

Variáveis Antropométricas do Pé Feminino em Diferentes Alturas de Salto como Fundamento para Conforto de Calçados

E. G. Berwanger^{a,b}, J. L. Pacheco^b

^aelenilton@rs.senai.br

^bPgDesign - Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Resumo

O cenário brasileiro do mercado de calçados caracteriza-se cada vez mais por consumidores que procuram produtos com maior valor agregado em conforto. Através da união do embasamento científico e da experiência pragmática do setor calçadista, esta pesquisa antropométrica sobre pés femininos 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 atuais capazes de mensurar parâmetros antropométricos importantes para novos projetos de formas e calçados. A amostra do estudo foi composta por 407 brasileiras adultas numa faixa etária entre 16 e 55 anos, sendo realizado experimentalmente com mulheres com residência fixa ou temporária no Estado do Rio Grande do Sul. O projeto foi aprovado em Comitê de Ética e foram utilizados equipamentos e softwares que permitiram a investigação proposta, propiciando desde a coleta de dados antropométricos, tratamento, conversão e leitura dos arquivos digitalizados até a análise estatística dos mesmos. Como resultados, são expostas características demográficas e dados antropométricos da amostra investigada. A sistemática utilizada mostrou-se consistente e a variabilidade das medidas apresentadas ratifica a importância do desenvolvimento de formas e calçados com perfis diferenciados como fundamento para o desenvolvimento de produtos mais adequados à geração de conforto.

Palavras-Chave: Antropometria, Pé, Forma, Calçado, Calce, Conforto.

Variables Anthropometrics of Woman Foot in Different Heights Heels as Base for Comfortable Shoes

Abstract

The Brazilian footwear market scenery is more and more characterized by consumers who seek products with higher value added in comfort. Through the union of technological resources and the pragmatic experience of the footwear sector, this anthropometric research on women's feet aims to organize and make valid an up-to-date system of feet measurement in different positions of heel height based on current technological resources with which it is possible to measure important anthropometric parameters for the development of new last and shoe projects. 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 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, assuring from the anthropometric data collecting, adjustments, conversion and reading of digitized files until the statistic analysis of this same data. 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 and the variability of the measures presented confirms the importance of the development and production of lasts and shoes with different volumes as a base for the development of more appropriate products to create comfort.

Keywords: Anthropometric, Foot, Last, Footwear, Fitting, Comfort.

1. INTRODUÇÃO

A disciplina do design vem se hibridizando cada vez mais, tornando sua dimensão sempre mais abrangente. Mesmo assim, as questões relacionadas diretamente ao produto continuam postas como foco principal de atenção do trabalho dos designers. Ao analisar os fatores de sucesso e fracasso de novos produtos, Baxter [5] 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, historicamente, ele 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. [3], "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.

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 tipos 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.

Num cenário atual de iminente perspectiva de incremento de consumo de calçados de qualidade e conforto, associados à atributos estéticos de moda, o presente trabalho é apresentado como contribuição para a realização de um estudo científico com vistas a ampliar o conhecimento das características antropométricas dos pés da população feminina brasileira.

O propósito principal desta pesquisa é organizar e validar uma sistemática atualizada de medição de pés em diferentes posições de altura de salto com base em recursos tecnológicos atuais, capazes de mensurar parâmetros antropométricos de projeto importantes ao desenvolvimento de formas e outros componentes para calçados (solas, palmilhas, etc.).

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, afirma Chico Ruiz [9]. 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.

De acordo com Manfio [19] e Van der Linden [32], 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.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

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 inicia pela importância de um levantamento de dados antropométricos, os quais estão diretamente associados ao desenvolvimento de formas para a produção de calçados.

O trabalho de Lacerda [17] é considerado pioneiro na pesquisa sobre antropometria dos pés brasileiros, trazendo o desenvolvimento de um instrumental, juntamente com um processo apropriado para a tomada de medidas antropométricas dos pés. A dissertação de Machado [18] apresenta um estudo que aborda as características do caminhar humano em função do uso de diferentes tipos de calçados. O trabalho de Geib [10] 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 sua pesquisa, Mota [21] 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. A obra de Manfio [19], uma das mais relevantes no Brasil, apresenta dados antropométricos sobre os pés da população brasileira feminina e masculina, trazendo processos de medição divididos em método de medição direta, através de antropômetros e método de medição indireta, através da captação de imagens videográficas.

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 ergonômistas e contribuiu em muito para o que atualmente se denomina ergonomia de produto. Van der Linden [31] cita que um de seus grandes méritos foi ter associado a preocupação com a segurança, a eficiência e o conforto no uso de produtos com o sucesso dos negócios.

2.1 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. Segundo Hamill e Knutzen [13], “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.

Segundo Perice [24] o pé humano é composto por 26 ossos que são fundamentais para que o corpo se mantenha em equilíbrio. Esta estrutura se encontra dividida em três regiões, quais sejam, tarso, metatarso e falanges. Para o designer de calçados, conforme mostra a figura 1, é relevante o entendimento sobre a divisão do pé nestas três regiões, pois isto proporciona a visualização da região posterior do pé (tarso e metatarso) como estrutura mais estável, enquanto que a região frontal do pé (falanges) fica mais suscetível aos movimentos da flexão na zona metatarso falangeana.

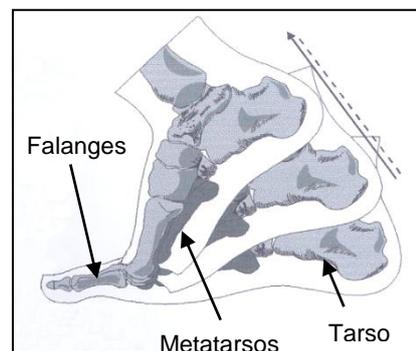


Figura 1: Dinâmica do movimento do pé, adaptado de Hartkopf et al. [14].

Os pés podem sofrer com problemas variados. Porém, 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 produtos inadequados pode provocar danos à saúde do pé, sendo eles mesmos os causadores de anomalias ou, ainda, agravantes de algum tipo de problema pré-existente.

2.2 Ergonomia

Segundo Van der Linden [31], o termo ergonomia vem do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis, regras). 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. [27]: “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”.

Considerando seu escopo de ligação com o produto, é importante relacionar o design de calçados com ergonomia. Segundo Gomes Filho [12], “os calçados têm na antropometria sua principal interface com a ergonomia”. 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. 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. 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.

2.3 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 [9], “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”.

Ávila [2] pondera que a qualidade de um calçado está relacionada aos 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 é um tema que propicia 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. [3], 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.

2.4 Análise antropométrica

De acordo com Panero e Zelnik [23], “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 (militar, por exemplo), pouco representativa para o mercado de design.

Boeuri [6] apresenta que “o termo antropometria é de origem grega, sendo que *anthropo* quer dizer homem e *metry* significa medida”. De acordo com a autor, 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.

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. De acordo com Tilley e Dreyfuss [30], 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.

Também de acordo com Tilley e Dreyfuss [30], “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 resolver a equação as diferenças entre os pés das pessoas. A grande diversidade de medidas na morfologia dos pés mostra que indivíduos que utilizam um calçado de mesma numeração possuem dimensões diferentes em comprimento, largura e altura.

Conforme já mencionado, o avanço tecnológico possivelmente seja o principal aliado e motivador para novas pesquisas antropométricas. A digitalização de pés é um recurso que possibilita o escaneamento tridimensional do pé e, conseqüentemente, dados sobre suas dimensões.

2.5 Formas e sistemas de medidas para calçados

De acordo com Pivecka e Laure [26], “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 [28], “a forma é o utensílio usado na fabricação de calçados, capaz de representar as medidas e o movimento do pé”. Hartkopf et al. [14], enfatizam o aspecto dimensional da forma como sendo essencial para a qualidade do produto no setor calçadista.

Devido à necessidade de organizar a criação, produção e venda de calçados, formas e outros componentes, desenvolveram-se sistemas de medidas para fazer esta mensuração. 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 1. Estes valores determinam a diferença de um número de forma para outro dentro de um mesmo sistema e são comumente chamados de progressão.

Tabela 1: Progressão nos sistemas de medidas para calçados.

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

Fonte: baseado em Schmidt [28]

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 as análises a serem realizadas façam cruzamentos com os padrões utilizados por esse sistema de medidas. No Brasil é utilizado o sistema de medidas do ponto francês.

2.6 Abordagem sobre salto alto

Ao longo da história do calçado, o salto, juntamente com o formato do bico, foi sempre motivo de especial atenção. 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 [22], "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.

O chopine é outro exemplo histórico importante no universo dos calçados com saltos. Segundo Bata [4], "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.

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 [20] 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 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 *apud* Pinho [25] que "dentro de uma enorme diversidade de características, o calçado de salto é referido na atualidade como um dos mais utilizados pelo público feminino".

3. COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

O presente estudo permeia o campo exploratório e foi realizado por meio de dois procedimentos 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 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. 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.

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 disso, foi utilizado o *software* File Converter® versão 1.9 e, ainda, os *softwares* 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.

3.1 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 aprovação, considerando que o projeto preserva os aspectos éticos dos sujeitos de pesquisa.

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, um modelo de TCLE foi direcionado à voluntária de maior idade, ou seja, acima de 18 anos, sendo assinado por ela própria e outro modelo foi direcionado à voluntária de menor idade, ou seja, abaixo de 18 anos, sendo assinado por um responsável pela participante.

3.2 Definição da amostra

Conforme Callegari-Jacques [7], 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.

Devido à complexidade desta pesquisa, custos envolvidos, disponibilidade de equipamento e de voluntárias para sua realização, este trabalho optou pelo registro de Tagliacarne [29], o qual mostra os cálculos de amostras pré-definidas de acordo com o tamanho da população e o erro máximo de estimação. 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.

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 objetivou delimitar a pesquisa com a população feminina adulta na qual o pé encontra-se formado e constituído.

3.3 Características demográficas

Trata-se das características diversas identificadas em função do grupo de voluntárias que contribuem para o resultado final do trabalho. As informações foram obtidas através do preenchimento de uma ficha de entrevista/anamese, 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.

3.4 Dados antropométricos dos pés

Trata-se do levantamento dos dados principais a que a pesquisa se propõe. 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.

O escaneador utilizado nesta pesquisa 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, publicado em I-Ware Laboratory [16].

O processo de coleta de dados antropométricos passou por algumas etapas até culminar em sua análise estatística e na apresentação dos resultados. Inicialmente, após o convite e aceite em participar, 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 suavemente acomodada sobre o pé e já no equipamento, inseriu o pé direito dentro do escaneador para realização da leitura, sendo que este procedimento se repetiu para o pé esquerdo. A coleta dos dados foi feita com as voluntárias em pé e 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.

Devido às características do pé humano, o recobrimento dele com uma 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 pés femininos praticamente não possuam pêlos, a meia também contribuiu para que os mesmos não interferissem na digitalização. A meia branca utilizada foi do tipo Loba ¾ opaca fio 40 da marca Lupo. Sua composição possui 92% de poliamida, 8% de elastano e apresentou 0,35 mm de espessura na condição de estiramento usada nesta pesquisa.

Posteriormente à coleta de dados com o pé na posição plana (sem salto), o procedimento foi repetido utilizando-se simuladores de salto em alturas de 15 mm, 50 mm e 85 mm. Realizaram-se vários ensaios com diferentes tipos de

materiais, acabamentos e formatos. Constatou-se que os saltos em madeira tipo caixeta num formato o mais arredondado possível foram os simuladores que trouxeram os melhores resultados, possibilitando sua digitalização e a integração junto ao pé digitalizado, conforme mostra a figura 2. 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 pequenos objetos.

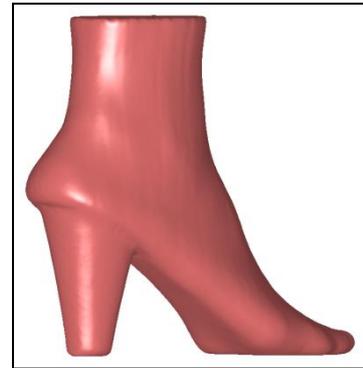


Figura 2: Simulador de salto integrado ao pé

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 2, sendo definidas de modo a possibilitar que os dados coletados sejam analisados por grupos de alturas de salto.

Tabela 2: Grupos de altura de salto

Grupo	01	02	03
Altura de salto	00	35	70
	05	40	75
	10	45	80
	15	50	85
	20	55	90
	25	60	95
	30	65	100
Altura base	15	50	85

Unidade de medida: mm



Figura 3: Variáveis antropométricas no pé sem salto

Panero e Zelnik [23] 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”. Neste sentido, a definição das variáveis a serem medidas nesta pesquisa foi feita com base em estudos anteriores, tais como os de Holt [15], Lacerda [17], Machado [18], Pivecka e Laure [26], Carrasco [8], Manfio [19], Georges [11] e Chico Ruiz [9], 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. A definição das variáveis antropométricas vistas na figura 3 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.

As mesmas variáveis antropométricas aplicadas ao pé na posição sem salto foram aplicadas nas posições de salto 15 mm, 50 mm e 85 mm, transferindo para o meio virtual os parâmetros desejados para os padrões de medição do pé nestas alturas de salto. A mesma definição criada para posicionar as variáveis antropométricas foi posteriormente utilizada como padrão de medição para a leitura das medidas dos pés digitalizados.

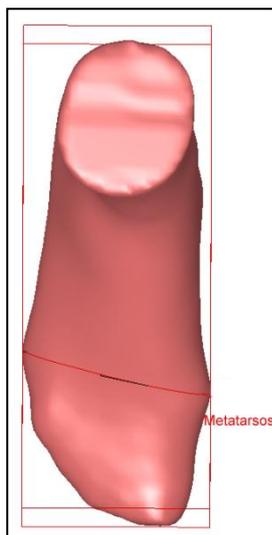


Figura 4: Variável metatarsos

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. Conforme a figura 4, a referência principal para esta definição foi a localização da variável antropométrica denominada metatarsos. Todas as variáveis foram definidas em termos percentuais e ângulos baseados na caixa virtual que circunda o pé, visualizada sobre o *software* Custom®. Apenas a variável tornozelo foi definida por valor absoluto, sendo que o valor utilizado para o pé em posição sem salto, se a voluntária informou número de calce de 33 a 36, foi de 110mm; já o valor utilizado para o pé em posição sem salto, se a voluntária informou número de calce de 37 a 40, foi de 120mm.

4. 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. 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.

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, quando necessária, foi realizada a limpeza interna e a definição do contorno correto das seções transversais do pé. Por fim, os pés digitalizados foram visualizados em 3D para análise final dos arquivos e sua confirmação para os passos seguintes do trabalho.

4.1 Conversão de arquivos em VRMLs

A extensão do arquivo gerado pelo sistema *Infoot*® é *fdb* (*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. 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 *fdb* em *vrml*, possibilitando a leitura dos arquivos digitalizados com o *software* Custom® para extrair as medidas das variáveis antropométricas.

Salienta-se que a formatação do *software* foi definida com 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 “pesado” 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.

4.2 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 em diferentes posições de altura de salto (sem salto, 15mm, 50mm e 85mm).

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 criação do padrão de medição.

Em função da característica morfológica de cada pé, para selecionar o padrão de medição, o pé digitalizado foi visualizado no *software* Custom® e buscou-se pelo correto

posicionamento da variável metatarsos sobre a proeminência da cabeça do 1º metatarso, utilizando-se o mesmo critério adotado quando da criação das variáveis antropométricas.

5. REPETITIVIDADE, EXATIDÃO E INCERTEZA DE MEDIÇÃO

Conforme já apresentado, para a realização desta pesquisa foi adotada uma sistemática envolvendo diferentes etapas e *softwares*. Para calibrar o sistema utilizado e garantir o nível de exatidão e repetitividade foram realizados dois ensaios de medição, utilizando-se como padrão um bloco plástico de polietileno. Suas dimensões foram medidas com paquímetro calibrado e comparadas com os resultados obtidos pelo processo de obtenção das medidas através do sistema proposto pelo 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 3, foi considerado satisfatório, pois o valor negativo (para menos) e o valor positivo (para mais), ficou 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.

Tabela 3: Incerteza de medição.

Característica mensurada	Larg. Média	Comp. médio
Valor medido	49,1 mm	291,3 mm
Incerteza de medição (+/-)	0,57 mm	0,46 mm
Fator de abrangência	2,00	2,01
V_{eff}	>100	>100

6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

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. 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.

6.1 Análise de características demográficas

Durante todo o desenvolvimento da pesquisa, o contato com as voluntárias transcorreu de forma ética, não existindo 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.

Tabela 4: Característica da amostra quanto à idade das voluntárias

Amostra	N	Idade média (anos)	Idade mínima (anos)	Idade máxima (anos)
Idade informada	406	26,56 \pm 8,97	16	53
Idade não informada	1			
Total amostra	407			

A amostra foi composta por voluntárias com residência fixa ou temporária no Estado do Rio Grande do Sul, sendo que 97,5% das voluntárias nasceram nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, enquanto que 2,5 % nasceram em outros Estados e Regiões do País. A tabela 4 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.

A tabela 5 mostra a característica da amostra quanto à massa, altura e IMC – Índice de Massa Corporal das voluntárias. A massa corporal média ficou em aproximadamente 60kg, 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 5: Característica da amostra quanto ao peso, altura e IMC.

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

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 5, 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.

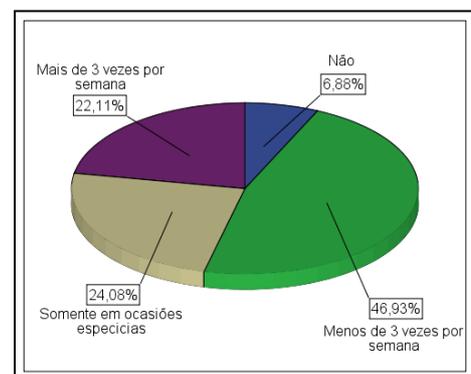


Figura 5: Característica da amostra quanto ao uso de calçado com salto.

Com relação à dor/desconforto durante o uso de calçados, de acordo com Manfio [19], 86,5 % da amostra feminina investigada em seu estudo 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, pois conforme a figura 6, 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.

Este aumento pode ser atribuído à valorização do consumidor com relação ao quesito conforto, a maior importância que a indústria calçadista tem dado ao desenvolvimento e produção de calçados mais confortáveis e à consequente evolução dos produtos com relação a critérios que geram mais conforto.

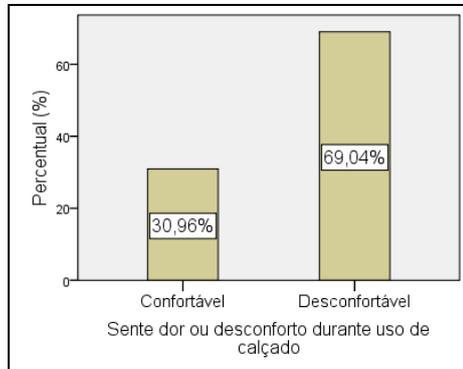


Figura 6: Característica da amostra quanto ao conforto durante uso de calçado

6.2 Análise dos dados antropométricos dos pés

Para as análises dos dados antropométricos foram criados intervalos de progressão para o comprimento de 6,66 mm (1/3 de 20 mm) e para o perímetro, intervalos de 5 mm (1/4 de 20 mm), correspondentes ao sistema do ponto francês, o qual, segundo Satra *apud* Manfio [19], "é o sistema de numeração mais usado no Brasil". Os intervalos criados também orientaram-se por adequações de informações da norma ABNT NBR 15159:2008 [1], a qual traz registros sobre o comprimento e perímetro de formas para calçados femininos.

A tabela 6 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.

Tabela 6: Número de voluntárias ordenadas pelo comprimento do pé

Numeração	Comprimento (mm)	Nº de voluntárias pé esquerdo	Nº de voluntárias pé direito	Nº de voluntárias conforme anamnese
32	206,8 a 213,3	2	2	0
33	213,4 a 220,0	6	12	3
34	220,1 a 226,7	29	27	17
35	226,8 a 233,3	59	66	81
36	233,4 a 240,0	94	95	101
37	240,1 a 246,7	97	89	115
38	246,8 a 253,3	66	67	55
39	253,4 a 260,0	33	33	31
40	260,1 a 266,7	16	12	4
41	266,8 a 273,3	4	3	0
42	273,4 a 280,0	1	1	0
Total		407 voluntárias	407 voluntárias	407 voluntárias

As análises descritivas de relação que seguem trazem cruzamentos entre o número de calce ordenado por comprimento com o 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.

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

De acordo com a tabela 7, 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 perímetro do 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.

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 para o pé direito, se forem considerados cinco intervalos diferentes de perímetro para os 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 7: Distribuição da amostra do pé direito cruzando número de calce ordenado por comprimento e perímetro dos metatarsos

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

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

De acordo com a tabela 8, 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 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.

Também no caso do pé esquerdo, as medidas de perímetros apresentaram-se bem variadas com relação ao comprimento. De acordo com os resultados encontrados, se forem considerados cinco intervalos diferentes de perímetro para os 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 8: Distribuição da amostra do pé esquerdo cruzando número de calce ordenado por comprimento e perímetro dos metatarsos

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

6.3 Influência da altura do salto em determinadas variáveis antropométricas

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.

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).

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

A tabela 9 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, percebeu-se que existem diferenças: a maior para a altura e a menor para a largura, respectivamente. 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.

Tabela 9: Medidas dos perímetros das variáveis metatarsos, retenção e peito do pé em diferentes alturas de salto

Altura de salto	Metatarso	Perímetro	Retenção	Perímetro	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						

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.

6.3.2 Análise da variável entrada do pé em função da altura de salto

A tabela 10 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.

Tabela 10: Medidas da variável entrada do pé em diferentes alturas de salto

Altura de salto	Entrada do Pé	Altura	Entrada do Pé	Largura	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						

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.

Com base nos resultados das diferenças das medidas de entrada do pé entre as alturas de salto, a tabela 11 traz índices organizados das diferenças para a medida de perímetro da entrada do pé em função do aumento da altura do salto.

Tabela 11 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	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Índice de ajuste	zero					-1 a 3 mm					-4 a 5 mm					-6 a 7 mm				
Unidade de medida: mm																				

7. 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.
- 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. 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.

REFERÊNCIAS

- [1]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14159**: Calçados – determinação dos diferentes perfis para o mesmo número. Rio de Janeiro, maio 2008.
- [2]. ÁVILA, Aluísio Otávio Vargas. Avaliação do conforto em calçados. **Tecnicouro**, Novo Hamburgo, RS, v. 22, n. 10, p. 40-43, jan. 2002.
- [3]. ÁVILA, Aluísio Otávio Vargas et al. Tecnologia no design de calçados confortáveis. **Tecnicouro**, Novo Hamburgo, RS, v. 30, n. 27, p. 72-81, out. 2009.
- [4]. BATA SHOE MUSEUM FOUNDATION. **Historia del calzado a través de los siglos**. Toronto, 1994, 64 p. il.
- [5]. BAXTER, Mike R. **Projeto de produto**: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. 2. ed. rev. São Paulo: Blucher, 2000.
- [6]. [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.
- [7]. CALLEGARI-JACQUES, Sidia M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Atmed, 2003. 255 p.

- [8]. CARRASCO, José Maria. **Estilismo e modelagem**: técnica do calçado. Porto Alegre: Pallotti, 1994. 222 p. il.
- [9]. CHICO RUIZ, Fernando; et al. **Pie y calzado**: diseño biomecânico. Leon-México: Linotipográfica Dávalos Hinos, 2008. 229 p.
- [10]. 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.
- [11]. GEORGES, Louis. **Introdução à formografometria**. [S.l.]: Delta, 2001. 38 p.
- [12]. GOMES FILHO, João. **Ergonomia do objeto**: sistema técnico de leitura ergonômica. São Paulo: Escrituras, 2003. 255 p.
- [13]. HAMILL, Joseph; KNUTZEN, Kathleen M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. Barueri: Manole, 1999. 532 p.
- [14]. HARTKOPF, Heinz Hugo; et al. **Manual de tecnologia do calçado**. Novo Hamburgo, CT Calçado SENAI, Abicalçados, 1998. 80 p. il.
- [15]. HOLT, Terence. Conhecimento do pé, elementos básicos da forma e do calce. **Técnicouro**, Novo Hamburgo, RS, v. 4, n. 6, p. 17-26, nov./dez. 1982.
- [16]. I-WARE LABORATORY. **Infoot USB (High Type)**. [s.d.] Disponível em: <http://www.iwl.jp/main/infoot_high.html>. Acesso em: 3 mar. 2011.
- [17]. 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.
- [18]. 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.
- [19]. MANFIO, Eliane Fátima. **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.
- [20]. MONTEIRO, Valéria Alvim. Calçado feminino: ergonomia e design. **Técnicouro**, Novo Hamburgo, RS, v. 21, n. 9, p.26-30 e 59-61, 2001.
- [21]. 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.
- [22]. O'HARA, Georgina. **Enciclopédia da Moda**: de 1840 à década de 80. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. 299 p. il.
- [23]. PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento humano para interiores**: um livro de consulta e referência para projetos. Barcelona: G. Gili, 2002. 320 p.
- [24]. PERICE, A. Viladot. **Dez lições de patologia do pé**. São Paulo: Roca, 1986. 202 p.
- [25]. 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.
- [26]. PIVECKA, Jan; LAURE, Siegfried. **La horma**: manual práctico para diseñadores de calzado. Leon-México: Fundatión Jan Pivecka / Centro de Investigación y Asesoria Tecnológica en Cuero y Calzado/CIATEC, 1998. 74 p.
- [27]. REMESAL, Alberto Ferreras; et al. **Ergonomia y discapacidad**. Valência: Instituto de Biomecânica de Valência, 1999. 213 p. Il.
- [28]. SCHIMDT, Mauri Rubem. **Modelagem técnica de calçados**. 3. ed. rev. e atualiz. Porto Alegre: SENAI-RS, 2005. 398 p.
- [29]. TAGLIACARNE, Guglielmo. **Pesquisa de Mercado**: técnica e prática. São Paulo: Atlas, 1978. 468 p.
- [30]. TILLEY, Alvin R.; DREYFUSS, Henry. **As medidas do homem e da mulher**: fatores humanos em design. Porto Alegre: Bookman, 2005. 104 p. il.
- [31]. 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.
- [32]. _____. **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.