elenilton@rs.senai.br  
 tel.: (51) 3524 2565  
 (51) 9905 4917

---

Voluntária

## APÊNDICE B

### TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (para voluntária menor de idade)

A menor pela qual você é responsável está sendo convidada a participar do projeto de pesquisa “ANTROPOMETRIA DO PÉ FEMININO COMO FUNDAMENTO PARA CONFORTO DE CALÇADOS”, que tem como objetivo verificar as medidas antropométricas dos pés femininos adultos entre 16 e 55 anos em diferentes posições de altura de salto. Esse projeto está sendo desenvolvido como dissertação de mestrado pela UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O pesquisador responsável é Elenilton Gerson Berwanger, aluno de Pós-Graduação em Design e Tecnologia e estudo foi aprovado pelo CEP (Comitê de Ética e Pesquisa) da Universidade Feevale. A realização das medições será feita no Centro Tecnológico do Calçado SENAI e na Universidade Feevale. O período de guarda das informações será de 5 anos, ocorrendo a destruição posterior das mesmas.

A coleta de dados será feita no *foot scanner*, um escâner tridimensional de alta tecnologia projetado especialmente para digitalização de pés que não traz nenhum risco ou desconforto. Antes da coleta de dados você receberá informações sobre o projeto e responderá a uma breve entrevista com o intuito de coletar dados relevantes que possam interferir nos resultados do estudo tais como: peso, altura, patologias existentes e/ou pré-existentes, dores, desconfortos em membros inferiores, traumas e fraturas, realização de atividade física e demais itens que se considerar importante e influenciável para cada caso.

A avaliação dos pés será feita da seguinte maneira: a menor será convidada a sentar-se e permanecer descalça durante cinco minutos com a finalidade de manter a climatização igual para todas as voluntárias participantes. Colocará um par de meia branca e já no equipamento, ela colocará o pé direito dentro da leitora do escâner para realização da leitura, sendo que este procedimento se repetirá para a leitura do pé esquerdo. Posteriormente, o procedimento será repetido utilizando-se bases que simularão saltos de 15mm, 50mm e 85 mm. Também o uso do simulador de salto não oferece risco algum à integridade física. Possivelmente poderá ser

necessário o uso de um pano preto a ser disposto na parte superior do equipamento de modo a evitar a entrada de luz.

Eu \_\_\_\_\_, responsável pela menor \_\_\_\_\_, concordo livre e espontaneamente que a mesma participe do presente estudo como voluntária sabendo que o mesmo manterá privacidade das informações ao meu respeito e dela também. Os resultados desse estudo contribuirão para o desenvolvimento de formas e componentes para calçados que por sua vez contribuirão para melhores índices de conforto dos calçados.

Estou ciente que:

1. A desistência do presente estudo não trará nenhum ônus a minha pessoa.
2. Caso eu deseje, poderei tomar esclarecimentos a qualquer momento com o pesquisador responsável.
3. Tenho a liberdade de pedir afastamento desta pesquisa no momento que eu desejar, sem que isto traga complicações a mim ou a menor.
4. A publicação dos dados será de forma anônima, garantindo a privacidade de meus dados e da menor.
5. A participação da pesquisa não trará nenhum gasto ou prejuízo, de qualquer natureza, para mim e para a menor.
6. A menor pela qual sou responsável participará da pesquisa sem nenhum risco ou desconforto, estando ciente que ela ficará descalça para a realização do escaneamento.
7. Assino o presente documento em duas vias, ficando uma em meu poder e outra com o pesquisador.



Novo Hamburgo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

\_\_\_\_\_  
Pesquisador responsável

Elenilton Gerson Berwanger  
elenilton@rs.senai.br  
Tel.: (51) 3524 2565  
(51) 9905 4917

\_\_\_\_\_  
Responsável pela voluntária



17 – Você trabalha ou passa a maior parte do seu dia...

( ) sentada ( ) mescla posição sentada e em pé ( ) em pé parada ( ) em pé caminhando

18 – Você já teve lesão (fratura, torção) nos membros inferiores? ( ) sim ( ) não

Identifique onde: ( ) pé ( ) tornozelo ( ) perna ( ) coxa

Qual foi o problema? \_\_\_\_\_

19 – Você já teve ou tem problemas com alguma das doenças abaixo? ( ) sim ( ) não

( ) reumatismo ( ) diabetes ( ) artrite/artrose ( ) hipertensão arterial

( ) outro(s): \_\_\_\_\_

20 – Você já foi submetida a alguma cirurgia nos membros inferiores? ( ) sim ( ) não

Identifique onde: ( ) pé ( ) tornozelo ( ) perna ( ) coxa ( ) joelho

Que tipo de cirurgia? \_\_\_\_\_

21 – Você já foi submetida a alguma outra cirurgia? ( ) sim ( ) não

Identifique onde: ( ) coluna ( ) rim ( ) coração ( ) pulmão

( ) outro: \_\_\_\_\_

22 - Você está fazendo algum tratamento médico ou de outro tipo? ( ) Sim ( ) Não

Para qual problema? \_\_\_\_\_

23 – Você toma alguma medicação? ( ) Sim ( ) Não

Qual? \_\_\_\_\_

24 – Você sente (mesmo que ocasional) algum tipo de dor/desconforto na coluna ou em uma ou mais regiões do pé durante o uso de calçados? ( ) Sim ( ) Não

Na coluna ( )

Na parte anterior do pé ( ) Onde? ( ) dedos ( ) articulação

Na parte intermediária do pé ( ) Onde? ( ) peito do pé ( ) arco do pé

Na parte posterior do pé ( ) Onde? ( ) parte inferior ( ) parte superior

Você identifica o motivo? \_\_\_\_\_

25 – Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Novo Hamburgo , \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

\_\_\_\_\_  
 Pesquisador responsável  
 Elenilton Gerson Berwanger  
 elenilton@rs.senai.br  
 Telefone: (51) 3524 2565  
 (51) 9905 4917

\_\_\_\_\_  
 Voluntária

**ANEXOS**

## ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Feevale



CEP - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

### AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE PESQUISA COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Feevale analisou o projeto:

**Título:** Antropometria do pé feminino como fundamento para conforto de calçados

**Processo nº** 6.12.02.10.1702

**Líder do Projeto:** Elenilton Gerson Berwanger

**Classificação no Fluxograma da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP:**

( x ) Grupo III

**Tipo da proposta:** TCC - Mestrado

**Parecer geral do projeto protocolado:** aprovado

#### Comentários gerais sobre o projeto:

Em conformidade com a Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde, e com as normas internas do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Feevale, todos os documentos necessários à análise do projeto acima referido por este Comitê foram apresentados.

Este projeto preserva os aspectos éticos dos sujeitos da pesquisa, sendo, portanto, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Feevale.

Reiteramos que o Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição encontra-se à sua disposição para equacionar eventuais dúvidas e/ou esclarecimentos que se fizerem necessários.

Novo Hamburgo, 17 de junho de 2010.

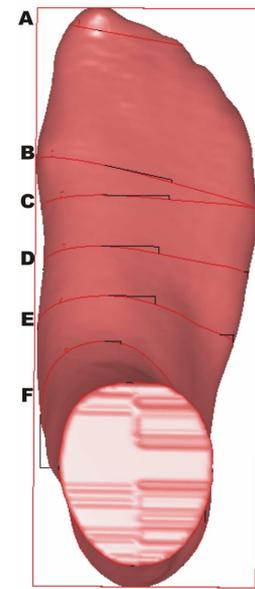
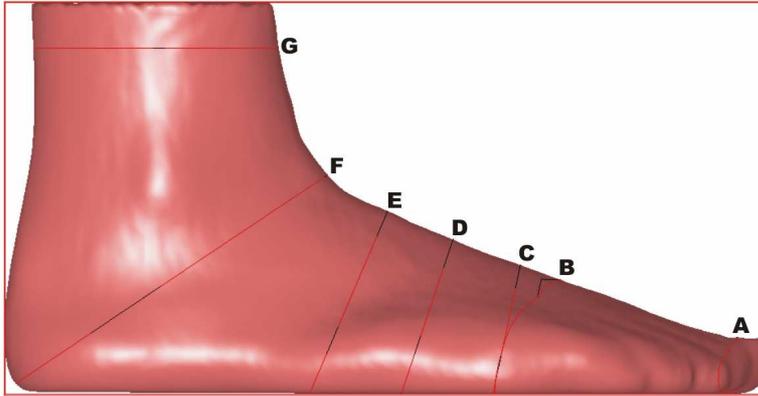
Prof.ª Me. Márcia Otero Sanches

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Feevale

CEP - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

FEEVALE CAMPUS II | RS-239, 2755 – 2º andar do prédio Liliás / sala 201 | Novo Hamburgo / RS | CEP 93352-000  
(51) 3586 8800 – ramal 9000 | cep@feevale.br | www.feevale.br/cep

## ANEXO B - Padrão de medição do pé sem salto



VARIÁVEL	PADRÃO	PARÂMETRO DE APLICAÇÃO DA VARIÁVEL NO PÉ
A Dedos	Todos	97% do comprimento e 10° horizontal
B Metatarsos	Maior	72% do comprimento total do pé, 12° vertical e 12° horizontal
	Médio	71% do comprimento total do pé, 12° vertical e 12° horizontal
	Menor	70% do comprimento total do pé, 12° vertical e 12° horizontal
C Perímetro	Maior	64% do comprimento total do pé e 12° vertical
	Médio	63% do comprimento total do pé e 12° vertical
	Menor	62% do comprimento total do pé e 12° vertical
D Retenção	Maior	52% do comprimento total do pé e 18,5° vertical
	Médio	51% do comprimento total do pé e 18,5° vertical
	Menor	50% do comprimento total do pé e 18,5° vertical
E Peito do pé	Maior	40% do comprimento total do pé e 23° vertical
	Médio	39% do comprimento total do pé e 23° vertical
	Menor	38% do comprimento total do pé e 23° vertical
F Entrada do pé	Maior	1,5% do comprimento total do pé e 56° vertical
	Médio	1,5% do comprimento total do pé e 55° vertical
	Menor	1,5% do comprimento total do pé e 54° vertical
G Tornozelo	33 ao 36	110 mm de altura
	37 ao 40	120 mm de altura
H Comprimento do pé	Todos	100% do comprimento total do pé

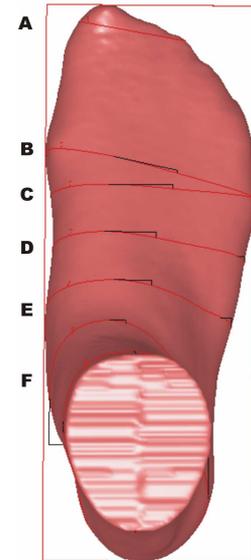
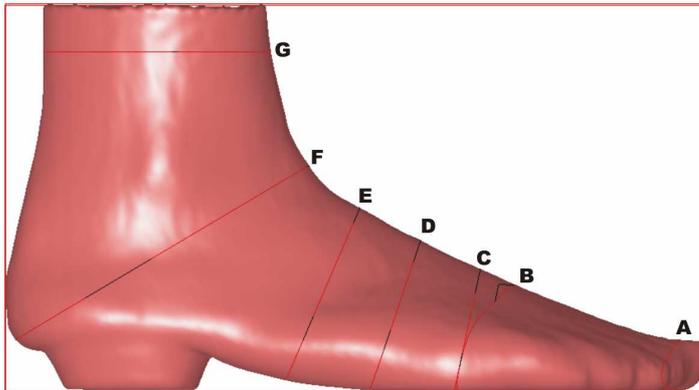
Obs.:

Percentuais de comprimento: aplicados no sentido posterior-anterior pela face medial do pé

Ângulos verticais: aplicados na altura no sentido posterior-anterior do pé

Ângulos horizontais: aplicados no comprimento no sentido anterior-posterior do pé

### ANEXO C - Padrão de medição do pé com salto 15 mm



VARIÁVEL	PADRÃO	PARÂMETRO DE APLICAÇÃO DA VARIÁVEL NO PÉ
A Dedos	Todos	97% do comprimento e 10° horizontal
B Metatarsos	Maior	72% do comprimento total do pé, 12° vertical e 12° horizontal
	Médio	71% do comprimento total do pé, 12° vertical e 12° horizontal
	Menor	70% do comprimento total do pé, 12° vertical e 12° horizontal
C Perímetro	Maior	64% do comprimento total do pé e 12° vertical
	Médio	63% do comprimento total do pé e 12° vertical
	Menor	62% do comprimento total do pé e 12° vertical
D Retenção	Maior	52% do comprimento total do pé e 18,5° vertical
	Médio	51% do comprimento total do pé e 18,5° vertical
	Menor	50% do comprimento total do pé e 18,5° vertical
E Peito do pé	Maior	40% do comprimento total do pé e 23° vertical
	Médio	39% do comprimento total do pé e 23° vertical
	Menor	38% do comprimento total do pé e 23° vertical
F Entrada do pé	Maior	1,5% do comprimento total do pé e 59° vertical
	Médio	1,5% do comprimento total do pé e 58° vertical
	Menor	1,5% do comprimento total do pé e 57° vertical
G Tornozelo	33 ao 36	120 mm de altura
	37 ao 40	130 mm de altura
H Comprimento do pé	Todos	100% do comprimento total do pé

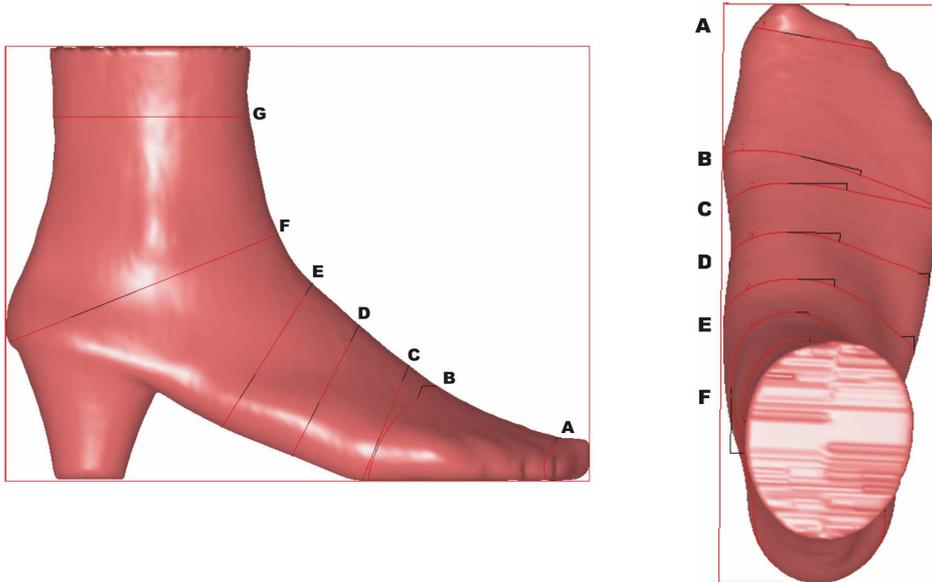
Obs.:

Percentuais de comprimento: aplicados no sentido posterior-anterior pela face medial do pé

Ângulos verticais: aplicados na altura no sentido posterior-anterior do pé

Ângulos horizontais: aplicados no comprimento no sentido anterior-posterior do pé

### ANEXO D - Padrão de medição do pé com salto 50 mm



VARIÁVEL	PADRÃO	PARÂMETRO DE APLICAÇÃO DA VARIÁVEL NO PÉ
A Dedos	Todos	96% do comprimento e 10° horizontal
B Metatarsos	Maior	70% do comprimento total do pé, 22° vertical e 13° horizontal
	Médio	69% do comprimento total do pé, 23° vertical e 13° horizontal
	Menor	68% do comprimento total do pé, 24° vertical e 13° horizontal
C Perímetro	Maior	61% do comprimento total do pé e 22° vertical
	Médio	60% do comprimento total do pé e 23° vertical
	Menor	59% do comprimento total do pé e 24° vertical
D Retenção	Maior	49% do comprimento total do pé e 27° vertical
	Médio	48% do comprimento total do pé e 28° vertical
	Menor	47% do comprimento total do pé e 29° vertical
E Peito do pé	Maior	37% do comprimento total do pé e 32° vertical
	Médio	36% do comprimento total do pé e 33° vertical
	Menor	35% do comprimento total do pé e 34° vertical
F Entrada do pé	Maior	0,6% do comprimento total do pé e 68° vertical
	Médio	0,6% do comprimento total do pé e 67° vertical
	Menor	0,6% do comprimento total do pé e 66° vertical
G Tornozelo	33 ao 36	145 mm de altura
	37 ao 40	155 mm de altura
H Comprimento do pé	Todos	100% do comprimento total do pé

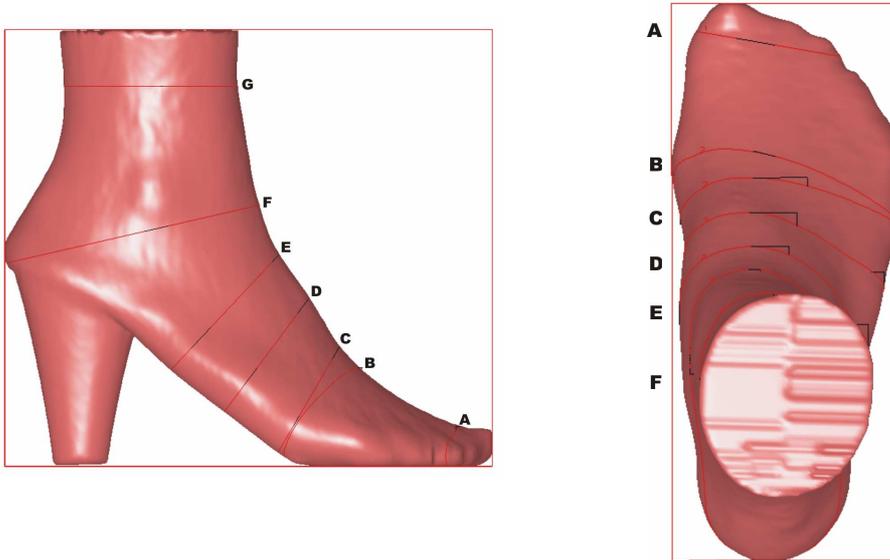
Obs.:

Percentuais de comprimento: aplicados no sentido posterior-anterior pela face medial do pé

Ângulos verticais: aplicados na altura no sentido posterior-anterior do pé

Ângulos horizontais: aplicados no comprimento no sentido anterior-posterior do pé

### ANEXO E - Padrão de medição do pé com salto 85 mm



VARIÁVEL	PADRÃO	PARÂMETRO DE APLICAÇÃO DA VARIÁVEL NO PÉ
A Dedos	Todos	95% do comprimento e 10° horizontal
B Metatarsos	Maior	65% do comprimento total do pé, 30° vertical e 14° horizontal
	Médio	64% do comprimento total do pé, 32° vertical e 14° horizontal
	Menor	63% do comprimento total do pé, 34° vertical e 14° horizontal
C Perímetro	Maior	56% do comprimento total do pé e 30° vertical
	Médio	55% do comprimento total do pé e 32° vertical
	Menor	54% do comprimento total do pé e 34° vertical
D Retenção	Maior	45% do comprimento total do pé e 36,5° vertical
	Médio	44% do comprimento total do pé e 38° vertical
	Menor	43% do comprimento total do pé e 39,5° vertical
E Peito do pé	Maior	34% do comprimento total do pé e 43° vertical
	Médio	33% do comprimento total do pé e 44° vertical
	Menor	32% do comprimento total do pé e 45° vertical
F Entrada do pé	Maior	0,3% do comprimento total do pé e 77° vertical
	Médio	0,3% do comprimento total do pé e 76° vertical
	Menor	0,3% do comprimento total do pé e 75° vertical
G Tornozelo	33 ao 36	170 mm de altura
	37 ao 40	180 mm de altura
H Comprimento do pé	Todos	100% do comprimento total do pé

Obs.:

Percentuais de comprimento: aplicados no sentido posterior-anterior pela face medial do pé

Ângulos verticais: aplicados na altura no sentido posterior-anterior do pé

Ângulos horizontais: aplicados no comprimento no sentido anterior-posterior do pé

**ANEXO F - Primeiro teste estatístico de significância de diferença  
entre duas médias de comprimento**

COMPARAÇÃO DE MEDIDA DE UM PADRÃO EM FORMA RETANGULAR  
MEDIDA COM PAQUÍMETRO X MEDIDA NO SISTEMA DA PESQUISA (escaneador)

	<b>A</b>	<b>B</b>		<b>COMPRIMENTO DO PADRÃO</b>	
n	ESCANEADOR	PAQUÍMETRO	Diferenças		
	mm	mm	mm		

1	292,0	291,40	0,600	<b>média A</b>	291,7 mm
2	291,8	291,40	0,400	<b>desvio padrão A</b>	0,423 mm
3	291,3	291,35	-0,050		
4	291,3	291,50	-0,200	<b>média B</b>	291,48 mm
5	292,1	291,45	0,650	<b>desvio padrão B</b>	0,120 mm
6	292,1	291,60	0,500		
7	292,1	291,40	0,700		
8	291,1	291,70	-0,600		

Soma 2,000

dm	<b>0,2500</b>	média diferenças	(Erro de indicação médio)
----	---------------	------------------	---------------------------

Desvio Padrão	Sd	<b>0,47585</b>
---------------	----	----------------

dm/Sd 0,52538

t calculado **1,486**  $(dm/Sd) \times \text{raiz de } n$

n	<b>8</b>	<b>2,8284</b>	raiz de n
---	----------	---------------	-----------

t tab(0,05; 7) **2,365**

Se t calculado for menor que t tabelado, a hipótese não pode ser rejeitada num nível de 5%, ou seja, não há evidência suficiente para sustentar que exista diferença significativa entre os dois métodos.

**NÃO HÁ EVIDÊNCIA QUE EXISTA DIFERENÇA**

**Incerteza medição:**  $\pm 0,13 \text{ mm}$

**k = 2,11**

**v<sub>eff</sub> = 25**

(paquímetro)

## ANEXO G – Primeiro teste estatístico de significância de diferença entre duas médias de largura

COMPARAÇÃO DE MEDIDA DE UM PADRÃO EM FORMA RETANGULAR  
MEDIDA COM PAQUÍMETRO X MEDIDA NO SISTEMA DA PESQUISA (escaneador)

	A	B		LARGURA DO PADRÃO	
n	ESCANEADOR	PAQUÍMETRO	Diferenças		
	mm	mm	mm		

1	48,8	48,70	0,100	<b>média A</b>	48,9 mm
2	48,9	48,69	0,210	<b>desvio padrão A</b>	0,1282 mm
3	48,9	48,72	0,180		
4	48,9	48,66	0,240	<b>média B</b>	48,66 mm
5	49,0	48,56	0,440	<b>desvio padrão B</b>	0,0627 mm
6	48,8	48,58	0,220		
7	49,2	48,73	0,470		
8	48,9	48,65	0,250		

Soma                      2,110

dm	<b>0,2638</b>	média diferenças	(Erro de indicação médio)
----	---------------	------------------	---------------------------

Desvio Padrão	Sd	<b>0,12705</b>
---------------	----	----------------

dm/Sd      2,07599

t calculado      **5,872**      (dm/Sd) x raiz de n

n	<b>8</b>	<b>2,8284</b>	raiz de n
---	----------	---------------	-----------

t tab(0,05; 7)      **2,365**

Se t calculado for menor que t tabelado, a hipótese não pode ser rejeitada num nível de 5%, ou seja, não há evidência suficiente para sustentar que exista diferença significativa entre os dois métodos.

<b>Se t calculado for maior que t tabelado: EXISTE DIFERENÇA</b>
--

**Incerteza medição:**      ± 0,102 mm      k = 2,04      v<sub>eff</sub> = 60      (paquímetro)

**ANEXO H – Segundo teste estatístico de significância de diferença  
entre duas médias de comprimento**

COMPARAÇÃO DE MEDIDA DE UM PADRÃO EM FORMA RETANGULAR  
MEDIDA COM PAQUÍMETRO X MEDIDA NO SISTEMA DA PESQUISA (escaneador)

	<b>A</b>	<b>B</b>		<b>COMPRIMENTO DO PADRÃO</b>	
n	ESCANEADOR	PAQUÍMETRO	Diferenças		
	mm	mm	mm		

1	291,4	291,60	-0,200	<b>média A</b>	291,3 mm
2	291,4	291,30	0,100	<b>desvio padrão A</b>	0,285 mm
3	291,8	291,35	0,450		
4	290,8	291,35	-0,550	<b>média B</b>	291,44 mm
5	291,1	291,30	-0,200	<b>desvio padrão B</b>	0,125 mm
6	291,2	291,55	-0,350		
7	291,3	291,50	-0,200		
8	291,3	291,55	-0,250		

Soma -1,200

dm	<b>-0,1500</b>	média diferenças	(Erro de indicação médio)
----	----------------	------------------	---------------------------

Desvio Padrão	Sd	<b>0,30237</b>
---------------	----	----------------

dm/Sd 0,49608      t calculado **1,403**      (dm/Sd) x raiz de n

n	<b>8</b>	<b>2,8284</b>	raiz de n	t tab(0,05; 7)	<b>2,365</b>
---	----------	---------------	-----------	----------------	--------------

Se t calculado for menor que t tabelado, a hipótese não pode ser rejeitada num nível de 5%, ou seja, não há evidência suficiente para sustentar que exista diferença significativa entre os dois métodos.

**NÃO HÁ EVIDÊNCIA QUE EXISTA DIFERENÇA**

**Incerteza medição:**    ± **0,13 mm**      **k = 2,11**      **v<sub>eff</sub> = 25**      (paquímetro)

**ANEXO I – Segundo teste estatístico de significância de diferença  
entre duas médias de largura**

COMPARAÇÃO DE MEDIDA DE UM PADRÃO EM FORMA RETANGULAR  
MEDIDA COM PAQUÍMETRO X MEDIDA NO SISTEMA DA PESQUISA (escaneador)

	<b>A</b>	<b>B</b>		<b>LARGURA DO PADRÃO</b>	
<b>n</b>	ESCANEADOR	PAQUÍMETRO	Diferenças		
	mm	mm	mm		

1	49,1	48,80	0,300	<b>média A</b>	49,1 mm
2	49,2	48,65	0,550	<b>desvio padrão A</b>	0,1035 mm
3	49,0	48,70	0,300		
4	48,9	48,60	0,300	<b>média B</b>	48,71 mm
5	49,1	48,65	0,450	<b>desvio padrão B</b>	0,0821 mm
6	49,0	48,70	0,300		
7	49,2	48,85	0,350		
8	49,1	48,70	0,400		

Soma 2,950

dm	<b>0,3688</b>	média diferenças	(Erro de indicação médio)
----	---------------	------------------	---------------------------

Desvio Padrão	Sd	<b>0,09234</b>
---------------	----	----------------

dm/Sd 3,99337

t calculado **11,295** (dm/Sd) x raiz de n

n	<b>8</b>	<b>2,8284</b>	raiz de n
---	----------	---------------	-----------

t tab(0,05; 7) **2,365**

Se t calculado for menor que t tabelado, a hipótese não pode ser rejeitada num nível de 5%, ou seja, não há evidência suficiente para sustentar que exista diferença significativa entre os dois métodos.

**Se t calculado for maior que t tabelado: EXISTE DIFERENÇA**

**Incerteza medição:**  $\pm 0,102 \text{ mm}$   $k = 2,04$   $v_{\text{eff}} = 60$  (paquímetro)

## ANEXO J – Incerteza de medição

CALCULADA A PARTIR DE PADRÃO MEDIDO

COM PAQUÍMETRO E ESCANEADOR

Medidas(mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	Média	Desvio padrão
Largura	49,1	49,2	49,0	48,9	49,1	49,0	49,2	49,1	49,1	0,104
Comprimento	291,4	291,4	291,8	290,8	291,1	291,2	291,3	291,3	291,3	0,285

Característica mensurada	Valor medido	Incerteza de medição (+/-)	Fator de abrangência	V eff
Largura média	49,1 mm	0,57 mm	2,00	>100
Comprimento médio	291,3mm	0,46 mm	2,01	>100

**TABELA DE BALANÇO DE INCERTEZAS - MEDIÇÃO DA LARGURA MÉDIA**

Contribuição de Incerteza	Valor (mm)	Distribuição Probabilidade	Divisor	Coefficiente Sensibilidade	Incerteza Padrão	V i ou V eff
Desvio padrão experimental da média	0,104	Normal	2,83	1	0,0366	7
Incerteza na calibração do escaneador	0,102	Normal	2,04	1	0,0500	60
Efeito divisão da escala do escaneador	0,05	Retangular	1,73	1	0,0289	Infinitos
Erro de indicação do escaneador	0,37	Retangular	1,73	1	0,2140	Infinitos
Erro de repetitividade	0,3		1,73	1	0,1730	Infinitos
Incerteza padrão combinada					0,2830	
Incerteza expandida	k= 2,00				0,5700	17894

**TABELA DE BALANÇO DE INCERTEZAS - MEDIÇÃO DE COMPRIMENTO MÉDIO**

Contribuição de Incerteza	Valor (mm)	Distribuição Probabilidade	Divisor	Coefficiente Sensibilidade	Incerteza Padrão	V i ou V eff
Desvio padrão experimental da média	0,285	Normal	2,83	1	0,1010	7
Incerteza na calibração do escaneador	0,130	Normal	2,11	1	0,0616	25
Efeito divisão da escala do escaneador	0,050	Retangular	1,73	1	0,0289	Infinitos
Erro de indicação do escaneador	-0,150	Retangular	1,73	1	-0,0870	Infinitos
Erro de repetitividade	0,300	Retangular	1,73	1	0,1730	Infinitos
Incerteza padrão combinada					0,2290	
Incerteza expandida	k= 2,01				0,4600	179