

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**EDMILSON GABRIEL DE LIMA**

**ESTUDO DA VARIABILIDADE DAS DIMENSÕES ANTROPOMÉTRICAS  
A LASER DOS PÉS FEMININOS**

**CURITIBA**

**2011**

**EDMILSON GABRIEL DE LIMA**

**ESTUDO DA VARIABILIDADE DAS DIMENSÕES ANTROPOMÉTRICAS  
A LASER DOS PÉS FEMININOS**

Dissertação apresentada como requisito para obter o título de mestre em engenharia mecânica do Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná, na área de concentração Fenômenos de Transporte e Mecânica dos Sólidos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Leite  
Ribeiro Okimoto

**CURITIBA**

**2011**

Lima, Edmilson Gabriel de  
Estudo da variabilidade das dimensões antropométricas a laser dos pés  
femininos / Edmilson Gabriel de Lima. – Curitiba, 2011.  
83 f.: il.

Impresso.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de  
Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.  
Orientadora: Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto.

1. Biotecnologia. 2. Antropometria. 3. Lasers. I. Okimoto, Maria Lúcia  
Leite Ribeiro. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD: 620.82

## TERMO DE APROVAÇÃO

EDMILSON GABRIEL DE LIMA


### ESTUDO DA VARIABILIDADE DAS MEDIÇÕES ANTROPOMÉTRICAS A LASER DOS PÉS FEMININOS

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia Mecânica, área de concentração Fenômenos de Transporte e Mecânica dos Sólidos, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

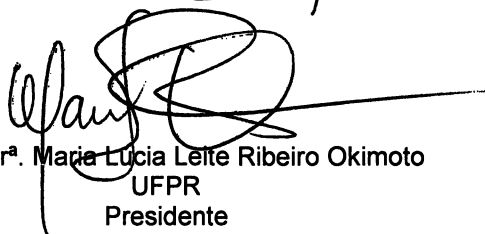
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli  
UNESP



Prof. Dr. Raimon Sigifredo Cortés Paredes  
UFPR



Profª. Drª. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto  
UFPR  
Presidente

Curitiba, 25 de agosto de 2011.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha esposa Ralse  
e as minhas filhas Gabriela e Jaqueline.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus.

Ao mestre Jesus Cristo por seu exemplo de vida, por ser para mim o Exponente Máximo da Humanidade, e por ter me ajudado em todos os momentos desta Jornada.

A minha família, minha mãe, que sempre me estimularam a buscar meus sonhos. E especialmente me apoiaram e incentivaram nesta jornada.

À minha orientadora Prof. Dra. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto, pela paciência e dedicação, e que não mediu esforços em contribuir no desenvolvimento desta;

A todos os amigos e colegas que de alguma maneira colaboraram na coleta de dados, pois só assim foi possível a realização deste trabalho;

A todos os voluntários, sem os quais esta pesquisa não se tornaria realidade;

Aos amigos Luiz Carlos Prates, Francisco Antonio Ollé da Luz, Sergio Fernando Lajarin;

In Memoriam de José Soares de Oliveira e Estefano Domaredzki, pelos exemplos de vida, trabalho e incentivo para mim.

Se algum de vós tem falta de sabedoria, peça a Deus que a todos dá liberalmente, e não lança em rosto, e ser-lhe-á dada.

**Tiago 1:5-6**

## RESUMO

A presente dissertação tem como proposta, avaliar as variações antropométricas dos pés humanos femininos por meio da tecnologia digital de escaneamento 3D a laser. Como metodologia foi realizada uma pesquisa de campo, utilizando como critério de seleção de amostras, amostra não probabilística ou por conveniência por meio da contribuição de voluntárias, sendo estas estudantes universitárias de Curitiba e região Metropolitana com idade entre 18 e 48 anos. Apresentando uma amostra de 60 indivíduos, e destes fez-se uma seleção onde foram utilizadas 30 amostras, por meio do critério de Índice de Massa Corporal, utilizando os documentos Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento e o questionário de Pesquisa e Levantamento de Amostragem. As 6 medições diretas dos pés direito e 6 do esquerdo foram executadas através do paquímetro quadrimensional analógico para comprimentos e do traçador e verificador de alturas para as dimensões verticais. Nas 6 dimensões indiretas dos pés direito e 6 do esquerdo utilizou-se o escâner ZSCANNER 700CX manual a laser na varredura total da superfície do pé, os pontos da superfície foram referenciados por etiquetas adesivas de posicionamento reflexivo espacial. A verificação da distância ideal entre objeto (pé) e o escâner ZSCANNER 700CX é indicada através de sensor de indicação que foi calibrado na tela do monitor do computador. Após o tratamento da imagem esta foi convertida para o programa 3DSTUDIO MAXS em malha, com o objetivo de medir os pontos escaneados através das coordenadas X, Y, Z. etc. Neste processo inclui-se a eliminação de pontos e imagens que foram escaneadas, mas que não fazem parte da superfície dos pés. Aplicou-se um teste inicial na coleta de dimensões com o objetivo de avaliar as diferenças entre pé direito e esquerdo obtendo-se 1,56 mm com valor máximo entre as variáveis antropométricas. Aplicou-se a Correlação Linear de Pearson para as amostras com IMC < 18,5” com objetivo de verificar se existe uma correlação significativa entre os métodos direto e indireto. Obteve-se um coeficiente de correlação de 0,99 indicando que há uma correlação linear positiva próximo do coeficiente máximo que é 1. No total foram coletados 288 dimensões antropométricas entre os 2 métodos. Estes dados foram tabulados e organizados em tabelas onde são apresentadas as diferenças, médias, desvio padrão, variâncias e percentis, coeficiente de variação destas variáveis antropométricas e verificados os indicadores estatísticos próximos. Foi aplicado o Teste de Hipótese t para amostras pareadas para as voluntárias com “IMC entre 18,5 e 24,9 “obtendo-se uma diferença máxima entre as médias de 0,849 mm comprovando que os dados coletados são acurados e terão qualidade equivalente, tanto no quesito exatidão quanto em precisão. E por último foi aplicado o teste ANOVA um critério com objetivo de avaliar as diferenças entre as médias dos valores para as amostras com um “IMC entre 25 e 29,9”, obtendo-se uma proporção populacional de 0,05. Comprovando que não houve variabilidade significativa entre o método direto e indireto.

**Palavras-chave:** Antropometria. Pé. Amostragem. Escaneamento a Laser. Tridimensional.



## ABSTRACT

This dissertation is proposed, evaluate changes in anthropometric human female feet through digital scanning 3D laser. The methodology has been carried out field research, using as a criterion for selection of samples, non-probabilistic sample of convenience or through the contribution of volunteers, and these college students in Curitiba and metropolitan region aged between 18 and 48 years. Featuring a sample of 60 individuals, and these became a selection where 30 samples were used, by the criterion of body mass index, using the documents Term of Consent and Questionnaire Research and Survey Sampling. The direct measurement of 6 feet 6 right and the left calliper were performed by four-dimensional analog to the lengths and heights tracer and checker for the vertical dimensions. In the indirect dimensions of 6 feet 6 right and the left used the hand-held laser scanner scans the total surface of the foot, the surface points were referenced by adhesive labels positioning reflective space. Verification of the distance between the object (foot) and the scanner ZSCANER 700CX is shown as an indication that sensor was calibrated on the screen of your computer monitor. After treatment of the image that was converted to the program loop 3DSTUDIO MAX, with the aim of measuring points scanned by the coordinates X, Y, Z. etc.. This process includes the elimination of points and images that were scanned, but not part of the surface of the feet. We applied an initial test in the collection of dimensions in order to evaluate the differences between right and left foot resulting in 1,56 mm with a maximum value between the variables. We applied the Pearson linear correlation for the samples with a BMI <18,5 "in order to verify if there is a significant correlation between direct and indirect methods. We obtained a correlation coefficient of 0,99 indicating that there is a positive linear correlation coefficient close to the maximum is 1. In total 288 were collected anthropometric dimensions between the two methods. These data were tabulated and organized into tables which are presented the differences, means, standard deviation, variance and percentiles, coefficient of variation of these anthropometric variables and verified statistical indicators next. We used the t test for paired samples Hypothesis for the volunteers to "BMI between 18,5 and 24,9" resulting in a maximum difference between the averages of 0,849 mm to prove that the data collected is accurate and will have similar quality, both in the question of exactly how much accuracy. Finally we applied the ANOVA test with a criterion to evaluate the differences between the mean values for samples with a "BMI between 25 and 29,9", yielding a population ratio of 0,05. Proving that there was no significant variation between the direct and indirect method.

**Keywords:** Anthropometry. Foot. Sampling. Laser Scanning. Three-dimensional

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Índice de Massa Corpórea (IMC) .....	25
Quadro 2 - Técnicas de coletas .....	28
Quadro 3 - Variáveis Antropométricas .....	34
Quadro 4 - Índice de Massa Corpórea .....	36
Quadro 5 - Especificações dos ZSCANNER 700CX .....	41
Quadro 6 - Métodos de Obtenção das Variáveis Antropométricas .....	52
Quadro 7 - Resultado comparativo e confiabilidade entre os métodos .....	70
Tabela 1 - Resultado da pesquisa de campo .....	51
Tabela 2 - Variável Antropométrica 1- Método direto .....	53
Tabela 3 - Variável Antropométrica 1 - Método Indireto .....	54
Tabela 4 - Variável Antropométrica 2 - Método direto .....	55
Tabela 5 - Variável Antropométrica 2 - Método Indireto .....	56
Tabela 6 - Variável Antropométrica 3 - Método direto .....	57
Tabela 7 - Variável Antropométrica 3 - Método indireto .....	58
Tabela 8 - Variável Antropométrica 4 - Método direto .....	59
Tabela 9 - Variável Antropométrica 4 - Método indireto .....	60
Tabela 10 - Variável Antropométrica 5 - Método direto .....	61
Tabela 11- Variável Antropométrica 5 - Método indireto .....	62
Tabela 12 - Variável Antropométrica 6 - Método direto .....	63
Tabela 13 - Variável Antropométrica 6 - Método indireto .....	64
Tabela 14 - Dados Estatísticos das 6 variáveis Método direto .....	64
Tabela 15 - Dados Estatísticos das 6 variáveis Método Indireto .....	65
Tabela 16 - Teste Student t para Amostras Pareadas para o Pé Direito .....	67
Tabela 17 - Teste Student t para Amostras Pareadas para o Pé Esquerdo .....	68
Tabela 18 - Teste ANOVA um Critério para o Método Direto .....	69
Tabela 19 - Teste ANOVA um Critério para o Método Indireto .....	69
Tabela 20 - Interpretação dos Níveis de Confiança .....	70
Tabela 21 - Comparação entre as variáveis.....	72
Tabela 22 - Comparação entre os IMCS .....	73

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Radiografia em perfil do pé .....	20
Figura 2 - Radiografia do pé.....	21
Figura 3 - Pé grego .....	22
Figura 4 - Pé Polinésio .....	22
Figura 5 - Pé Egípcio.....	22
Figura 6 - Avaliação antropométrica do pé.....	30
Figura 7 - Fluxograma de execução metodológica .....	35
Figura 8 - Fluxograma da medição direta.....	36
Figura 9 - Paquímetro quadridimensional analógico .....	37
Figura 10 - Cadeira de apoio aos pés para medição a laser.....	38
Figura 11 - Etiquetas adesivas .....	38
Figura 12 - ZSCANNER 700 CX .....	39
Figura 13 - Distância mínima das etiqueta .....	41
Figura 14 - Etiquetas adesivas sobre a superfície do pé.....	41
Figura 15 - Distância ideal de escaneamento .....	42
Figura 16 - Pé com etiqueta adesiva .....	42
Figura 17 - Processo obtenção do escaneamento.....	42
Figura 18 - Importação de dados .....	43
Figura 19 - Fluxograma do processo de escaneamento .....	43
Figura 20 - Laboratório LABERG da UFPR .....	44
Figura 21 - Distância ideal entre objeto e escâner ZSCANNER 700CX .....	45
Figura 22 - Fluxograma da Medição Indireta .....	47
Figura 23 - Início do Processo de seleção das áreas .....	48
Figura 24 - Pontos Gerados pelas Etiquetas .....	48
Figura 25 - Final do Processo de Ajuste de Imagem .....	49
Figura 26 - Exemplo das dimensões da caixa de diálogo 3DSTUDIO MAX com as dimensões X, Y, Z. ....	49
Figura 27 - Processo final de conversão e obtenção em malha do objeto em vista frontal .....	50

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Correlação Linear de Pearson (pé direito) .....	66
Gráfico 2 - Correlação Linear de Pearson (pé esquerdo) .....	66
Gráfico 3 - Teste Student t para Amostras Pareadas para o Pé Direito .....	67
Gráfico 4 - Teste Student t para Amostras Pareadas para o Pé Esquerdo .....	68

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

3D	- Três dimensões
ANOVA	- Análise de Variância
EMIS	- Membros das Extremidades Inferiores
IMC	- Índice de Massa Corporal
KG	- Kilograma
LABERG	- Laboratório de Ergonomia da UFPR
m	- metro
mm	- milímetros
NASA	- Agência Espacial Americana
OMS	- Organização Mundial da Saúde
STL	- Standart Template Library
TCLE	- Termo de Consentimento Livre Esclarecido
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
UNESP	- Universidade Estadual de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 APRESENTAÇÃO .....	14
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....	14
1.3 JUSTIFICATIVA .....	15
1.4 OBJETIVOS .....	16
1.4.1 Objetivo geral .....	16
1.4.2 Objetivos específicos.....	16
1.5 HIPÓTESES.....	17
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	17
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
2.1 ANATOMIA.....	19
2.1.1 Conceito .....	19
2.1.2 Morfologia do pé.....	21
2.2 ANTROPOMETRIA .....	23
2.2.1 Conceitos .....	23
2.2.2 Estudos antropométricos.....	24
2.2.3 Indicador dimensional.....	25
2.2.4 Conceitos estatísticos.....	26
2.2.5 Estudos antropométricos para avaliação do pé humano.....	26
2.2.6 Técnica de coleta de dados antropométricos .....	28
2.2.7 Procedimentos para escaneamento .....	31
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	34
3.1 MÉTODO DE PESQUISA .....	34
3.2 TAMANHO AMOSTRAL.....	35
3.3 COLETA DE DADOS .....	37
3.4 MATERIAIS .....	39
3.5 PROCEDIMENTO PARA OBTENÇÃO DO ESCANEAMENTO .....	42
3.5.1 Local da coleta .....	44
3.5.2 Etapas de processamento das Imagens 3D.....	44

<b>4 RESULTADOS</b> .....	51
4.1 RESULTADOS REFERENTES AOS DADOS DE PERCEPÇÃO DE DESCONFORTO .....	51
4.2 RESULTADOS DAS VARIÁVEIS COLETADAS .....	51
4.3 TESTES ESTATÍSTICOS.....	65
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	71
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	74
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	76
<b>APÊNDICES</b> .....	80

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO

A antropometria baseia-se essencialmente na sistematização de métodos para obtenção de medidas corporais. Vislumbramos com a crescente disseminação da tecnologia 3D de sistemas de escaneamento de imagens a laser ocasionado pela sua gradativa redução de custos. Nós nos deparamos com um novo cenário, então com a possibilidade da absorção crescente do uso desta tecnologia para fins antropométricos, pelas múltiplas possibilidades de uso destes recursos atualmente em distintas áreas (engenharia, medicina, arqueologia, etc.).

Antecipando esta maior aplicação de uso desta tecnologia no âmbito da antropometria, a proposta desta pesquisa procura investigar se há diferenças significativas nas medidas antropométricas geradas por diferentes técnicas de medição.

Assim este estudo propõe a comparação de diferentes técnicas por meio da medição direta e a indireta. As técnicas utilizadas foram: sistema digital 3D de Escâner ZSCANNER 700CX e Paquímetro Analógico quadrimensional.

### 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Os métodos antropométricos tradicionais de medição por contato físico com o objeto provocam pressão sobre o tecido epidérmico, dificultam a orientação em relação aos planos de medição, podem apresentar erro de paralaxe, falta de aferição do instrumento podem causar erros de precisão.

Em relação ao método de medição indireta sem contato físico com objeto através da técnica de escaneamento tridimensional a laser podemos encontrar muitas vantagens tais como: confiabilidade das medidas geradas pela nova tecnologia; captura um objeto inteiro em uma varredura contínua sem contato físico; análise de dados de alta qualidade; obtenção de peças de geometria de alta complexidade formal; Posicionamento próprio, não há necessidade de volumosos braços mecânicos fixos, posição de tripés ou dispositivos de posicionamento externo. O Instituto Nacional de tecnologia (INT) destaca as seguintes vantagens



em relação a esta tecnologia: levantamento de milhares de pontos na superfície do corpo em poucos segundos; arquivamento da imagem escaneada do corpo em 3D permite levantar uma grande quantidade de variáveis antropométricas, independente da presença física do indivíduo; Os dados obtidos podem ser usados para calcular áreas de superfície, formas dos segmentos corporais, contornos do corpo e outras medidas que não podem ser obtidas por meio dos métodos tradicionais em antropometria.

Desvantagens:

- Custo de aquisição do equipamento e software, tempo de colocação das referências espaciais no objeto, tratamento posterior das imagens.
- Inexistência de estudo similar utilizando o escâner ZSCANNER 700CX referenciado.
- Sistematização de procedimentos para a coleta de dados antropométricos por meio da tecnologia de escaneamento 3D.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A necessidade de adequação de alguns produtos às características do indivíduo é uma demanda crescente na nossa sociedade, revertendo na sua grande maioria em saúde, segurança e conforto ao usuário como é o caso de sapatos, luvas, capacetes, etc. Para um adequado projeto destes produtos faz-se necessário um referencial dimensional adequado e confiável. Denota assim uma crescente aplicação de base de dados antropométricos populacional.

Segundo Manfio (1995), quando afirma que no Brasil existe uma carência muito grande de dados antropométricos referentes à estrutura corporal dos brasileiros, tanto de adultos como crianças.

Os pés dos brasileiros são relativamente mais curtos e mais “gordos” em relação aos pés europeus, que são mais finos e mais longos. Como muito moldes para fabricação de calçados são baseados em formas européias isso explica os casos de aperto nos pés (LACERDA, 1984).

A indústria calçadista cresceu vertiginosamente na última década. O Brasil é um dos exportadores de calçados para vários países, segundo a Associação

Brasileira da Indústria de Calçados o Brasil é o terceiro produtor mundial de calçados, com 800 milhões de pares por ano, superados apenas pela Índia, com 900 milhões, e pela China, com 9 bilhões. O aumento das exportações foi 15,2% no segundo semestre de 2010 (GLOBO 21, 2011).

Assim a base para produtos de maior conforto e adequação ao indivíduo deve estar centrada em dados antropométricos da população a que se destina.

Desta forma é de grande relevância o estudo referente as variabilidades dimensionais e características antropométricas dos pés. Verifica-se assim a necessidade de novos estudos principalmente com a utilização de tecnologia digital 3D com novas possibilidades de ampliação de recursos para a coleta de medidas humanas.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo está centrado no estudo comparativo de precisão dimensional de diferentes métodos e procura-se verificar se há diferenças em medidas antropométricas dos grupos amostrais escolhido entre o método tradicional com paquímetro analógico e o escâner ZSCANNER 700CX 3D a laser.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Verificar se há variação dimensional entre pé direito e esquerdo através da medição direta com contato por instrumentos de medição, e a indireta propondo um método por meio da tecnologia digital de escaneamento 3D a laser com objetivo de se obter dados antropométricos confiáveis.
- Verificar a adequação e confiabilidade estatística do uso da tecnologia digital de escaneamento 3D a laser em dados antropométricos.

## 1.5 HIPÓTESES

- Há uma correlação de significância estatística entre as variáveis do pé (direito e esquerdo) entre método direto e indireto.
- A utilização dos procedimentos sistematizados de captura de imagem 3D a laser, viabilizará a coleta de dados antropométricos dada uma população finita fornecendo um maior número de variáveis dimensionais do que o sistema tradicional direto por meio do paquímetro analógico quadrimensional.

## 1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está organizada em seis capítulos ordenados conforme a seqüência lógica do desenvolvimento do trabalho. Na seção 1 – Introdução, constam as reflexões que levaram ao desenvolvimento deste trabalho, como apresentação do tema, o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa da escolha do tema proposto, bem como a descrição da estrutura da dissertação.

Na seção 2 apresenta-se a fundamentação teórica, abordando os principais conceitos, discorrendo sobre a anatomia dos membros inferiores, especificamente o pé humano, e a antropometria, visando ampliação do entendimento do problema e para a construção da metodologia proposta, assim como das formas de se avaliar e compreender os resultados buscados.

A terceira seção apresenta a proposta metodológica aplicada, descrevendo de forma detalhada a descrição da metodologia, citando os procedimentos realizados para a discussão de cada objetivo deste trabalho, nesta seção seguiu-se a ordem metodológica de experiências que foram realizadas, pois se entende que as informações sobre os métodos diretos e indiretos para a análise da variabilidade antropométrica.

Na seção 4 constam os resultados obtidos nos testes de validação e ensaios realizados, da mesma maneira com a descrição da amostra de uma população, detalhando as medições de forma a contemplar cada um dos objetivos e buscar evidenciar as respostas para as hipóteses.

Já a seção 5 apresenta a discussão dos resultados, bem como apresentação de tabelas e gráficos, visualizando as informações que confirmam os métodos utilizados na metodologia. Nesta seção apresenta ainda as tabelas de população de maneira comparada com vários autores.

A seção 6 conclui a dissertação, apresentando a correlação dos objetivos, problema de pesquisa, bem como todos os questionamentos propostos. Além de apresentar as considerações finais, apresentando ainda as contribuições para a continuidade deste trabalho ou de outros que tenham os mesmos objetivos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Faz-se necessário neste estudo abordar alguns aspectos importantes para a compreensão da aplicação antropométrica. Aborda-se ainda dentre os temas: Anatomia do pé humano e o estudo antropométrico do pé, bem como as técnicas e métodos utilizados na avaliação antropométrica.

### 2.1 ANATOMIA

Roebuck (1993) alega que a antropometria é a ciência de mensuração e a arte do conhecimento da geometria humana, da massa e da capacidade de força. Relata ainda que a palavra antropometria deriva do Grego *anthropos* = homem e *metrikos* = medida. Por isto poderíamos defini-la como a parte da antropologia que estuda as proporções e medidas do corpo humano. Michels (2000) e Rodrigues-Añez (2001) destacam a antropometria como o ramo das ciências humanas que estuda as medidas do corpo, particularmente o tamanho e a forma.

#### 2.1.1 Conceito

A Anatomia Humana aplicada ao ensino propõe o estudo macroscópico de órgãos e sistemas constituintes do corpo humano, utilizando-se de terminologia própria e descrições formadas ao longo dos séculos dos estudos anatômicos (PROENÇA, 2000; VAN DE GRAFF, 2003).

A terminologia anatômica mundial é o latim, onde o termo anatomia deriva do grego *Anatome* que significa cortar em partes, seccionar, aplicado aos cadáveres, de acordo com interesses fisiológicos e religiosos da época, que alicerçam através dos séculos os conhecimentos das estruturas e funcionamento do corpo (DIDIO, 2002).

O pé humano é composto de 26 ossos assim distribuídos: 7 ossos do tarso (tálus, calcâneo, cubóide e os 3 cuneiformes); 5 ossos do metatarso; 14 falanges (3 para cada um dos dedos, exceto para o hálux, que tem apenas duas).

O pé divide-se em tarso, metatarso (metatarsianos) e dedos com suas falanges proximal e distal. No tarso identificam-se: calcâneo, cubóide, talus, navicular e cuneiformes média e distal: lateral, intermédio e medial.

De acordo com Nobeschi (2010) clinicamente o pé é dividido em três porções: retropé, mediopé e antepé.

- **retropé:** formado pelos ossos tálus e calcâneo. A articulação entre o tálus e calcâneo é denominada de articulação subtalar (articulação de Choupart).
- **mediopé:** formado pelos ossos navicular, cubóide e cuneiformes medial, intermédio e lateral. A principal articulação é entre os ossos navicular (do mediopé) com o tálus e calcâneo (retropé), denominada de articulação taluscalcâneonavicular (local onde tem grande mobilidade para os movimentos de inversão e eversão do pé).
- **antepé:** constituído pelos metatarsos e falanges. A articulação entre o mediopé e antepé, articulação tarsometatarsal, também é conhecida como articulação de *Lisfranc*.

A seguir a figura 1, apresenta a radiografia de um pé humano.



**Figura 1 - Radiografia em perfil do pé (Nobeschi, 2011)**

**Legenda da Radiografia em Perfil do Pé:** 1- tróclea do tálus; 2- colo do tálus; 3- cabeça do tálus; 4- sustentáculo do tálus; 5- calcâneo; 6- navicular; 7- cubóide; 8- cuneiformes; 9- base do metatarso; 10- corpo do metatarso; 11- cabeça do metatarso; 12- osso sesamóide; 13- falange proximal; 14- falange distal; seta – seio do tarso



**Figura 2 - Radiografia do pé (Nobeschi, 2011)**

**Legenda da Radiografia do Pé:** 1- tálus; 2- calcâneo; 3- navicular; 4- cuneiforme medial; 5- cuneiforme intermédio; 6- cuneiforme lateral; 7- cubóide; 8- processo estilóide do Vº metatarso; 9- corpo das falanges; 10- sesamóide; seta – osso de *Vesalius* (sesamóide).

### 2.1.2 Morfologia do pé

Por meio do tipo morfológico do pé desempenha um papel importante no aparecimento de deformidades (TEODORO, 2006). Para Hennig (2003) há diferentes morfologias do pé em diversas partes do mundo, o pé asiático apresenta um antepé mais largo e um Arco Plantar Longitudinal diminuído e pés mais pronados. Kapandji (2000) e Manfio (2001) descrevem os 3 tipos de pés segundo sua morfologia:

- Pé grego denominado como o segundo dedo mais longo, logo após o hálux e o terceiro dedo quase iguais, a seguir o quarto dedo e por último o quinto;
- Pé polinésio ou pé quadrado, sendo todos os dedos quase iguais, pelo menos os três primeiros;

- Pé egípcio este tipo de pé o hálux é o mais longo, entretanto os demais se classificam em ordem decrescente.



**Figura 3 - Pé Grego**  
Fonte: [www.calcadoesportivo.com](http://www.calcadoesportivo.com)



**Figura 4 - Pé Polinésio**  
Fonte: [www.tatuagens-femininas.com](http://www.tatuagens-femininas.com)



**Figura 5 - Pé egípcio**  
Fonte: [www.pespraquetekero.blogspot.com](http://www.pespraquetekero.blogspot.com)

Dentre as metodologias que envolvem medição direta do pé, pode-se destacar o trabalho de Manna, et al. (2001), que fizeram um estudo comparativo das dimensões do pé entre homens e mulheres adultos e a avaliação dos problemas do pé no uso de calçados. As dimensões registradas foram comprimentos, larguras, alturas para as quais se utilizaram antropômetros, e o volume do pé, determinado pelo método de deslocamento de água em um recipiente de vidro.

Não se observaram correlações significativas entre as medições feitas e os problemas decorrentes do uso de calçado. Mas foi observado que as deformações dos calçados avaliados ocorreram mais no lado direito do par de calçados que no



esquerdo tanto em homens como em mulheres provavelmente decorrentes da pressão imposta ao pé durante o ato de movimentar-se (caminhada).

De acordo com Lafortune (2001), em sua pesquisa sobre calçado esportivo, deve-se levar em consideração informações colhidas das fontes: Mecânica (materiais e componentes) e da Biomecânica (cinemática, cinética e atividade muscular), assim como obter informações de ordem Sensorial (percepção sensorial e preferências) para alcançar melhores resultados.

Um outro método foi usado por Palma et al. (2001) para se caracterizar o pé humano com objetivo de se verificar a anatomia funcional do pé em situação estática com suporte do peso do corpo e em situação dinâmica na caminhada e corrida. Utilizaram-se como métodos, radiografias para se obter informações sobre o comportamento das formas dos ossos nestas condições. E para observar os ligamentos, tendões e arcos do pé usaram-se ultra-sonografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética.

## 2.2 ANTROPOMETRIA

### 2.2.1 Conceitos

A antropometria foi definida como a ciência de medida do tamanho corporal (NASA, 1978). A antropometria é um ramo das ciências biológicas que tem como objetivo o estudo dos caracteres mensuráveis da morfologia humana. Como diz Sobral (1985) "o método antropométrico baseia-se na mensuração sistemática e na análise quantitativa das variações dimensionais do corpo humano".

A antropometria divide-se em: (1) somatometria que consiste na avaliação das dimensões corporais do indivíduo; (2) cefalometria que se ocupa do estudo das dimensões da cabeça do indivíduo; (3) osteometria que tem como finalidade o estudo dos ossos cranianos; (4) pelvimetria que se ocupa das dimensões pélvicas; (5) odontometria que se ocupa do estudo das dimensões dos dentes e das áreas dentárias.

### 2.2.2 Estudos antropométricos

Para ilustrar o papel da Antropometria na Biomecânica, destacamos alguns estudos, realizados especificamente no Brasil, que além da exemplificação servem para mostrar o estado de arte da Antropometria inerente a Biomecânica, tais como: Machado (1994) em sua dissertação de mestrado, analisou as características dinâmicas do caminhar humano, em função dos diferentes tipos de calçados. No estudo o autor utilizou dimensões antropométricas do pé, obteve: 9 comprimentos, 12 perímetros, 9 larguras, e 14 alturas.

Ramiro et al. (s/d) apresentam um guia de recomendações para o modelo de calçados, no qual dedicam um capítulo referente à utilização da Antropometria para a determinação de dimensões e parâmetros dimensionais do pé. Este conjunto de dimensões (comprimentos, alturas e larguras) é utilizado para a definição da fôrma utilizada na construção de calçados.

Wieczorek, Duarte e Amadio (1997) avaliaram a força de reação do solo durante a execução do movimento básico de *step* e identificaram o seu padrão. A Antropometria neste estudo foi utilizada para selecionar uma amostra homogênea, em função do comprimento dos membros inferiores e massa.

Corrêa et al. (1997) descreveram e analisaram as diferenças entre o andar no piso fixo e na esteira rolante em termos de variação de energia mecânica e das variáveis cinemáticas que contribuem para esta variação. Para a utilização da Cinemetria, foi utilizado o modelo antropométrico de Dempster. Sendo assim, no modelo de Dempster, o qual se baseia em 13 segmentos corporais, mensurados em 17 pontos. Entende-se que a Antropometria contribuiu como suporte à cinemetria, na definição do modelo utilizado no cálculo das variáveis cinemáticas. (MELO E SANTOS, 2000).

Menin (2009) através de sua pesquisa Antropometria das Extremidades dos membros inferiores de obesos: parâmetros para o design ergonômico de calçados, onde foram coletadas informações de percepção de conforto no uso de calçados e 30 variáveis antropométricas dos membros inferiores de 84 amostras obesas e não obesas de ambos os sexos.

### 2.2.3 Indicador dimensional

O índice de massa corporal (IMC) é um dos indicadores antropométricos mais utilizados na identificação de indivíduos em risco nutricional. O Índice de Massa Corporal (IMC) é reconhecido como padrão internacional para avaliar o grau de obesidade. O termo IMC foi proposto por Keys et al. em 1972, sendo também referenciado como Índice Quételet, em homenagem ao seu autor original, o astrônomo e matemático belga Lambert Adolphe Jacques Quételet, considerado o Pai da Antropometria (RICARDO e ARAÚJO, 2001).

Para obtenção do Índice de massa corporal utiliza-se a equação abaixo:

$$\text{Equação: IMC} = \text{kg} / \text{m}^2 \quad (1)$$

Onde, kg é o peso do indivíduo em quilogramas e m é sua altura em metros.

Isso ocorre em virtude da sua facilidade de aplicação, seu baixo custo e pequena variação intra ou intermedidor. Todavia, como indicador de risco no idoso, ele tem sido considerado pobre, em razão de não refletir, principalmente, a distribuição regional de gordura que ocorre com o processo de envelhecimento. (SAMPAIO e FIGUEIREDO, 2005).

Desta forma, o Índice de Massa Corporal (IMC) é uma medida internacional usada para calcular se uma pessoa está no peso ideal.

Trata-se de um método fácil e rápido para a avaliação do nível de gordura de cada pessoa, ou seja, é um preditor internacional de obesidade adotado pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

<b>IMC</b>	<b>Classificação</b>
< 18,5	Magreza
18,6 – 24,9	Saudável
25,0 – 29,9	Peso em excesso

**Quadro 1 – Índice de Massa Corpórea (IMC) (OMS - Organização Mundial da Saúde, 2011)**

#### 2.2.4 Conceitos estatísticos

De acordo com Triola (2008, p. 412) o coeficiente de correlação linear  $r$  “mede a intensidade da relação linear entre os valores quantitativos emparelhados  $x$  e  $y$  em uma amostra”.

O coeficiente de correlação linear  $r$  é calculado com a utilização de dados amostrais, ele é uma estatística amostral usada para medir a intensidade linear  $x$  e  $y$ .

O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. Este coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não há relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita, mas inversa, ou seja quando uma das variáveis aumenta a outra diminui. Quanto mais próximo estiver de 1 ou -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis.

O teste  $t$  de *Student* ou somente teste  $t$  é um teste de hipótese que usa conceitos estatísticos para rejeitar ou não uma hipótese nula, desde que o objeto do teste siga uma distribuição  $t$  de *Student* (TRIOLA, 2008, p. 310).

A análise de variância (ANOVA) de acordo com Triola (2008, p. 508) é “um método para se testar a igualdade de três ou mais médias populacionais através da análise das variâncias amostrais”.

#### 2.2.5 Estudos antropométricos para avaliação do pé humano

Verifica-se que um dos estudos mais antigos que considera a antropometria do pé humano, sendo este realizado por Hertzberg et al. (1954, apud MANFIO 1995), em que se determinaram 132 dimensões do corpo, em mais de 4.000 sujeitos acima de 18 anos, das quais 8 eram referentes ao pé. O trabalho traz como dimensões antropométricas: comprimento do pé, comprimento do calcâneo até a cabeça do metatarso I, perímetro das cabeças dos metatarsos, larguras do pé, do calcanhar e bimaléolar e alturas do maléolo lateral e maléolo medial.

De acordo com Menin, Paschoarelli e Silva (2010):

Desde a pré-história o homem faz uso de adereços para proteger os pés. Com o passar do tempo os calçados ganharam outras características – influenciadas pela evolução da moda, dos métodos de fabricação entre outros – que os tornaram incômodos e/ou prejudiciais a saúde (PASCHOARELLI, 2010, p. 36).

Manfio e Ávila (2003), destacaram a importância, da fabricação de calçados com perfis diferenciados, para cada numeração. Os perfis encontrados foram mediante a utilização de dimensões antropométricas nas variáveis de comprimento do pé, perímetro da cabeça dos metatarsos e o número do calçado usado pelos sujeitos. A relevância deste estudo foi de propor à indústria calçadista parâmetros para a construção de calçados que atendam a variabilidade das dimensões do comprimento, da altura e da largura do pé do brasileiro.

Rodrigues, et al. (1998) desenvolveram uma pesquisa com o objetivo de estabelecer um protocolo metodológico para avaliação das dimensões do pé humano. As dimensões antropométricas realizadas em ambos os pés foram em termos de: 5 comprimentos, 4 perímetros 5 alturas, 4 larguras, além das dimensões, indiretas do pé (índice do arco longitudinal – 5 comprimentos e 3 larguras). Este estudo contribui para a indústria calçadista na fabricação de calçados com modelos de pé padrão brasileiro.

Nasser (2000) em sua tese de doutorado, investigou a conformação externa do arco plantar longitudinal medial e a distribuição de forças anterior e posterior do pé, em diferentes alturas e ângulos de apoio do calcanhar. Os pontos antropométricos demarcados num total de 15, possibilitaram a aquisição de dados através da cinemetria, os quais possibilitaram verificar o modelo que melhor representa o contorno do arco plantar longitudinal medial. Este estudo contribuiu para mostrar que o aumento da altura dos sapatos (nos calcanhares) provoca modificação no padrão de caminhar, no formato da curva do arco plantar e na estabilidade, podendo ou não causar patologias.

Dados referentes à antropometria de pessoas com necessidades especiais no Brasil são escassos. Especificamente de pessoas obesas, algumas pesquisas foram desenvolvidas (MENIN et al., 2005; MENIN et al., 2006; PASCHOARELLI et al., 2004). Estes autores enfatizam que os dados antropométricos referentes à

extremidade dos membros inferiores (EMI's) dos indivíduos obesos ainda são inexistentes e poderiam contribuir para o design ergonômico de calçados que atendessem à suas necessidades especiais.

### 2.2.6 Técnicas de coleta de dados antropométricos

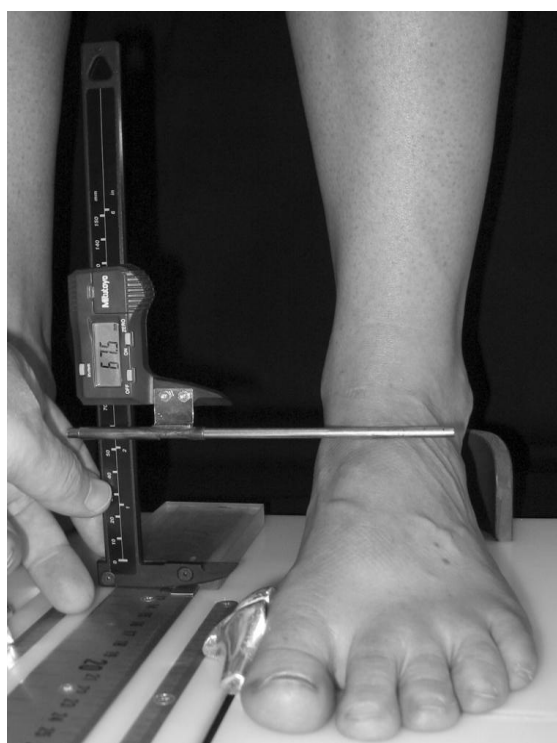
Entre as técnicas de coletas de dados antropométricos há a necessidade adequação de instrumentos para a correta obtenção das medidas na literatura encontramos vários estudos com diversos métodos e instrumentos que auxiliam nesta atividade conforme descritos no quadro 2:

Item	Autor e Fonte	Objetivo do Trabalho	Método	Figura
(1)	McPoil et al (2010) <a href="http://www.jfootankleres.com/content/2/1/28">www.jfootankleres.com/content/2/1/28</a>	Determinar se uma única variável ou a combinação destas variáveis antropométricas do pé pode ser usados para prever o aumento da superfície plantar.	Métodos: Seis medidas do pé foram coletados em 155 sujeitos (97 do sexo feminino, 58 do sexo masculino, com idade média $24,5 \pm 3,5$ anos).	a
(2)	Michael Pohl B e Lindsay Farr (2010) <a href="http://www.jfootankleres.com/content/3/1/14">http://www.jfootankleres.com/content/3/1/14</a>	Comparar a confiabilidade da medida do arco do pé entre a fotografia digital e o compasso de calibre	Vinte indivíduos (6 homens e 14 mulheres) voluntários em participar do estudo. Indivíduos foram recrutados de população da universidade e comunidade circundante. A idade média dos indivíduos foi de $29,9 \pm 5,8$ anos, com peso de $70,4$ e $11,7$ kg	b
(3)	Scott Telfer e James Woodburn (2010) <a href="http://www.jfootankleres.com/content/3/1/19">http://www.jfootankleres.com/content/3/1/19</a>	Utilizar a tecnologia de digitalização 3D na medição e avaliação da superfície do pé humano.	A partir do banco de dados da PubMed, Science Direct, buscou-se 141 artigos. Destes 19 originais foram identificados, que preencheram os critérios de inclusão. Um adicional de 18 artigos satisfizeram os requisitos. Também foram identificados outros a partir de de outras fontes.	c
(4)	Menin, Mariana (2009) <a href="http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exilibris/bd/bba/33004056082P0/2009/menin_me_bauru.pdf">http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exilibris/bd/bba/33004056082P0/2009/menin_me_bauru.pdf</a>	Realizar um levantamento antropométrico dos membros inferiores de indivíduos obesos e não obesos, utilizando-se para isso de procedimentos metodológicos padronizados, permitindo analisar as diferenças entre estes grupos.	Foram coletados dados de percepção de conforto no uso de calçados e 30 variáveis antropométricas dos membros inferiores de 84 sujeitos adultos, sendo 42 obesos e 42 não obesos de ambos os sexos.	d

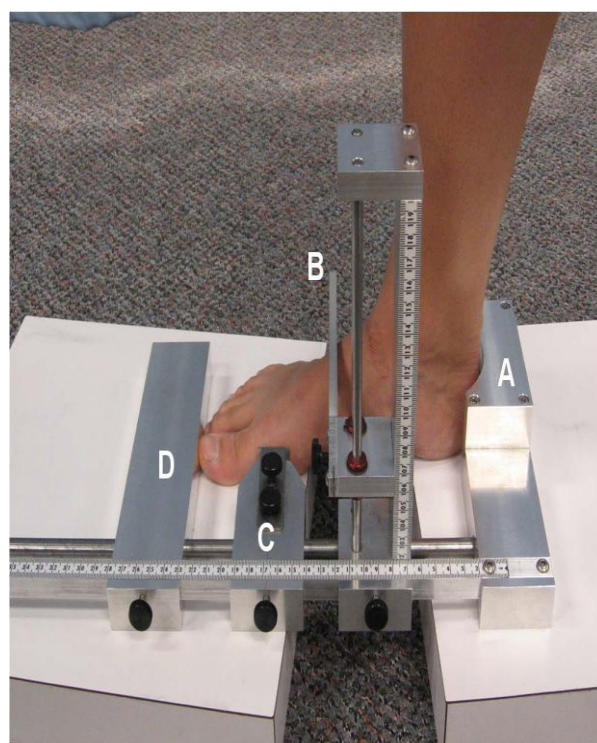
**Quadro 2 – Técnicas de coletas(MCPOIL et al., 2010; TELFER; WOODBURN, 2010; MENIN, 2009)**

Síntese dos estudos apresentados no quadro 2:

- (1) Os resultados deste estudo indicam que o clínico pode usar uma combinação simples, com confiança, das variáveis antropométricas do pé em tempo eficaz para explicar 75% sobre a área da superfície de contato relativa à planta do pé, incluindo ou excluindo a região do dedo do pé.
- (2) Este estudo demonstrou que o Índice de Altura do Arco calculado usando um método fotográfico digital pode ser determinado com confiabilidade. Entretanto, os valores medidos usando fotos digitais eram de um valor maior do que aquelas gravadas usando os compassos de calibre. Conseqüentemente, os estudos futuros são necessários estabelecer se o método gráfico da foto digital pode ser utilizado validamente entre o laboratório /comparações clínicas.
- (3) Modernos sistemas de digitalização em três dimensões de superfície podem obter representações digitais precisas e repetíveis da forma do pé têm sido utilizados com sucesso no desenvolvimento de aplicações médicas, ergonômicas e de calçados. São feitas sugestões para futuras áreas de pesquisa e para padronização de protocolos utilizados para produzir escaneamento do pé.
- (4) Os resultados demonstraram que as duas faixas populacionais comparadas no trabalho encontram dificuldades em adquirir calçados e também, que ambas sentem algum tipo de desconforto ao usá-los. Dezesete variáveis antropométricas apresentam diferença estatisticamente relevante, especialmente nas dimensões relacionadas às circunferências.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 6 – Avaliação antropométrica do pé. (a) MCPOIL et al, 2010. (b) MICHAEL POHL; FARR, 2010. (c) TELFER; WOODBUM, 2011. (d) MENIN, 2009.



### 2.2.7 Procedimentos para o escaneamento 3D

Como tecnologia recente encontramos na literatura os seguintes estudos:

- Dimensionamento de objeto real através de captura de imagens em sistemas digitais (LUZ, 2011); Aplicação da Fotogrametria para a coleta de Dados da Mão (KLEIN, 2009); Projeto e Construção de um Scanner Antropométrico Baseado no Sistema de Triangulação a Laser. (GAZZIRO, 2005)
- O sistema de escâner ZSCANNER 700CX 3D vai gerar a partir do objeto escaneado, uma malha com as coordenadas dos pontos de localização X, Y, e Z em sistema digital apropriado.
- Deve-se atender alguns requisitos para a obtenção de um adequado escaneamento. Há a necessidade de um sistema de leitura da imagem podendo ocorrer isto de duas formas: colocando etiquetas reflexivas na superfície escanada ou colocar a parte a ser escaneada ou colocar a parte a ser escanada sobre a plataforma de calibração que já contém as etiquetas.
- No caso da antropometria para se obter maior precisão o fabricante do equipamento (Z corporation) recomenda-se a aplicação das etiquetas no objeto a ser escaneado.




### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 MÉTODO DE PESQUISA

Para o alcance dos objetivos propostos, torna-se necessário utilizar o procedimento metodológico através da revisão bibliográfica, visando desenvolver um melhor aporte técnico e teórico. Como metodologia de pesquisa foi utilizada a descritiva.




Antes de realizar os experimentos os indivíduos assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TLCE), conforme modelo no anexo A.

As variáveis antropométricas selecionadas durante a revisão bibliográfica foram resumidas no quadro abaixo:

Variável Antropométrica	Designação	Definição	Método Direto	Método Indireto
Variável 1 	Comprimento do Pé	Distância entre o ponto mais proeminente, na região da tuberosidade do calcâneo, até o ponto mais proeminente, na região anterior da tuberosidade da falange distal do dedo maior.	Paquímetro	Escâner ZSCANNER 700CX
Variável 2 	Comprimento do pé e Calcanhar – Peito do Pé	Distância entre o ponto mais proeminente, na região da tuberosidade do calcâneo, até o ponto mais proeminente do osso navicular, seguindo a orientação do eixo longitudinal do pé.	Paquímetro	Escâner ZSCANNER 700CX
Variável 3 	Largura do Pé ou Largura na Cabeça dos Metatarsos	Distância medida, desde o ponto mais proeminente da região medial da tuberosidade da cabeça do metatarso(I), até o ponto mais proeminente da região lateral da tuberosidade da cabeça do metatarso(V).	Paquímetro	Escâner ZSCANNER 700CX

Continua

Continuação

<p>Variável 4</p> 	<p>Largura do Calcânhar</p>	<p>Distância medida entre os pontos mais proeminentes da região lateral e medial do calcâneo.</p>	<p>Paquímetro</p>	<p>Escâner ZSCANNER 700CX</p>
<p>Variável 5</p> 	<p>Altura do Peito do Pé</p>	<p>Distância vertical, medida a partir do plano de apoio do pé, até a região mais proeminente do osso navicular.</p>	<p>Verificador de Alturas</p>	<p>Escâner ZSCANNER 700CX</p>
<p>Variável 6</p> 	<p>Altura do Maléolo Medial</p>	<p>Distância vertical, medida a partir do plano de apoio do pé, até o ponto mais proeminente do maléolo medial.</p>	<p>Verificador de Alturas</p>	<p>Escâner ZSCANNER 700CX</p>

**Quadro 3 – Variáveis Antropométricas**  
**Fonte: Autor (2011)**

### 3.2 TAMANHO AMOSTRAL

A amostra utilizada foi de casuística/por conveniência, será utilizada uma população feminina com idade entre 18 a 48 anos.

Para Lida (2005, p. 47) a técnica de amostragem “consiste em selecionar um número limitado de sujeitos que participarão do experimento, reproduzindo, da melhor forma possível, as características básicas.

Segundo Kotler (2004, p. 104) a pesquisa não probabilística por conveniência “o pesquisador seleciona os membros da população dos quais pode extrair informações mais facilmente”.

A amostra não probabilística é aquela que a seleção dos elementos da população para compor a amostra depende ao menos da parte do julgamento do pesquisador ou do entrevistador no campo.

As amostras por conveniência (ou acidentais) são selecionadas por alguma conveniência do pesquisador. É a amostragem menos confiável, porém mais simples e mais barata. Sendo utilizada para testar idéias ou obter idéias sobre determinado assunto de interesse (MATTAR, 2001).

Desta forma, em amostra por conveniência, o pesquisador seleciona os membros da população que fornecem informações com mais facilidade.

A pesquisa foi feita entre estudantes universitárias de Curitiba e região Metropolitana. Esta população foi escolhida, tendo como característica a disponibilidade de tempo e praticidade na participação da pesquisa.

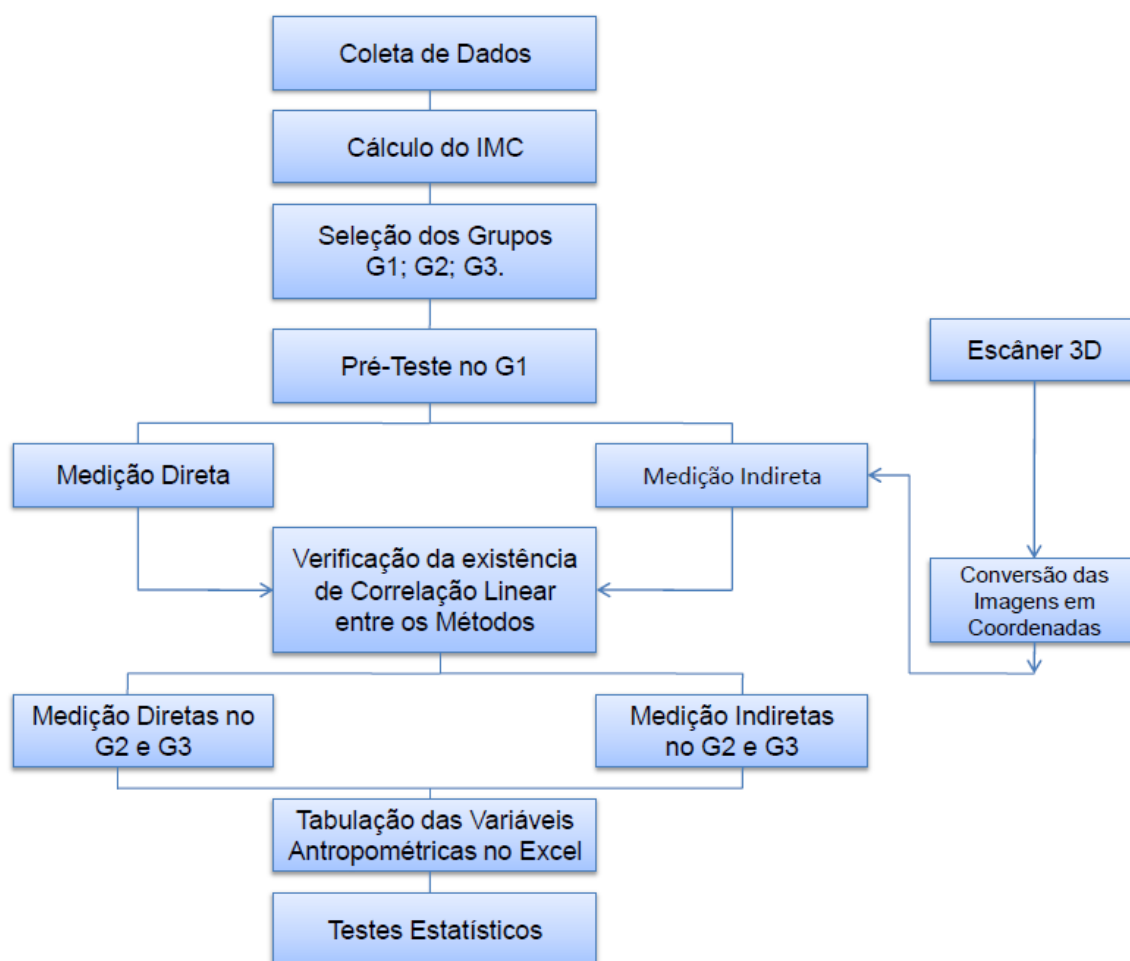
Desta população, foi utilizado 50%. A seguir apresenta-se a tabela 1 com os grupos de pesquisa, IMC e número amostral de cada grupo.

Foram entrevistadas e obtidas as variáveis peso e altura dos 60 indivíduos do sexo feminino por conveniência com objetivo de se reduzir tempo de coleta, custos e logística. Após lerem e concordarem com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), foram coletados dados de identificação tais como: idade, altura, peso, etc. Após esta fase, foi feita a análise e o cálculo do IMC e foram, então selecionadas 30 indivíduos com IMC abaixo de 18,5, IMC entre 18,6 a 24,9 e 25 a 29,9. Denominadas grupos G1, G2, G3.

<b>Grupo</b>	<b>IMC</b>	<b>n</b>
G1	< 18,5	10
G2	18,6 – 24,9	10
G3	25,0 – 29,9	10

**Quadro 4 – Índice de Massa Corpórea**  
**Fonte: Autor (2011)**

A seguir apresenta-se um fluxograma resumindo as etapas propostas aplicadas no presente estudo.



**Figura 7 - Fluxograma de execução metodológica**  
 Fonte: Autor (2011)

### 3.3 COLETA DE DADOS

Etapas da Coleta de dados antropométricos:

- Foram selecionadas as amostras, aplicando os testes iniciais com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Pesquisa e Levantamento de Dados;
- Seleção das amostras, verificação das informações dos grupos de pesquisa (G1, G2 e G3);
- Foram realizadas as dimensões diretas e indiretas, estas dimensões foram convertidas em imagens por meio do *3DSTUDIO MAX* (software utilizados para projetos e em animações);

- Identificação e cálculos estatísticos das diferenças entre os pés e organização das tabelas dos resultados;
- Verificação se existe correlação linear entre os métodos diretos e indiretos;
- Aplicação dos testes de Correlação Linear de *Pearson*, Teste *Student t* para amostras pareadas e ANOVA um critério;
- Análise dos resultados obtidos e conclusões finais.

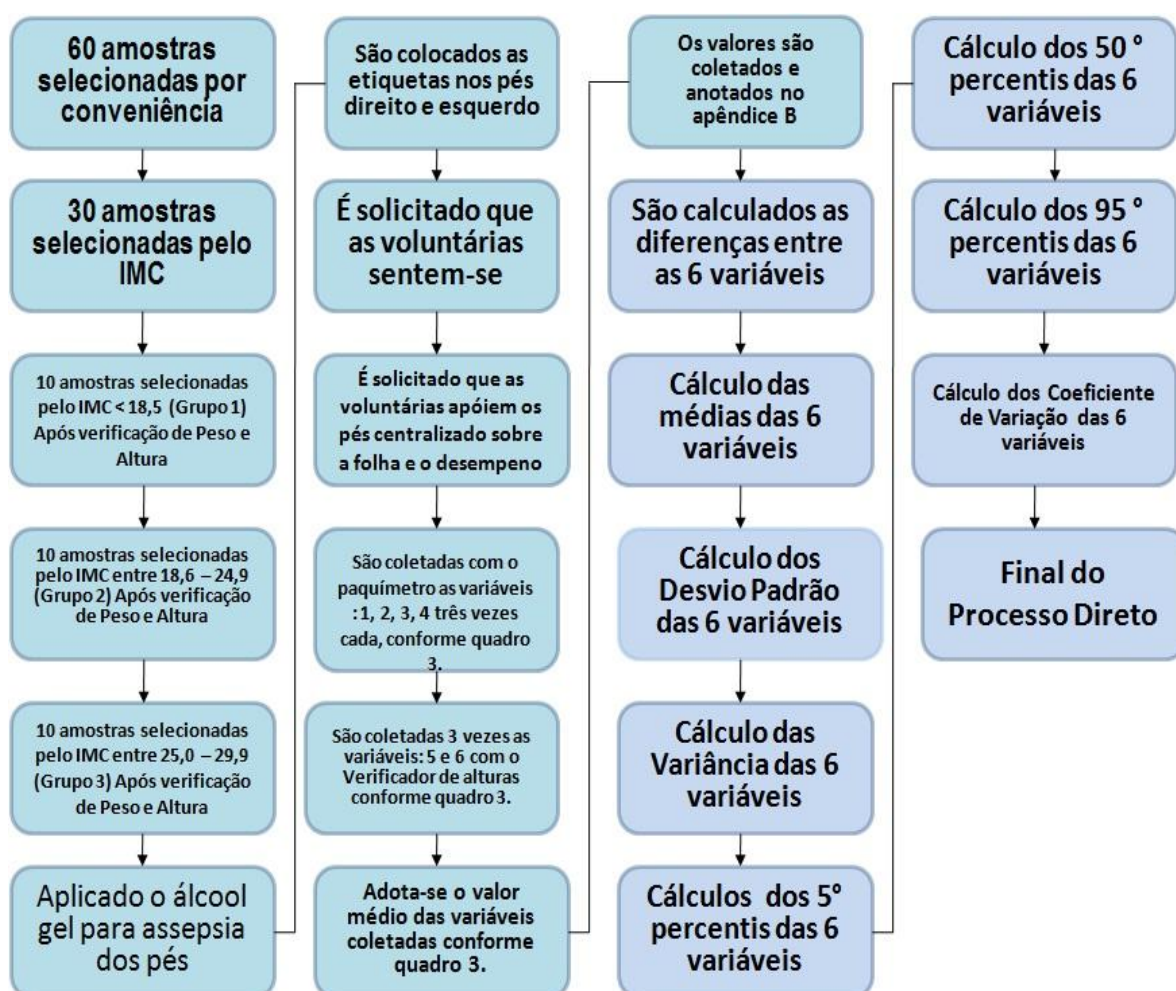
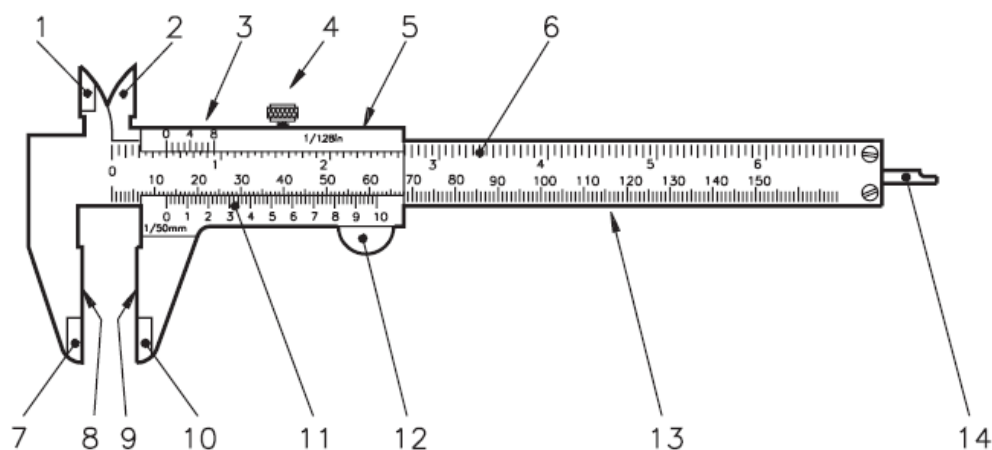


Figura 8 – Fluxograma da medição direta  
Fonte: Autor (2011)

### 3.4 MATERIAIS

Dentre os materiais utilizados neste estudo, citam-se: paquímetro quadridimensional analógico com precisão de 0,02 mm e capacidade de 300mm para medições diretas conforme figura 9. Já a cadeira de apoio aos pés para medição a laser conforme figura 10, caixa de etiqueta para referencias nos pontos sobre a superfície dos pés conforme figura 11, e escâner ZSCANNER 700CX tridimensional a laser conforme figura 12.



- |                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. orelha fixa                 | 8. encosto fixo                  |
| 2. orelha móvel                | 9. encosto móvel                 |
| 3. nônio ou vernier (polegada) | 10. bico móvel                   |
| 4. parafuso de trava           | 11. nônio ou vernier (milímetro) |
| 5. cursor                      | 12. impulsor                     |
| 6. escala fixa de polegadas    | 13. escala fixa de milímetros    |
| 7. bico fixo                   | 14. haste de profundidade        |

**Figura 9 – Paquímetro Quadridimensional Analógico**  
 Fonte: TELECURSO 2000

A seguir apresenta-se a cadeira de apoio para os pés visando a medição a laser:



**Figura 10 - Cadeira de apoio aos pés para medição a laser**  
Fonte: Autor (2011)

A caixa de etiquetas adesivas de posicionamento reflexivo e espacial, tem por objetivo referenciar os pontos das dimensões conforme figura 11, posicionar os demais pontos para que o scanner possa varrer a superfície total na geração da imagem, sendo este um procedimento do método indireto, ou seja, sem contato físico no pé.



(a)



(b)

**Figura 11 – Etiquetas adesivas. (a) Caixa de etiquetas adesivas de posicionamento reflexivo e espacial. (b) Aplicação sobre o pé**  
Fonte: Autor (2011)



Abaixo se demonstra o equipamento ZSCANER 700CX:



Figura 12 – ZSCANER 700 CX (ZCORP, 2011)

Das 30 amostras selecionadas pelo IMC, que atenderam os critérios do quadro 4. Utilizou-se o escâner tridimensional a laser ZSCANNER 700CX, que contém precisão óptica de até 0,05 mm em XY e resolução 0,1 mm em Z ,para medição e estudos da avaliação das 6 variáveis antropométricas. O quadro 5 traz as especificações técnicas do equipamento:

<b>Descrição</b>	<b>Especificações</b>
Aplicações	Engenharia Reversa, Órtese de Medicina, simulações, Digital
Resolução textura	50-250 DPI (configurável pelo usuário)
Velocidade de amostragem	18.000 medições por segundo
Número de câmeras	3
XY Precisão	até 50 microns (até 0,002 polegadas)
Resolução	0,1 mm em Z (0,004 polegadas de Z)
Profundidade de Campo	30 cm (12 polegadas)
Peso	1,3 kg (2,85 libras)
Dimensões	172 x 260 x 216 mm (6,75 x 10,2 x 8,5 polegadas)

Quadro 5 – Especificações do ZSCANER 700CX

A preparação do experimento se caracterizou por:

- Elaboração dos protocolos – foram elaborados 2 diferentes protocolos, sendo eles: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A); e um Protocolo de Pesquisa e Levantamento (Apêndice B);
- Na primeira parte do formulário, “denominada Identificação”, consta os dados: nome, gênero e idade; na segunda parte, denominada “Aspectos Físicos”, constam os dados: peso corporal, estatura e numeração do calçado; na terceira parte constam as dimensões antropométricas a serem coletadas divididas em medição direta e indireta e variáveis antropométricas;
- Utilizando este método que envolve a leitura de instrumentos que entram em contato direto com o organismo do voluntário, que foi denominado Medição Direta. Utilizando o método sem contato físico no pé com varredura por meio do scanner a superfície total do pé na geração da imagem, sendo este um procedimento denominado do método indireto.

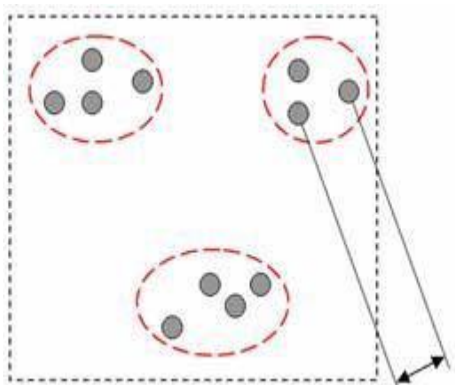
### 3.5 PROCEDIMENTO PARA OBTENÇÃO DO ESCANEAMENTO

A seqüência do processo de escaneamento é realizado através de fluxograma. Destaque para a colocação das etiquetas sobre a superfície do pé conforme figura 14 inscrita num círculo de até 20 mm, conforme figura 13. Verifica-se na figura 15 a distância ideal entre objeto e escâner ZSCANNER 700CX que é de aproximadamente 200 mm. Na figura 18 verifica-se a importação da imagem do escâner para o 3DSTUDIO MAX.

Demonstra-se através da seqüência abaixo o processo para obtenção do escaneamento. A pessoa era solicitada a posicionar o pé direito e posterior o esquerdo um de cada vez.

- 1ª) Foi passado álcool gel para a limpeza;
- 2ª) Foram verificadas sobre o pé o local de colocação das etiquetas conforme o quadro 3, do item 3.1 e orientações do item 2.2.7;

- 3ª) Pés apoiados sobre as cadeiras sem mobilização;
- 4ª) Configuração inicial do ZSCANNER 700 CX;
- 6ª) Utilização do Software do Escâner ZSCANNER 700 CX;
- 7ª) Selecionado nova digitalização;
- 8ª) Selecionado o módulo faces;
- 9ª) Início da Digitalização;
- 10ª) Selecionado o módulo Características de Posicionamento;
- 11ª) Capturando a imagem do pé com o escâner ZSCANNER 700 CX;
- 12ª) Selecionado o módulo Entidades ;
- 13ª) Selecionado o módulo Superfícies;
- 14ª) Trabalhando com as Irregularidades e Sombras no Módulo Facetas;
- 15ª) Selecionado o módulo Textura;
- 16ª) Selecionado o módulo Superfícies para ajustes na Geometria;
- 17ª) Finalização do Processo de Escaneamento.



**Figura 13 – Distância mínima das etiquetas**



**Figura 14 - (b) Etiquetas adesivas sobre a superfície do pé**  
Fonte: Autor (2011)



Figura 15 – Distância ideal de Escaneamento (Z Corporation Introduces ZSCANNER 700)



Figura 16 - Pé com etiqueta adesiva  
Fonte: Autor (2011)

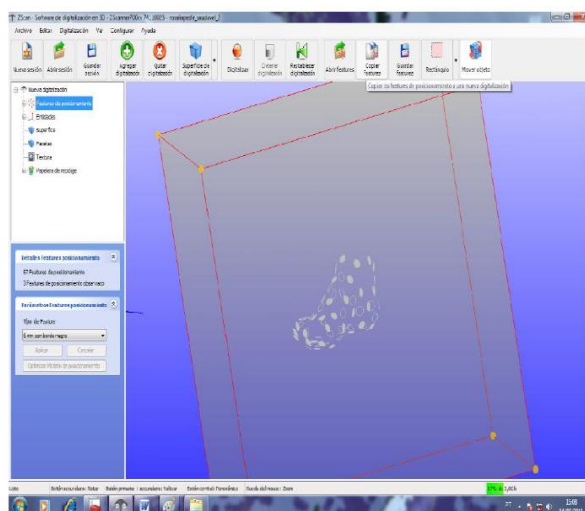


Figura 17 – Processo obtenção do escaneamento  
Fonte: Autor (2011)

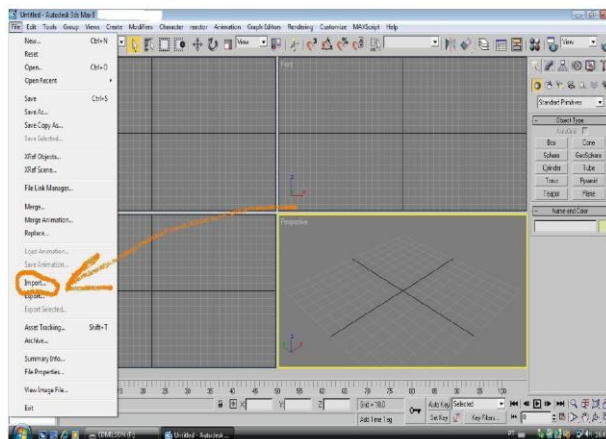


Figura 18 – Importação de dados  
Fonte: Autor (2011)

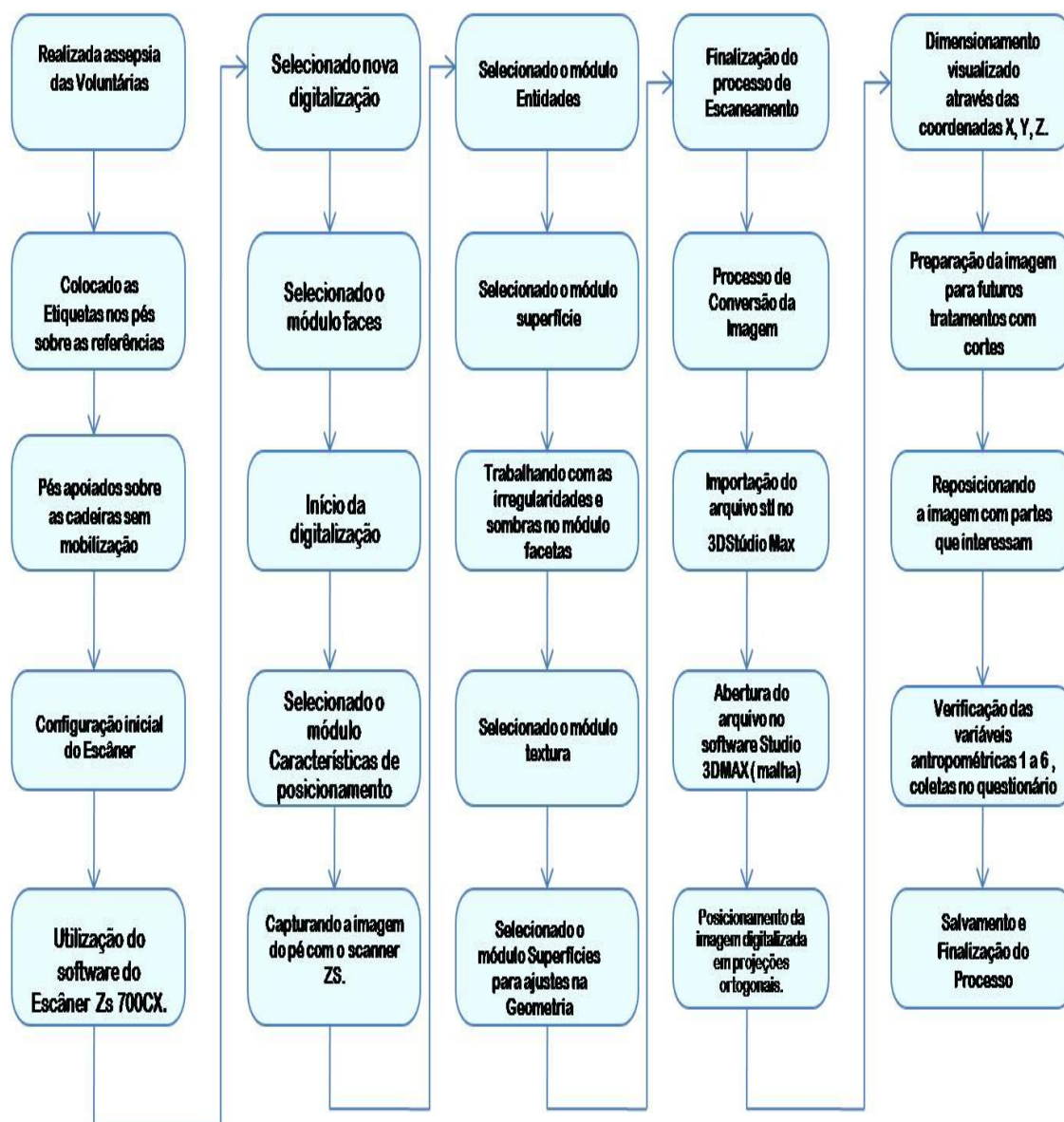


Figura 19 – Fluxograma do processo de escaneamento  
Fonte: Autor (2011)

### 3.5.1 Local da coleta

No que se refere aos procedimentos, a coleta de dados antropométricos foi realizada na sala de experimentos do Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da Universidade Federal do Paraná.

Os procedimentos de coleta de dados contaram com o auxílio dos bolsistas do LABERG da UFPR, o qual foi disponibilizado pelo Laboratório, conforme figura 20 da página a seguir.

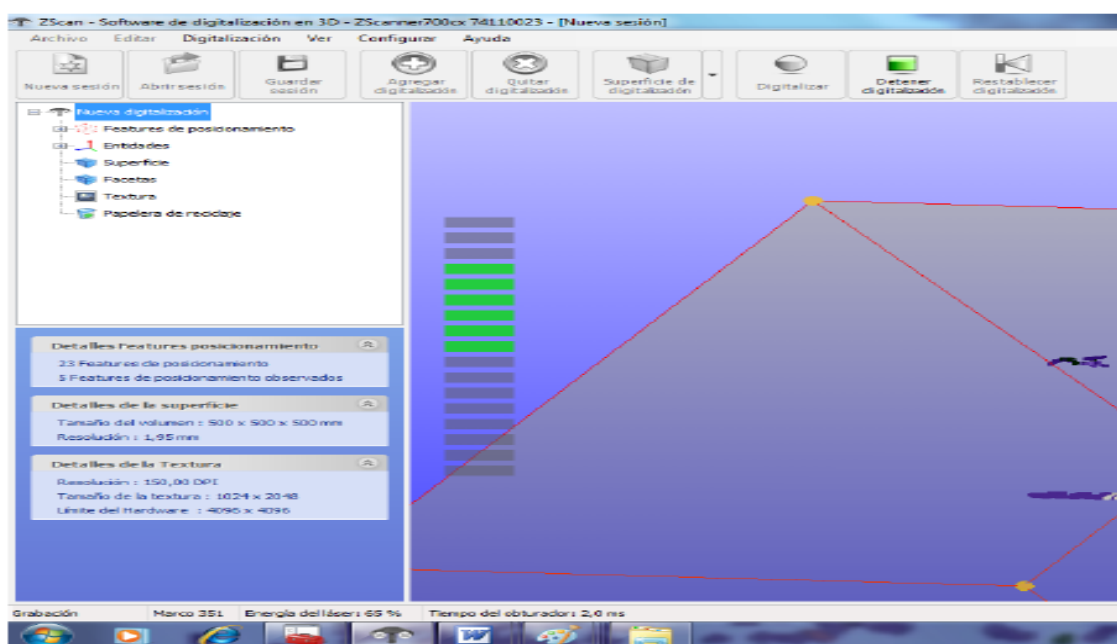


**Figura 20 – Laboratório LABERG da UFPR**  
Fonte: Autor (2011)

### 3.5.2 Etapas de processamento das Imagens 3D

Os procedimentos de captura de imagens 3D através do Escâner ZSCANNER 700CX teve a duração média de 60 minutos. A escala em verde na coluna da esquerda central indica que a distância entre o scanner e objeto é a ideal, após esta verificação, pode-se iniciar o escaneamento. Mas deve estar sempre atendo a esta

informação, pois uma vez que a alteração desta distância, saindo da região ideal, o software indica através da barra de vertical (verde= ideal; amarelo = intermediária; vermelha= fora), conforme figura 21.



**Figura 21 - Distância ideal entre objeto e escâner ZSCANNER 700CX**  
**Fonte: Autor (2011)**

O processo de escaneamento deve se dar sempre dentro da área recomendada. Processa-se então o escaneamento do segmento corporal. A seqüência de operações efetuadas são as seguintes:

- Selecionado nova digitalização;
- Selecionado o módulo faces;
- Início da digitalização;
- Selecionado o módulo características de posicionamento;
- Capturando a imagem do pé;
- Selecionado o módulo entidades;
- Selecionado o módulo superfície;
- Trabalhando com as irregularidades;

- Selecionado o módulo textura;
- Selecionado o módulo Superfícies para ajustes;
- Finalização do processo de Escaneamento;
- Processo de conversão da Imagem;
- Importação do arquivo stl no 3DSTUDIO MAX;
- Abertura do arquivo no software 3DSTUDIO MAX em malha;
- Posicionamento da imagem digitalizada conforme projeções ortogonais;
- Dimensionamento visualizado através das coordenadas X, Y, Z;
- Preparação da imagem para futuros tratamentos com cortes;
- Reposicionando a imagem com partes que interessam;
- Verificação das 6 variáveis antropométricas;
- Finalização do processo.

O procedimento para conversão de imagens do ZSCANNER 700CX para arquivo a ser aberto no software 3DSTUDIO MAX.

Seguindo o método utilizado de Luz (2011, p. 59):

1 – SALVAR O EM ARQUIVO (.STL)

2 – GUARDAR → facets → STL → DE CIMA(EXTENSÃO)

3 - FILE→IMPORT→ STEREOTIPO(\*STL)SELECIONAR→D:/STL→ABRIR

4 - MALHAS→BOTÃO→DIREITA→CONVERT TO MASH→VERTX→

(DENTRO DO MODIFY)→ROTAÇÃO E MOVER PARA POSICIONAR

(↔↑,↑→)→ ABA UTILITES → MEASURE

5 – (REFORÇAR PONTOS E LATERAIS) → (X, Y, Z)

No fluxograma na figura 22, se apresenta o método de escaneamento passo a passo.





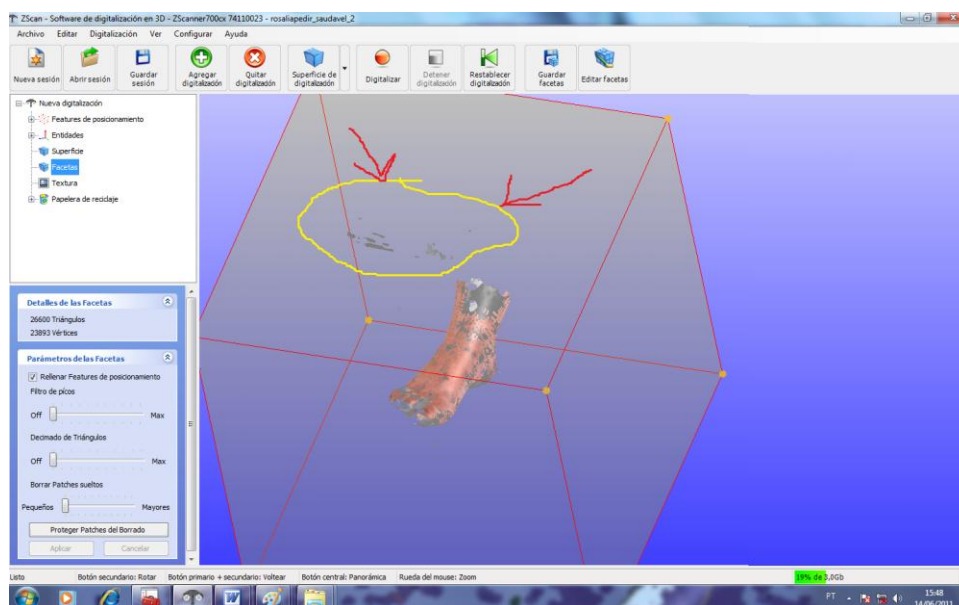
**Figura 22 - Fluxograma da Medição Indireta**  
 Fonte: Autor (2011)

No início do processo de escaneamento faz-se necessário ajustar o posicionamento da imagem gerada 3D dentro do espaço determinado de captura, o retângulo obtido pelas coordenadas X, Y, Z, como podemos visualizar na figura 26, retângulo externo com linhas vermelhas. Obtendo-se assim a área da imagem 3D.

Após esta etapa, a imagem da área 3D é gerada e apresenta várias “impurezas” provenientes do próprio processo de escaneamento, no qual elementos do ambiente são também capturados e inseridos dentro da área.

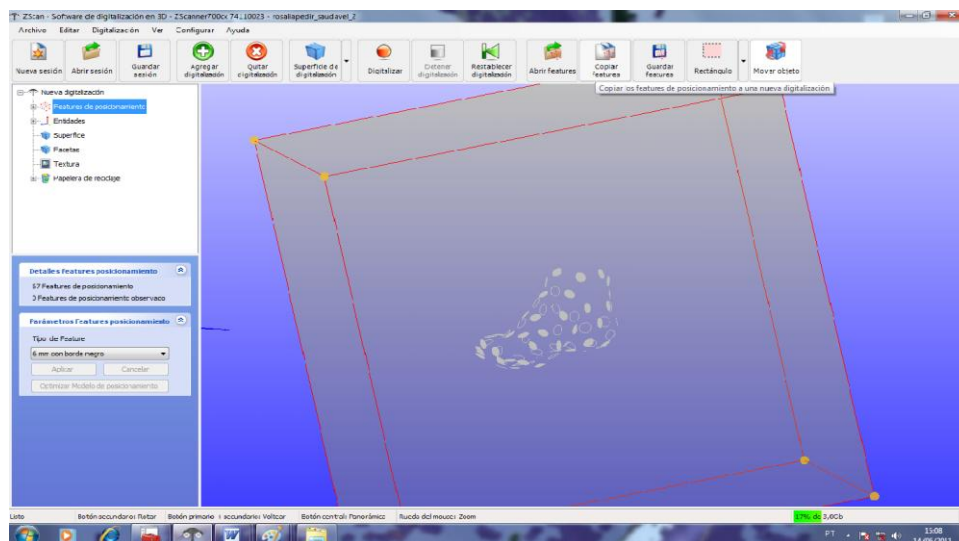
Há, portanto, a necessidade de se efetuar a eliminação destas impurezas, da imagem. O arquivo é exportado para o software 3DSTUDIO MAX. A leitura da malha de pontos 3D gerada por este software nos permite obter as variáveis dimensionais para o estudo antropométrico conforme as necessidades do pesquisador em qualquer parte entre quaisquer pontos.

Na figura 23 apresenta-se a imagem de um pé direito digitalizado, aplicando-se o início do tratamento da imagem através das ferramentas de tratamento de textura, geometria, etc..



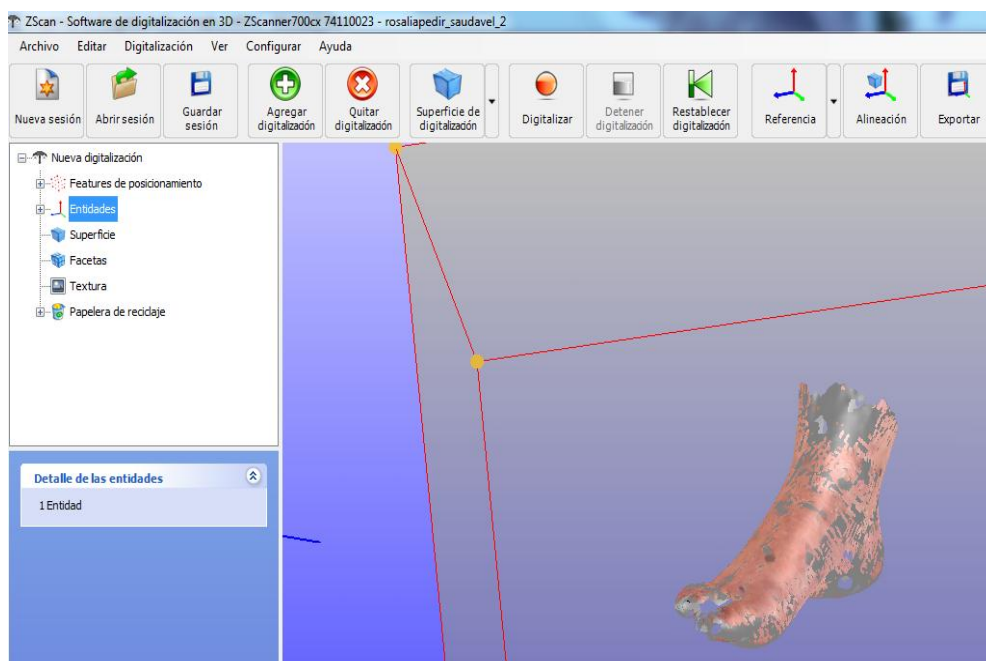
**Figura 23 – Início do Processo de seleção das áreas**  
Fonte: Autor (2011)

Na figura 24 apresenta-se a imagem já digitalizada, verificando os pontos escaneados através das referências geradas pelas etiquetas reflexivas obtidas no processo:



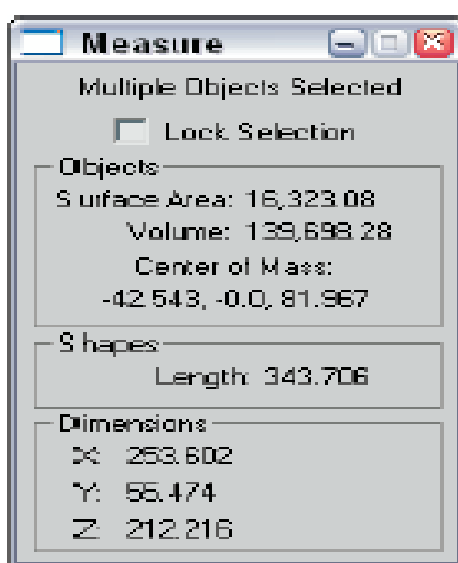
**Figura 24 – Pontos Gerados pelas Etiquetas**  
Fonte: Autor (2011)

A figura 25 apresenta a imagem final trabalhada com todos os ajustes realizados, já preparada para conversão e exportação para o 3D;



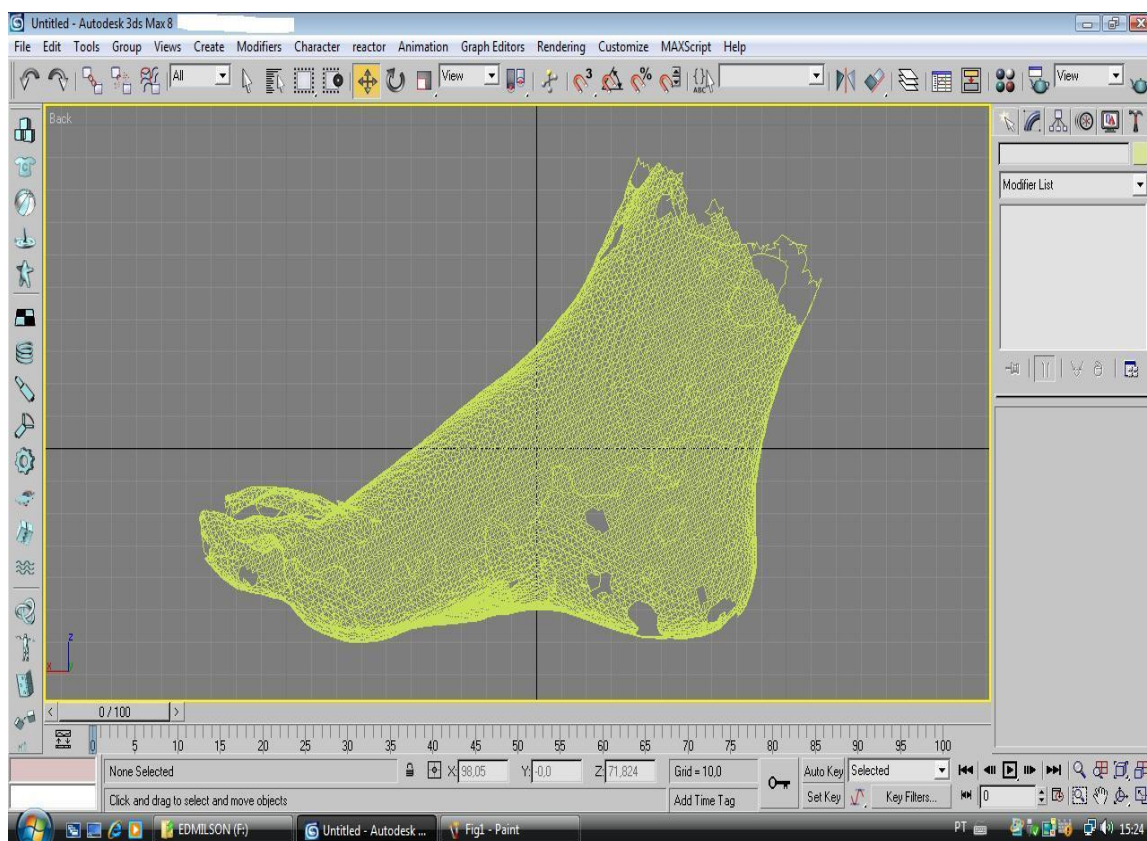
**Figura 25 - Final do Processo de Ajuste de Imagem**  
**Fonte: Autor (2011)**

Na Figura 26, obtêm-se, por exemplo: a área da superfície, o volume, o centro de massa, as dimensões de forma como o; comprimento, largura, altura.



**Figura 26 – Exemplo das dimensões da caixa de diálogo 3DSTUDIO MAX com as dimensões X, Y, Z.**  
**Fonte: Autor (2011)**

Na figura 27 apresenta-se o processo final de digitalização, conversão, geração de malha 3D, e geração de coordenadas X, Y, Z, finalizando o processo para obtenção das variáveis antropométricas.



**Figura 27 – Processo final de conversão e obtenção em malha do objeto no 3DSTÚDIO MAX em vista frontal**  
Fonte: Autor (2011)

## 4 RESULTADOS

### 4.1 RESULTADOS REFERENTES AOS DADOS DE PERCEPÇÃO DE DESCONFORTO

A seguir apresenta-se o resultado da pesquisa de campo, onde foi utilizado o documento de Termo de Consentimento Livre, Após Esclarecimento e Pesquisa e Levantamento de Amostragem, apresentando o tipo de calçado, dificuldade para compra e algum tipo de desconforto, conforme tabela 1.


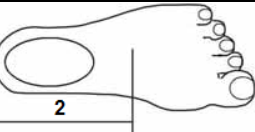



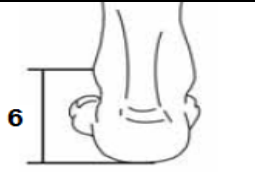
**Tabela 1 – Resultado da pesquisa de campo**

<b>Tipo de Calçado</b>	<b>%</b>
Tênis	62,50
Sandália	12,50
Chinelos	12,50
Sapatos	12,50
<b>Dificuldade para Compra</b>	<b>%</b>
Sim	33,33
Não	66,67
<b>Algum tipo de Desconforto</b>	<b>%</b>
Não	45,83
Desconfortáveis	20,83
Calos	16,67
Apertam	12,50
Ficam Largos	4,17

**Fonte: Autor (2011)**

### 4.2 RESULTADOS DAS VARIÁVEIS COLETADAS

Conforme o item 3.1 e 3.5 procedimento para obtenção do escaneamento referente a amostra, e de acordo com os procedimentos descritos no item 3.5.2 etapas de processamento das imagens 3D. Apresentamos no quadro 06 cada variável antropométrica e as referências de obtenção para cada método.

Variável Antropométrica	Designação	Referência	Método Direto Referências	Método Indireto Referências
	Comprimento do Pé	Distância entre o ponto mais proeminente, na região da tuberosidade do calcâneo, até o ponto mais proeminente, na região anterior da tuberosidade da falange distal do dedo maior.	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.3 Figura 8	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.5 Figura 22
	Comprimento do pé e Calcanhar – Peito do Pé	Distância entre o ponto mais proeminente, na região da tuberosidade do calcâneo, até o ponto mais proeminente do osso navicular, seguindo a orientação do eixo longitudinal do pé.	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.3 Figura 8	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.5 Figura 22
	Largura do Pé ou Largura na Cabeça dos Metatarsos	Distância medida, desde o ponto mais proeminente da região medial da tuberosidade da cabeça do metatarso (I), até o ponto mais proeminente da região lateral da tuberosidade da cabeça do metatarso(V).	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.3 Figura 8	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.5 Figura 22
	Largura do Calcanhar	Distância medida entre os pontos mais proeminentes da região lateral e medial do calcâneo.	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.3 Figura 8	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.5 Figura 22
	Altura do Peito do Pé	Distância vertical, medida a partir do plano de apoio do pé, até a região mais proeminente do osso navicular.	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.3 Figura 8	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.5 Figura 22
	Altura do Maléolo Medial	Distância vertical, medida a partir do plano de apoio do pé, até o ponto mais proeminente do maléolo medial.	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.3 Figura 8	Item 3.1 Quadro 3 Item 3.5 Figura 22

**Quadro 6 - Métodos de Obtenção das Variáveis Antropométricas**  
**Fonte: Autor (2011)**

Após o detalhamento do método proposto foi efetuada a coleta de dados apresentados no item 3.5.2.

Na tabela 2 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 1 para o método direto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 1, denominado magreza para um IMC menor que 18,5. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 1,56 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos de: 231,21mm para a média aritmética; Desvio Padrão de 10,29mm; Variância de 105,96 mm; 5º Percentil de 219,12mm; 50º Percentil de 226,95 mm; 95º Percentil de 246,41mm e um Coeficiente de Variação de 4,47% .

**Tabela 2 - Variável Antropométrica 1- Método Direto**

GRUPO 1	variável antropométrica 1	variável antropométrica 1
< 18,5 IMC - Magreza	Pé Direito	Pé Esquerdo
n	mm	mm
7	249,64	250,26
10	214,10	215,04
11	223,44	224,12
12	226,22	227,78
13	223,96	224,84
18	230,76	231,96
22	226,06	227,24
24	240,68	241,72
25	239,28	240,38
28	227,67	228,78
Média	230,18	231,21
Desvio Padrão	10,29	10,24
Variância	105,96	104,86
Percentil (5%)	218,30	219,12
Percentil (50%)	226,14	226,95
Percentil (95%)	245,61	246,41
Coeficiente de Variação	4,47%	4,43%

Fonte: Autor (2011)

Na tabela 3 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 1 para o método indireto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 1, denominado magreza para um IMC menor que 18,5. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 1,46 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos de: 231,51 mm para a média aritmética; Desvio Padrão: 10,31mm; Variância

106,34 mm; 5º Percentil de 219,43 mm; 50º Percentil de 228,61mm; 95º Percentil de 246,56 mm e um Coeficiente de Variação de 4,47%.

**Tabela 3 - Variável Antropométrica 1 - Método Indireto**

GRUPO 1	variável antropométrica 1	variável antropométrica 1
< 18,5 IMC - Magreza	Pé Direito	Pé Esquerdo
n	mm	mm
7	249,84	250,36
10	214,42	215,34
11	223,64	224,42
12	226,52	227,98
13	224,58	225,24
18	230,96	232,06
22	226,36	227,52
24	240,98	241,92
25	240,18	240,98
28	228,12	229,24
Média	230,56	231,51
Desvio Padrão	10,31	10,21
Variância	106,34	104,25
Percentil (5%)	218,57	219,43
Percentil (50%)	227,32	228,61
Percentil (95%)	245,85	246,56
Coeficiente de Variação	4,47%	4,41%

Fonte: Autor (2011)

Na tabela 4 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 2 para o método direto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 2, denominado saudável para um IMC entre 18,6 e 24,9. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 1,08 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos de 90,56 mm para a média aritmética; Desvio Padrão de: 5,89 mm; Variância 38,53 mm; 5º Percentil de 81,23 mm; 50º Percentil de 92,72 mm; 95º Percentil de 96,26 mm e um Coeficiente de Variação de 6,92 %.



Tabela 4 - Variável Antropométrica 2 - Método direto

GRUPO 2	variável antropométrica 2	variável antropométrica 2
IMC: 18,6 – 24,9 - Saudável		
n	mm	mm
1	95,46	96,36
2	95,24	96,14
6	91,66	92,56
8	82,16	83,24
14	79,92	80,80
15	80,82	81,76
17	91,40	92,38
23	94,96	95,86
26	92,18	92,88
29	93,02	93,64
Média	89,68	90,56
Desvio Padrão	5,89	5,84
Variância	38,53	37,93
Percentil (5%)	80,33	81,23
Percentil (50%)	91,92	92,72
Percentil (95%)	95,36	96,26
Coeficiente de Variação	6,92%	6,80%

Fonte: Autor (2011)

Na tabela 5 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 2 para o método indireto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 2, denominado saudável para um IMC entre 18,6 e 24,9. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 1,10 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos de 90,68 mm para a média aritmética; Desvio Padrão de 6,23 mm; Variância de 38,80 mm; 5º Percentil Médio de 81,32 mm; 50º Percentil Médio de 92,92 mm; 95º Percentil Médio de 96,31 mm e um Coeficiente de Variação Médio de 6,93%.

**Tabela 5 - Variável Antropométrica 2 - Método Indireto**

GRUPO 2	variável antropométrica 2	variável antropométrica 2
IMC: 18,6 – 24,9 - Saudável		
n	mm	mm
1	95,36	96,46
2	95,34	96,12
6	91,76	92,76
8	82,36	83,44
14	79,98	80,88
15	80,92	81,86
17	91,52	92,48
23	94,98	95,84
26	92,68	93,08
29	93,68	93,84
Média	89,86	90,68
Desvio Padrão	6,23	6,14
Variância	38,80	37,69
Percentil (5%)	80,40	81,32
Percentil (50%)	92,22	92,92
Percentil (95%)	95,35	96,31
Coeficiente de Variação	6,93%	6,77%

Fonte: Autor (2011)

Na tabela 6 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 3 para o método direto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 3, denominado peso em excesso para um IMC entre 25,0 e 29,9. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 0,96 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos para 64,52 mm para a média aritmética; Desvio Padrão de: 8,37 mm; Variância de 70,10 mm; 5º Percentil de 52,25 mm; 50º Percentil de 67,11 mm; 95º Percentil de 72,91 mm e um Coeficiente de Variação de 13,14%.

Tabela 6 - Variável Antropométrica 3 - Método direto

GRUPO 3 IMC: 25,0 – 29,9- Peso em Excesso	variável antropométrica 3	variável antropométrica 3
n	mm	mm
3	70,48	71,38
4	70,02	70,98
5	70,06	70,88
9	54,26	55,16
16	51,84	52,74
19	73,36	74,16
20	50,94	51,84
21	65,34	65,94
27	63,40	63,88
30	67,68	68,28
Média	63,74	64,52
Desvio Padrão	8,37	8,34
Variância	70,10	69,54
Percentil (5%)	51,35	52,25
Percentil (50%)	66,51	67,11
Percentil (95%)	72,06	72,91
Coeficiente de Variação	13,14%	12,92%

Fonte: Autor (2011)

Na tabela 7 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 3 para o método indireto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 3, denominado peso em excesso para um IMC entre 25,0 e 29,9. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 1 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos de 64,71 mm para a média aritmética; Desvio Padrão de 8,41 mm; Variância de 70,79 mm; 5º Percentil de 52,20 mm; 50º Percentil de 67,42 mm; 95º Percentil de 73,05 mm e um Coeficiente de Variação de 13,15%.

**Tabela 7- Variável Antropométrica 3 - Método indireto**

GRUPO 3	variável antropométrica 3	variável antropométrica 3
IMC: 25,0 – 29,9- Peso em Excesso		
n	mm	mm
3	70,68	71,58
4	70,22	71,02
5	70,26	70,98
9	54,36	55,26
16	51,94	52,64
19	73,26	74,26
20	50,90	51,84
21	65,54	65,96
27	64,12	64,68
30	67,98	68,88
Média	63,93	64,71
Desvio Padrão	8,41	8,41
Variância	70,71	70,79
Percentil (5%)	51,37	52,20
Percentil (50%)	66,76	67,42
Percentil (95%)	72,10	73,05
Coeficiente de Variação	13,15%	13,00%

Fonte: Autor (2011)

Na tabela 8 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 4 para o método direto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 1, denominado magreza para um IMC menor que 18,5. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 1,42 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos de 107,67 mm para a média aritmética; Desvio Padrão de 1,59; Variância 2,81 mm; 5º Percentil de 105,47 mm; 50º Percentil de 107,57 mm; 95º Percentil de 110,12 mm e um Coeficiente de Variação de 1,56%.

**Tabela 8 - Variável Antropométrica 4 - Método direto**

GRUPO 1	variável antropométrica 4	variável antropométrica 4
< 18,5 IMC- Magreza		
n	mm	mm
7	109,26	110,68
10	106,36	107,58
11	106,46	107,56
12	107,78	108,34
13	108,46	109,44
18	105,26	106,38
22	107,68	108,62
24	106,64	107,08
25	104,92	105,02
28	105,12	106,02
Média	106,79	107,67
Desvio Padrão	1,48	1,59
Variância	2,18	2,81
Percentil (5%)	105,10	105,47
Percentil (50%)	106,55	107,57
Percentil (95%)	108,90	110,12
Coeficiente de Variação	1,38%	1,56%

**Fonte: Autor (2011)**

Na tabela 9 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 4 para o método indireto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 1, denominado magreza para um IMC menor que 18,5. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 1,52 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos de 107,83 mm para a média aritmética; Desvio Padrão de 1,48 mm; Variância 2,18 mm; 5º Percentil de 106,13 mm; 50º Percentil de 107,57 mm; 95º Percentil de 110,19 mm e um Coeficiente de Variação de 1,37%.

**Tabela 9 - Variável Antropométrica 4 - Método indireto**

GRUPO 1	variável antropométrica 4	variável antropométrica 4
< 18,5 IMC- Magreza		
n	mm	mm
7	109,36	110,88
10	106,46	107,68
11	106,56	107,46
12	107,88	108,24
13	108,66	109,34
18	105,36	106,32
22	107,58	108,52
24	106,84	107,02
25	105,12	105,98
28	105,90	106,88
Média	106,97	107,83
Desvio Padrão	1,39	1,48
Variância	1,93	2,18
Percentil (5%)	105,23	106,13
Percentil (50%)	106,70	107,57
Percentil (95%)	109,05	110,19
Coeficiente de Variação	1,30%	1,37%

Fonte: Autor (2011)

Na tabela 10 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 5 para o método direto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 2, denominado saudável para um IMC entre 18,6 e 24,9. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 1,36 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos de 62,86 mm para a média aritmética; Desvio Padrão de 0,59 mm; Variância 0,34 mm; 5º Percentil de 62,18 mm; 50º Percentil de 62,82 mm; 95º Percentil de 63,74 mm e um Coeficiente de Variação de 0,93%.

**Tabela 10 - Variável Antropométrica 5 - Método direto**

GRUPO 2	variável antropométrica 5	variável antropométrica 5
IMC: 18,6 – 24,9-saudável		
n	mm	mm
1	62,08	63,44
2	61,46	62,48
6	61,90	62,04
8	61,46	62,36
14	61,48	62,38
15	61,78	62,66
17	62,36	63,16
23	62,10	63,08
26	62,58	62,98
29	63,02	63,98
Média	62,02	62,86
Desvio Padrão	0,52	0,59
Variância	0,27	0,34
Percentil (5%)	61,46	62,18
Percentil (50%)	61,99	62,82
Percentil (95%)	62,82	63,74
Coeficiente de Variação	0,84%	0,93%

**Fonte: Autor (2011)**

Na tabela 11 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 5 para o método indireto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 2, denominado saudável para um IMC entre 18,6 e 24,9. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 1,26 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos de 62,98 mm para a média aritmética; Desvio Padrão Médio de 0,64 mm; Variância 0,41 mm; 5º Percentil de 62,24 mm ; 50º Percentil de 62,24 mm; 95º Percentil de 63,86 mm e um Coeficiente de Variação de 1,01%.

Tabela 11- Variável Antropométrica 5 - Método indireto

GRUPO 2	variável antropométrica 5	variável antropométrica 5
IMC: 18,6 – 24,9-saudável		
n	mm	mm
1	62,18	63,54
2	61,56	62,50
6	61,98	62,14
8	61,56	62,36
14	61,58	62,48
15	61,88	62,68
17	62,56	63,26
23	62,20	63,18
26	62,78	63,64
29	63,24	64,04
Média	62,15	62,98
Desvio Padrão	0,57	0,64
Variância	0,32	0,41
Percentil (5%)	61,56	62,24
Percentil (50%)	62,08	62,93
Percentil (95%)	63,03	63,86
Coeficiente de Variação	0,91%	1,01%

Fonte: Autor (2011)

Na tabela 12 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 6 para o método direto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 3, denominado peso em excesso para um IMC entre 25,0 e 29,9. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 1,20 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos de 70,21 mm para a média aritmética; Desvio Padrão de 1,32 mm; Variância 1,74 mm; 5º Percentil de 69,49 mm; 50º Percentil de 70,71 mm; 95º Percentil de 72,83 mm e um Coeficiente de Variação de 1,87%.



Tabela 12 - Variável Antropométrica 6 - Método direto

GRUPO 3	variável antropométrica 6	variável antropométrica 6
IMC: 25,0 – 29,9- Peso em Excesso		
n	mm	mm
3	69,14	70,04
4	68,22	69,04
5	70,56	71,06
9	69,18	70,04
16	71,48	72,28
19	69,20	70,10
20	72,48	73,28
21	70,78	71,98
27	71,20	71,98
30	69,88	70,36
Média	70,21	71,02
Desvio Padrão	1,31	1,32
Variância	1,72	1,74
Percentil (5%)	68,63	69,49
Percentil (50%)	70,22	70,71
Percentil (95%)	72,03	72,83
Coeficiente de Variação	1,87%	1,86%

Fonte: Autor (2011)

Na tabela 13 apresentam-se os dados referentes à **variável antropométrica 6 para o método indireto** para o pé direito e esquerdo do Grupo 3, denominado peso em excesso para um IMC entre 25,0 e 29,9. **A diferença máxima entre as dimensões foi de 1,46 mm.** Após os cálculos estatísticos obtiveram-se os valores máximos de 71,25 mm para a média aritmética; Desvio Padrão de 1,39 mm; Variância 1,92 mm; 5º Percentil de 69,56 mm; 50º Percentil de 71,07 mm; 95º Percentil de 73,16 mm e um Coeficiente de Variação de 1,95%.

**Tabela 13 - Variável Antropométrica 6 - Método indireto**

GRUPO 3	variável antropométrica 6	variável antropométrica 6
IMC: 25,0 – 29,9- Peso em Excesso		
n	mm	mm
3	69,18	70,14
4	68,32	69,14
5	70,66	71,16
9	69,20	70,08
16	71,58	72,42
19	69,30	70,26
20	72,58	73,38
21	70,88	72,04
27	71,42	72,88
30	70,02	70,98
Média	70,30	71,25
Desvio Padrão	1,33	1,39
Variância	1,76	1,92
Percentil (5%)	68,71	69,56
Percentil (50%)	70,34	71,07
Percentil (95%)	72,13	73,16
Coefficiente de Variação	1,89%	1,95%

Fonte: Autor (2011)

Na tabela 14 é apresentada uma média aritmética dos dados estatísticos referentes as 6 variáveis antropométricas entre o pé direito e esquerdo para o método direto.

**Tabela 14 - Dados Estatísticos das 6 variáveis Método direto**

Variáveis Antropométricas	Média	Variância	Percentil (5%)	Percentil (50%)	Percentil (95%)	Coefficiente de Variação
unidade: mm						
1	230,69	105,41	218,71	226,55	246,01	4,38 %
2	90,12	38,23	80,78	92,32	95,81	6,86 %
3	64,13	69,82	51,80	66,81	72,48	13,03 %
4	107,28	2,49	105,24	107,06	109,51	1,47 %
5	62,44	0,30	61,82	62,40	63,28	0,88 %
6	70,61	1,73	69,06	70,46	72,43	1,86 %

Fonte: Autor (2011)

Na tabela 15 é apresentada uma média aritmética dos dados estatísticos referentes as 6 variáveis antropométricas entre o pé direito e esquerdo para o método indireto.

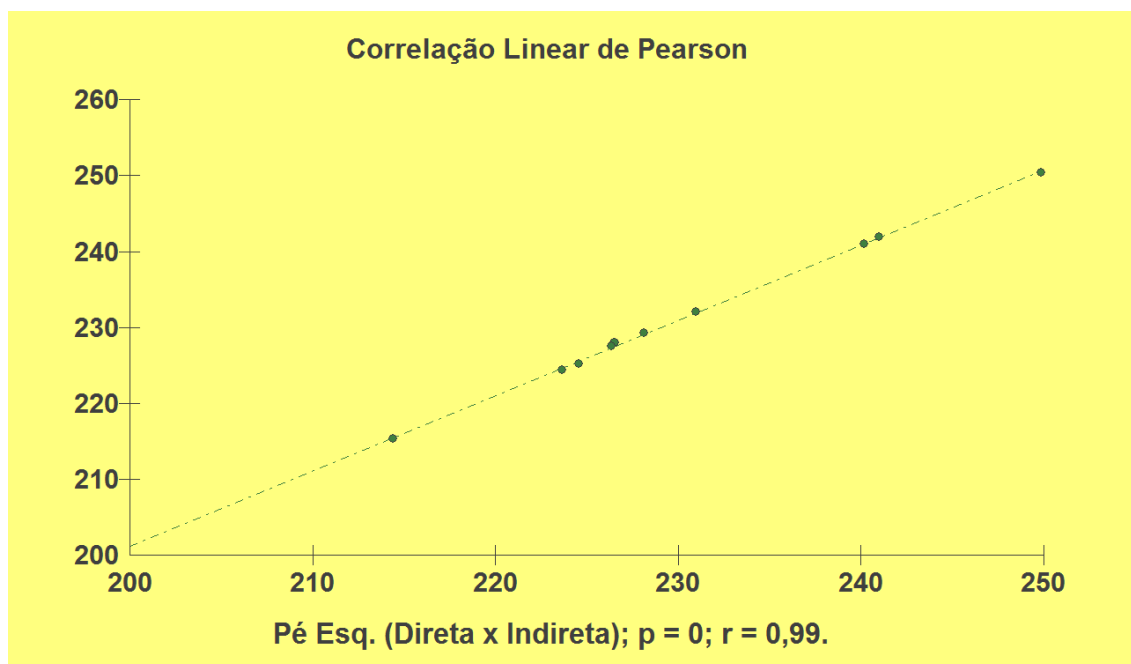
**Tabela 15 - Dados Estatísticos das 6 variáveis Método Indireto**

Variáveis Antropométricas	Média	Variância	Percentil (5%)	Percentil (50%)	Percentil (95%)	Coefficiente de Variação
unidade: mm						
1	231,03	105,29	219,00	227,97	246,20	4,44%
2	90,27	38,24	80,86	92,57	95,83	6,85%
3	64,32	70,75	51,78	67,09	72,57	13,07%
4	107,40	2,05	105,68	107,13	109,62	1,33%
5	62,56	0,36	61,90	62,50	63,44	0,96%
6	70,77	1,84	69,13	70,70	72,64	1,92%

Fonte: Autor (2011)

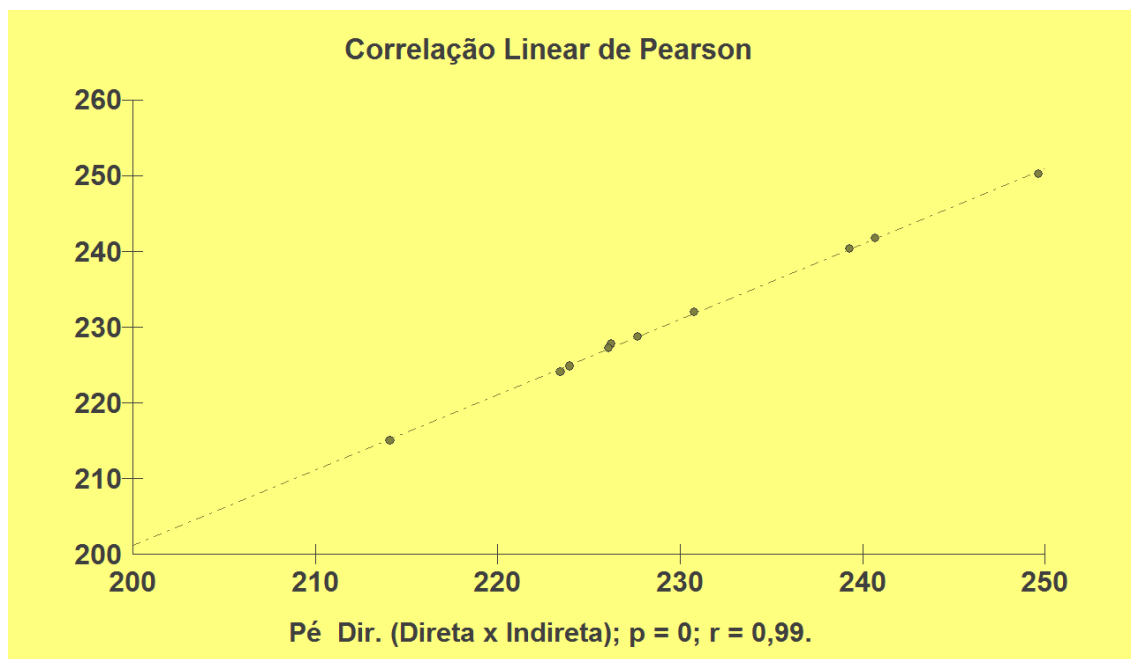
#### 4.3 TESTES ESTATÍSTICOS

Aplicou-se o teste de **Correlação Linear de Pearson** ao grupo 1, variável antropométrica 1 (tabela 2 e 3) com o objetivo de verificar se existe uma correlação entre as dimensões coletas dos pés direito e esquerdo pelos métodos direto e indireto. O resultado foi um coeficiente de correlação Linear de Pearson médio para o pé direito e esquerdo foi de 0,99 indicando uma forte correlação linear positiva que é 1. No gráfico 1 apresenta-se os resultados da correlação linear ( $r = 0,99$  para o Pé direito entre o método direto e indireto, e proporção populacional ( $p = 0$ ).



**Gráfico 1 – Correlação Linear de Pearson (pé direito)**  
Fonte: Autor (2011)

No gráfico 2 apresenta-se os resultados da correlação linear ( $r = 0,99$ ) para o Pé direito entre o método direto e indireto, e proporção populacional ( $p = 0$ ).



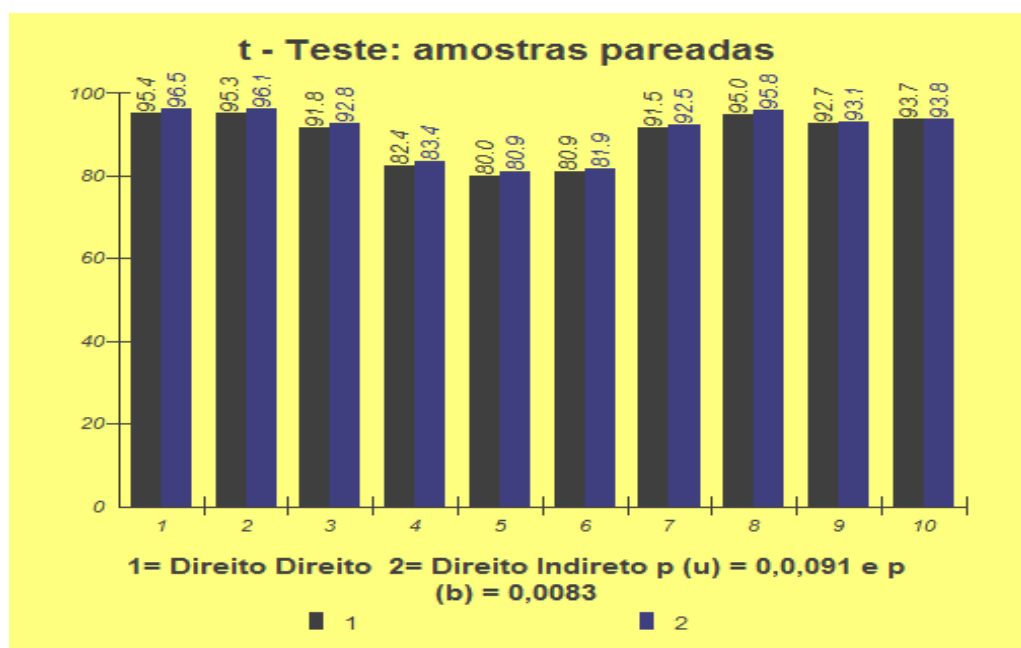
**Gráfico 2 – Correlação Linear de Pearson (pé esquerdo)**  
Fonte: Autor (2011)

Aplicou-se o Teste *Student t* para Amostras Pareadas ao grupo 2 considerando-se variável antropométrica 2 (tabela 4 e 5) com o objetivo de avaliar o comportamento das diferenças observadas em cada variável coletada. Nesta aplicação para o pé direito para o método direto e indireto, conforme a tabela 16 e gráfico 3:

**Tabela 16 - Teste Student t para Amostras Pareadas para o Pé Direito**

Indicadores	Método Direto	Método Indireto
	- 1 -	- 2 -
Indivíduos	10	10
Média	89,77	89,858
Desvio Padrão	6,2075	6,2289
Erro Padrão	1,963	1,9698
Desvio. Padrão da Diferença	0,2296	---
Erro Padrão da Diferença	0,0726	---
Média das diferenças	-0,176	---
(t)=	-2,4246	---
Graus de Liberdade	9	---
(p) unilateral =	0,0091	---
(p) bilateral =	0,0083	---
IC (95%)	-0,3402 a -0,0118	---
IC (99%)	-0,4119 a 0,0599	---

Fonte: Autor (2011)



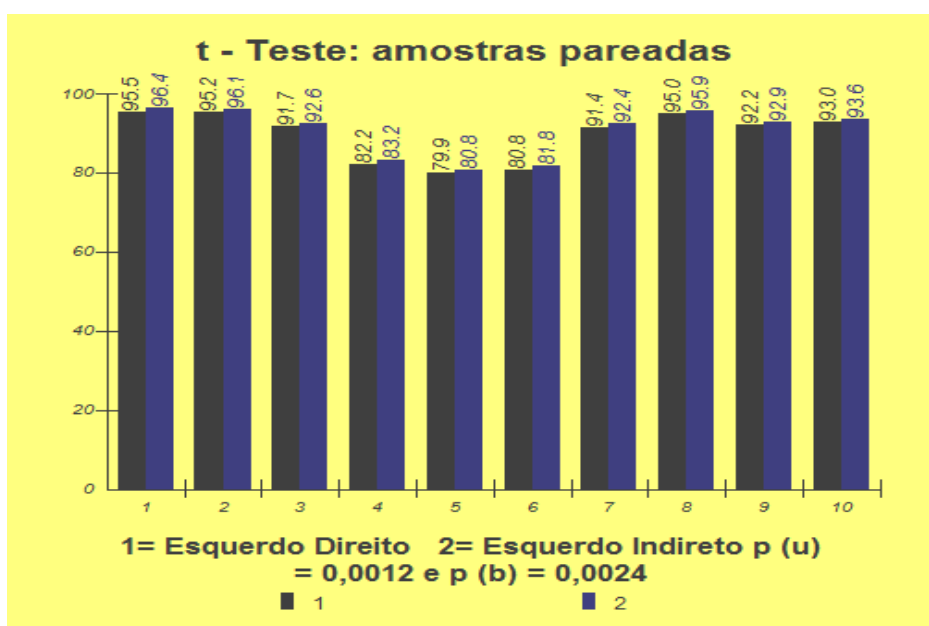
**Gráfico 3 - Teste Student t para Amostras Pareadas para o Pé Direito**  
Fonte: Autor (2011)

Aplicou-se o **Teste Student t para Amostras Pareadas** ao grupo 2 considerando-se variável antropométrica 2 (tabela 4 e 5) com o objetivo de avaliar o comportamento das diferenças observadas em cada variável coletada. Nesta aplicação para o pé esquerdo para o método direto e indireto, conforme a tabela 17 e gráfico 4.

**Tabela 17 - Teste Student t para Amostras Pareadas para o Pé Esquerdo**

Indicadores	Método Direto	Método Indireto
Indivíduos	10	10
Média	90,562	90,679
Desvio Padrão	6,1584	6,139
Erro Padrão	1,9474	1,9413
Desv. Padrão da Diferença	0,0864	---
Erro Padrão da Diferença	0,0273	---
Média das diferenças	0,145	---
(t)=	-4,1707	---
Graus de Liberdade	9	---
(p) unilateral =	0,0012	---
(p) bilateral =	0,0024	---
IC (95%)	-0,1758 a -0,0522	---
IC (99%)	-0,2028 a -0,0252	---

Fonte: Autor (2011)



**Gráfico 4 - Teste Student t para Amostras Pareadas para o Pé Esquerdo**  
Fonte: Autor (2011)

Aplicou-se o Teste Anova um Critério ao grupo 3 considerando-se variável antropométrica 3 (tabela 6 e 7) com o objetivo de avaliar a variabilidade das dimensões observadas dentro do grupo em questão em torno da média. Nesta aplicação para o método direto/indireto, conforme as tabela 18 e 19.

**Tabela 18 -Teste ANOVA um Critério para o Método Direto**

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos	1	3,089	3,089
Erro	18	1256,767	69,82
F =	0,0442		
(p) =	0,8299		

Fonte: Autor (2011)

**Tabela 19 - Teste ANOVA um Critério para o Método Indireto**

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos	1	3,073	3,073
Erro	18	1273,506	70,75
F =	0,0434		
(p) =	0,8313		

Fonte: Autor (2011)

O principal resultado esperado ao final deste trabalho é apresentado no quadro 7, com objetivo de utilização dos dados da pesquisa para aplicação prática em projeto/design de calçados.

<b>Objetivo</b>	<b>n</b>	<b>Grupo</b>	<b>Diferença entre as Médias (mm)</b>	<b>Teste</b>	<b>Resultados</b>	<b>Padrão</b>
Comparação e Confiabilidade entre os Métodos	10	G1	0,0001	<b>Pearson</b>	0,99	1
Comparação e Confiabilidade entre os Métodos	10	G2	0,849	<b>t</b>	p = 0,01	0,01 a 0,05
Comparação e Confiabilidade entre os Métodos	10	G3	0,0016	<b>ANOVA</b>	p = 0,05	0,01 a 0,05

**Quadro 7 – Resultado comparativo e confiabilidade entre os métodos**  
**Fonte: Autor (2011)**

**Tabela 20 – Interpretação dos Níveis de Confiança**

<b>Interpretação para os Níveis de Confiança</b>	
<b>P valor</b>	<b>Descrição</b>
Maior que 0,05	Não Significante
0,01 a 0,05	Significante
0,001 a 0,01	Muito significativa
Abaixo de 0,001	Extremamente significativa

**Fonte: TRIOLA, 2008**



## 5 DISCUSSÃO

Analisando os resultados obtidos com o presente estudo, torna-se possível verificar a importância dos testes aplicados: Correlação Linear de Pearson, Teste t e ANOVA.

Por meio dos resultados obtidos no quadro 7 pode-se verificar que tanto o método direto e indireto de coleta de dados antropométricos são acurados, já que para o grupo magreza, o coeficiente de correlação linear (r) aproxima-se de 1 (TRIOLA, 2008). Para o grupo saudável o valor do Teste t da proporção populacional é 0,01 indicando um nível de confiança significativa conforme tabela 20. Para o grupo peso em excesso o valor do teste ANOVA indica uma proporção populacional de 0,05, que é um nível de confiança significativa.

Seguiram-se os mesmos protocolos para obtenção das medidas, apresentadas neste estudo. Estes terão qualidade equivalente no quesito precisão e exatidão desde que haja aplicação sistemática dos procedimentos no item 3 deste trabalho.

Após a análise dos 3 Testes Estatísticos descritas no quadro 7, observa-se que para cada grupo em questão, levando-se em conta as 6 variáveis antropométricas a diferença entre as médias dos métodos direto e indireto são: Grupo 1: 0,0001 mm. Para o grupo 2 ; 0,849 mm . E para o grupo 3: 0,016 mm.

As ausências de dados de coleta direta favorecem a utilização de tabelas de aproximação nem sempre confiáveis, Pheasant (1995) destaca que mesmo numa coleta direta antropométrica é virtualmente impossível alcançar uma acurácia menor do que 5 mm, e este erro é insignificante comparado aos resultados encontrados em tabelas e dados de aproximação. Relata ainda que na prática diária da ergonomia as especificações de antropométricas exigem acurácia de 25 mm, portanto erros inferiores a estes não comprometem os resultados nem sua aplicabilidade. Portanto o trabalho atende estes valores e aos parâmetros internacionais que é de 5%.

Em relação aos métodos direto e indireto, podemos destacar que o primeiro é mais simples, já que um função da dificuldade de colocar o instrumento de medição sobre o mesmo ponto, pressão sobre o tecido epidérmico, erro de paralaxe, anotação da dimensão em tabela, etc.; a probabilidade de erro de leitura é maior. Já o segundo é mais complexo e preciso, já que se requer um treinamento,

conhecimento para trabalhar-se com as imagens e extração das dimensões antropométricas desta. Conclui-se que a probabilidade de erro é menor.

Destaca-se o método indireto como principal contribuição neste trabalho já que o escâner ZSCANNER 700CX manual é versátil, leve, rápido, com precisão de 0,05 mm não trazendo nenhum dano ao objeto com varredura total do objeto podendo a imagem ser trabalhada no quesito geometria e arquivada.

Em relação aos objetivos propostos verificados após as análises que as diferenças entre os métodos e variáveis para um mesmo indivíduo não são significativos, conforme tabela 21:

**Tabela 21 - Comparação entre as variáveis**

Variáveis	Média	Média	Incremento	Conceito	Significativo	Referência
Antropométricas						
Antropométricas						
1	230,69	231,03	0,34 mm	Comprimento do Pé	Não	Pheasant (1995)
2	90,12	90,27	0,15 mm	Calcanhar/ Peito do Pé	Não	Pheasant (1995)
3	64,13	64,32	0,19 mm	Largura do Pé	Não	Pheasant (1995)
4	107,23	107,40	0,17 mm	Largura do Calcanhar	Não	Pheasant (1995)
5	62,44	62,57	0,13 mm	Altura do Peito do Pé	Não	Pheasant (1995)
6	70,61	70,78	0,17 mm	Altura do Maléolo Medial	Não	Pheasant (1995)

Fonte: Autor (2011)

Em relação ao conforto dos pés não haverá um impacto em relação ao grupo 2 já que o incremento será de 1, 56 mm em relação a variável 1, denominada comprimento do pé . Após o somatório e análise da variável 3 denominada largura do pé e variável 6 denominada altura do maléolo medial em relação a amostra em questão haverá um aumento proporcional do volume em 3,2 %, considerado não significativo segundo Pheasant (1995). O coeficiente de variação dos IMCS entre os grupos é de 21,96%. Segundo a pesquisa de percepção em relação ao desconforto 12,50 % dos entrevistados alegam aperto nos calçados, conforme tabela 22.

**Tabela 22 - Comparação entre os IMCS**

Grupo	Magreza	Saudável	Excesso de Peso	Média	Coefficiente de Variação
Médias do IMC	17,55	21,49	27,29	22,11	21,96 %

Fonte: Autor (2011)

## 6 CONCLUSÃO

Realizada a presente dissertação, que tem como proposta a utilização da medição antropométrica tridimensional, pode contribuir para mensurar o pé humano por meio do procedimento metodológico na utilização do *ZSCANNER 700 CX*.

Como conclusão das hipóteses analisadas, onde se buscou verificar se há diferenças significativas entre o pé direito e o esquerdo. Confirmamos que há a diferença entre método direto e indireto.

Não se confirmou a quanto a hipótese da diferença significativa entre método direto e indireto. Foi confirmado através deste estudo que não há esta diferença entre os métodos utilizados. Foi possível esta confirmação através dos testes estatísticos.

Conclui-se que para a aplicação sistemática de aperfeiçoamento é necessário um procedimento de escaneamento, onde o laser do escâner *ZSCANNER 700CX* tem dificuldade em realizar a varredura, em função das rugas da pele e cavidades dos pés, que provocam falhas no modelo em malha tridimensional do objeto, deixando buracos vazios na malha.

Os resultados demonstraram a necessidade de ampliar as investigações sobre este assunto, proporcionando o desenvolvimento e geração de dados confiáveis, onde apesar de todas as dificuldades, em relação ao escaneamento e conversão de imagens, foi possível medir e verificar que não há variação significativa entre o método direto e indireto.

Conclui-se ainda a ausência na indústria calçadista de um banco de dados mais amplo e atualizado, sendo estes dados em relação à antropometria dos membros inferiores, em função da miscigenação das etnias e calçados especiais em função de problemas de obesidade, por exemplo, e as deformações decorrentes durante a vida dos indivíduos.

Este estudo pode agregar contribuição no design ergonômico de calçados direcionados a uma dada população com características específicas. Vislumbramos as seguintes recomendações que poderão orientar novos estudos:

- Ampliar e melhorar o método de Varredura na região plantar dos dedos dos pés;
- Estudo das características da malha gerada pelo 3DSTUDIO MAX na geometria da malha. ( Volume, área, perímetros, etc.);
- Aplicável a para pesquisa e desenvolvimento de produtos de pessoas com deformações nos pés como: Halux Valgus, Obesos, Epis.
- Aplicável a pesquisa e desenvolvimento de Órteses e Próteses.

## REFERÊNCIAS

CORRÊA, S. C. et al. **Análise de variações na energia mecânica do andar na esteira rolante e no piso fixo: um estudo de caso.** Anais do VII Congresso de Biomecânica. Campinas: UNICAMP, 1997, p. 234-239.

DIDIO, L. J. A nulla medicina sine Anatomia. In: **Tratado de Anatomia Sistemica Aplicada.** 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2002, p. 27-43.

DEMPSTER W.T. **Space requirements of the seated operator: geometrical, kinematic, and mechanical aspects of the body with special reference to the limbs.** Wright-Patterson Air Force Base; WADC Technical Report; 1955. p.55-159.

GAZZIRO, M. A. **Projeto de Construção de um scanner antropométrico baseado no método de triangulação a laser.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

GLOBO 21. **Couro e calçados.** Disponível em: <http://www.global21.com.br/informessoriais/setor.asp?cod=3>. Acesso em 03 jun. 2011.

HENNIG, E. **The Effect of Body Weight in Obese and Underweight Persons on Biomechanical Foot Function and Skin Sensation.** In: VI Simpósio de Biomecânica do Calçado. Rio Grande do Sul, 2003.

HERTZBERG, H.T.E., DANIELS, G.S. & CHURCHIL, E. **“Anthropometry of flying personnel–1950”.** WADC Technical Report, Wright Air Development Center, Wright Patterson Air Force Base. Ohio, 1954.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** 2 ed. revisada e ampliada. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. **Pesquisa Antropométrica Tridimensional da População Brasileira.** Ministério da Ciência e Tecnologia, Novembro de 2005. disponível em <http://wear.io.tudelft.nl/files/brasil05/PATPB.pdf>.

KAPANDJI, I.A. **Fisiologia Articular: esquemas comentados de mecânica humana.** 6. ed. V. 2. São Paulo, SP: Panamericana, 2008.

KLEIN, A. A. **Aplicação da Fotogrametria para a Coleta de Dados da Antropometria da Mão.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná-UFPR. Curitiba, 2009.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de Marketing.** 9 ed. São Paulo: Pearson, 2004. 176 p.

LACERDA, D. F. **Medição Antropométrica dos Pés**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1984.

LAFORTUNE, M.A. **“Measurement and interpretation of Biomechanical, Perceptual and mechanical variables”**. Anais do I Simpósio Brasileiro de Biomecânica do Calçado. Gramado, 2001, pp. 17-19.

LUZ, F. A. O. **Dimensionamento de objeto real através de captura de imagens em sistemas digitais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná-UFPR. Curitiba, 2011.

MACHADO, D. B. **Estudo de características dinâmicas do caminhar humano, em função do calçado**. Dissertação de mestrado, Mestrado Educação Física, UFSM, Santa Maria-RS, 1994.

MANFIO, E. F. **Estudo de Parâmetros Antropométricos e Biomecânicos do Pé Humano para a Fabricação de Calçados segundo Critérios de Conforto, Saúde e Segurança**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 1995, p.39-40.

MANFIO, E. et al. **Análise do comportamento da distribuição de pressão plantar em sujeitos normais**. Fisioterapia Brasil, Rio de Janeiro, v.2, n.3, p.157-168, maio/jun. 2001.

MANFIO, E. F. **Estudo de Parâmetros Antropométricos do Pé**. 2001.178 p. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

MANFIO, E.; AVILA, A. O. V.; **Um estudo de parâmetros antropométricos do pé feminino brasileiro**. Sociedade Brasileira de Biomecânica. Revista Brasileira de Biomecânica, V. 01, Suplemento 1, p. 39-48, Abril, 2003.

MANNA, I.;PRADHAN, D.; GHOSH, S.; KAR, S.K. & DHARA, P. **“A comparative study of foot dimension between adult male and female and evaluation of foot hazards due using of footwear”**. Journal of physiological anthropology and applied human science. v. 20, n.4, July 2001, p. 241-246.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MELO, S. I. L. SANTOS, S.G. **Antropometria em Biomecânica: Características, Princípios e Modelos Antropométricos**. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. ISSN 1415-8426, 2000.

MENIN, M. **Antropometria das extremidades dos membros inferiores de obesos: parâmetros para design ergonômico de calçados**. Dissertação Mestrado em Design, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2009.

MENIN, M.; PASCHOARELLI, L. C.; SILVA, J. C. P. **Análise da Percepção de Desconforto em Diferentes Regiões dos Pés no Uso de Calçados.** v. 5, n. 3, p. 36, 2010. ERGODESIGN III, Dez/2010 ISSN 1519-7859. Associação Brasileira de Ergonomia.

MICHELS, G. **Aspectos históricos da cineantropometria - Do mundo antigo ao renascimento.** Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano, v.2, n.1, p. 106-110, 2000.

NASSER, J. P. **Estudo da variação do arco plantar longitudinal com apoio do calcâneo em diferentes alturas.** Tese de doutorado, Doutorado em Educação Física, UFSM, Santa Maria, 2000.

NOBESCHI, L. **Anatomia Osséa do Pé.** Disponível em: [http://www.imagingonline.com.br/biblioteca/Leandro\\_Nobeschi/ESQUELETO\\_DO\\_PE01.pdf](http://www.imagingonline.com.br/biblioteca/Leandro_Nobeschi/ESQUELETO_DO_PE01.pdf). Acesso: 10 ago. 2011.

PALMA, A., RIDOLA, C. **Functional anatomy and imaging of the foot.** Journal of Anat. Embryology. v. 2, n. 196, April-June, 2001, p. 85-98.

PHEASANT, S. **Bodyspace – Anthropometry, Ergonomics and Design.** 2. Ed. London, 1996.

POHL, M. B. **A comparison of foot arch measurement reliability using both digital photography and calliper methods.** Journal of foot and ankle research. 3:14, 2010.

POIL, G. T, et al. **Can foot anthropometric measurements predict dynamic plantar surface contact área.** Journal of Foot and Ankle Research 2009, 2:28.

RAMIRO, J. et al. **Guia de recomendaciones para el diseño de calzado.** Instituto de Biomecanica de Valencia. (s/d).

RICARDO, D. R.; ARAÚJO C. G. S. **Teste de sentar-levantar: influência do excesso de peso corporal em adultos.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte. ISSN 1517-8692 - vol.7 nº2 - Niterói Abril, 2001.

ROEBUCK, J. A. **Anthropometric methods: Designing to fit the human body.** Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society, 1993.

RODRIGUES, M. D. et al. Aspectos antropométricos do pé humano: procedimentos de mensuração e relações com o crescimento físico na segunda infância. **Revista Brasileira de Postura e Movimento.** Ano 2, n.1, p.15-27, 1998.

RODRIGUEZ-AÑEZ, C.R. Antropometria e sua aplicação na ergonomia. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desenvolvimento Humano,** v.3, n. 1, p. 102-108, 2001.



SAMPAIO L. R.; FIGUEIREDO V. C. **Correlação entre o índice de massa corporal e os indicadores antropométricos de distribuição de gordura corporal em adultos e idosos.** Revista Brasileira de Nutrição. ISSN 1415-5273. vol. 18 nº1 Campinas Jan./Fev. 2005

SOBRAL, F. Perfil Morfológico e Prestação Desportiva: **Estudo Antropométrico do Desportista de Alto Nível de Rendimento.** Lisboa, Portugal, 1985.

TELFER, S.; WOODBURN, J. **The use of 3D surface scanning for the measurement and assessment of the human foot.** Journal of foot and ankle research. 3:19, 2010.

TELECURSO 2000. **Curso Profissionalizante – Metrologia.** ISBN: 85.250.1670-5, pag.37.

TEODORO, E. C. M. **Um sensor para o estudo da distribuição das forças plantares em sujeitos com hálux valgo e sua possível correlação com pés planos.** 2006. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística.** Rio de Janeiro: LTC, 2008.

VAN DE GRAFF, K. M. Perspectiva histórica. In: **Anatomia humana.** 6 ed. Barueri/SP: Manole, 2003, p. 2-21.

WIECZREK, S. A., DUARTE, M.; AMADIO, A.C. Avaliação da força de reação do solo no movimento básico do step. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Campinas: UNICAMP, 1997, p. 109-114.

## APÉNDICES

## APÊNDICE A



laboratório de  
ergonomia  
usabilidade<sup>e</sup>

## TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE, APÓS ESCLARECIMENTO.

Eu, \_\_\_\_\_, Portador do RG nº \_\_\_\_\_ Li e/ ou ouvi com esclarecimentos acima e compreendi para que sirva o estudo e qual a sua finalidade. A explicação que recebi esclarece os propósitos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que e isso não afetará o estudo. Sei que minha identidade não será divulgada e nem usada para outros fins. Que meus dados antropométricos serão somente utilizados para fins de pesquisa e estatística. Também não terei despesas e não receberei recursos financeiros para participar deste estudo. Ciente de tais esclarecimentos concordo em participar do estudo.

Curitiba, de \_\_\_\_\_ de 2010.

---

Assinatura do Voluntário

## APÊNDICE B



## Pesquisa e Levantamento de Amostragem

Nome: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

Peso (kg): \_\_\_\_\_ Altura (m): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Número do Calçado: \_\_\_\_\_ Índice de Massa Corporal : \_\_\_\_\_

## Dimensões Antropométricas Físicas Diretas (mm)

Comprimento do Pé (1d /1e)	Largura do Pé (2 d /2e)	Altura do Maléolo Lateral (3 d /3e)
<b>Variável 1</b>	<b>Variável 3</b>	<b>Variável 6</b>
Direito: Esquerdo:	Direito: Esquerdo:	Direito: Esquerdo:
Comprimento Calcancar- Peito do Pé (4 d/4e)	Largura do Calcancar (5 d/5e)	Altura do Peito do Pé (6 d/6e)
<b>Variável 2</b>	<b>Variável 4</b>	<b>Variável 5</b>
Direito: Esquerdo:	Direito: Esquerdo:	Direito: Esquerdo:

Dimensões Antropométricas Físicas Indiretas (mm) Obtidas através do Scanner Tridimensional Manual a Laser.

Comprimento do Pé (1 d/1e)	Largura do Pé (2 d /2e)	Altura do Maléolo Lateral (3 d /3e)
<b>Variável 1</b>	<b>Variável 3</b>	<b>Variável 6</b>
Direito: Esquerdo:	Direito: Esquerdo:	Direito: Esquerdo:
Comprimento Calcancar- Peito do Pé (4 d/4e)	Largura do Calcancar (5 d/5e)	Altura do Peito do Pé (6 d/6e)
<b>Variável 2</b>	<b>Variável 4</b>	<b>Variável 5</b>
Direito: Esquerdo:	Direito: Esquerdo:	Direito: Esquerdo:

01) Você usa com frequência diária que tipo de calçado?

(a) Sapatos (b) Tênis (c) Sandália (d) Chinelos (e) Outro (especifique): \_\_\_\_\_

02) Você já teve dificuldade para comprar calçados no seu número correto?

(a) Sim (b) Não (c) Outro: \_\_\_\_\_

03) Você SENTE algum tipo de DESCONFORTO em relação ao calçado?

(a) Não (b) Desconfortáveis (c) Calos (d) Apertam (e) Ficam Largos (f) Outro: \_\_\_\_\_