

Diretrizes para auxiliar na aplicação da Antropometria no desenvolvimento de Projetos de Produtos Personalizados

Guidelines assisting the application of Anthropometry in the custom product design development

Clariana Fischer Brendler. Doutoranda. UFRGS.

Fábio Gonçalves Teixeira. PhD. UFRGS.

Resumo

O objetivo é propor diretrizes para aplicação da antropometria no desenvolvimento de projetos de produtos personalizados e, assim, minimizar os possíveis erros que podem ocorrer no processo de obtenção de medidas antropométricas. A metodologia utilizada tem como base a revisão de literatura e a análise do procedimento do levantamento antropométrico. Foram consideradas as variáveis da norma DIN 33402, a postura do indivíduo em cada medição, os instrumentos adequados para cada variável e a identificação dos pontos anatômicos utilizados como referência. A partir da análise da coleta de dados antropométricos e da revisão de literatura abordada na presente pesquisa foi elaborado um fluxograma do processo da aplicação da antropometria no processo de design para produtos personalizados e um quadro resumo com a descrição das diretrizes.

Palavras-chave: Antropometria. Processo de Design. Produtos Personalizados.

Abstract:

This article presents guidelines for applying anthropometry in the development of custom products, aiming to minimize errors from the process of anthropometric measurement. The methodology is based on a literature review and also on the analysis of the anthropometric measurement process. For the research, we considered the following aspects: the DIN 33402 standard variables; the posture of the subject in each measurement; the appropriate tools for each variable; and also the identification of anatomic landmarks used as reference. As a result we created a flowchart of the process of custom products design that includes the anthropometry application process. We also present a workframe which describes the anthropometric guidelines.

Key-words: Anthropometry. Process Design. Customized products.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente volume do comércio internacional, muitos produtos são exportados para outros países sem levar em consideração as diferenças antropométricas e isso se tornou um problema. Existem múltiplas diferenças em termos de características corporais, o que dificulta sobremaneira a produção de projetos de produtos considerados universais (SELL, 2002). Os produtos deveriam seguir certos padrões mundiais de medidas antropométricas, adaptáveis e com diferentes regulagens para as diversas etnias (IIDA, 2005, p.98). Paschoarelli (1997, p.09) afirma que as diferenças antropométricas dos indivíduos não se estabelecem somente pela faixa etária, altura, sexo e peso, mas também pelas condições físicas e individuais de cada sujeito.

O problema se torna ainda maior quando se tratam de produtos que necessitam de personalização de medidas. Muitos destes produtos, por não serem devidamente adequados às características antropométricas dos usuários, não são confortáveis e o seu desempenho é prejudicado, acarretando, muitas vezes, no abandono do produto pelo usuário. Os produtos devem ser projetados de acordo com as dimensões físicas do usuário. Portanto, é indispensável uma correta aplicação dos dados antropométricos para o processo de design e, principalmente, em produtos personalizados.

Existem várias particularidades antropométricas, por exemplo, em pessoas com deficiências físicas. As Tecnologias Assistivas são produtos especializados com o objetivo de compensar parcialmente a perda de autonomia por pessoas com deficiência. Para o projeto de produtos de Tecnologia Assistiva, há exigência de personalização das medidas antropométricas (PLOS *et al.*, 2012).

O levantamento das medidas antropométricas é obtido por dois processos distintos, diretos e indiretos. No processo direto ou manual há o contato físico com o indivíduo a ser mensurado. No processo indireto, são utilizados *scanners* tridimensionais que digitalizam o corpo humano e, com o auxílio de um *software*, é gerado um modelo tridimensional, no qual são realizadas as medições antropométricas. O processo indireto é mais rápido e preciso, porém, os digitalizadores 3D e sistemas utilizados são muito caros e demandam especialização para o seu manuseio. Muitos produtos que precisam ser personalizados, como órteses e próteses, são projetados utilizando medidas antropométricas obtidas pelo método manual, que será o foco do presente artigo.

A antropometria possui uma vasta multiplicidade em áreas que trabalham paralelamente. São nutricionistas, ergonomistas, designers, psicólogos, cientistas do exercício e fisioterapeutas. Segundo Norton e Olds (2005, p.05), uma das consequências dessa multiplicidade em práticas antropométricas é a falta de padronização na identificação e nas técnicas de medição nos locais do corpo humano a serem medidos. Mesmo nas medições pelo método indireto, é necessário saber identificar os locais específicos do corpo denominados de “pontos anatômicos” para realização da coleta das medidas no modelo tridimensional gerado.

Segundo Norton e Olds (2005, p.19) para realização de medições antropométricas é necessário compreender a natureza tridimensional do corpo humano. Conhecer a anatomia básica para uma correta identificação dos pontos anatômicos e, assim, adquirir suporte técnico para as decisões subjetivas necessárias na localização dos mesmos.

O presente artigo tem como objetivo propor diretrizes para aplicação da antropometria no desenvolvimento de projetos de produtos personalizados e, assim, minimizar os possíveis erros que podem ocorrer no processo de obtenção de medidas pelo método direto. Logo, será realizada uma coleta de dados antropométricos pelo sistema manual. O processo de obtenção de medidas antropométricas, os instrumentos utilizados, os pontos anatômicos e as variáveis

medidas serão analisados e avaliados. Com base na revisão de literatura e nos resultados da coleta de dados serão realizadas às diretrizes propostas no artigo.

A localização dos pontos do corpo a serem medidos pode sofrer uma leve variação de uma medida para outra, e / ou os equipamentos podem estar calibrados diferentes de outros utilizados para o mesmo fim. A quantidade de referências disponíveis sobre as informações antropométricas para auxiliar no projeto, além de tratar de critérios gerais de projeto, é insuficiente para desenvolver projetos mais específicos ou personalizados. As diretrizes desenvolvidas nesta pesquisa poderão auxiliar o levantamento antropométrico pelo sistema direto, de modo que minimizem os possíveis erros de medição e, assim, os dados obtidos possam auxiliar no desenvolvimento de projetos mais adequados ao usuário.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia utilizada tem como base a revisão de literatura e o desenvolvimento da coleta dos dados antropométricos pelo método direto como suporte para o desenvolvimento das diretrizes. Para a coleta de dados, serão estabelecidos os instrumentos a serem utilizados, o local da pesquisa, o número de indivíduos que irão participar e a escolha das variáveis (partes do corpo) a serem mensuradas. O desenho da metodologia do presente artigo segue representado na Figura 01.

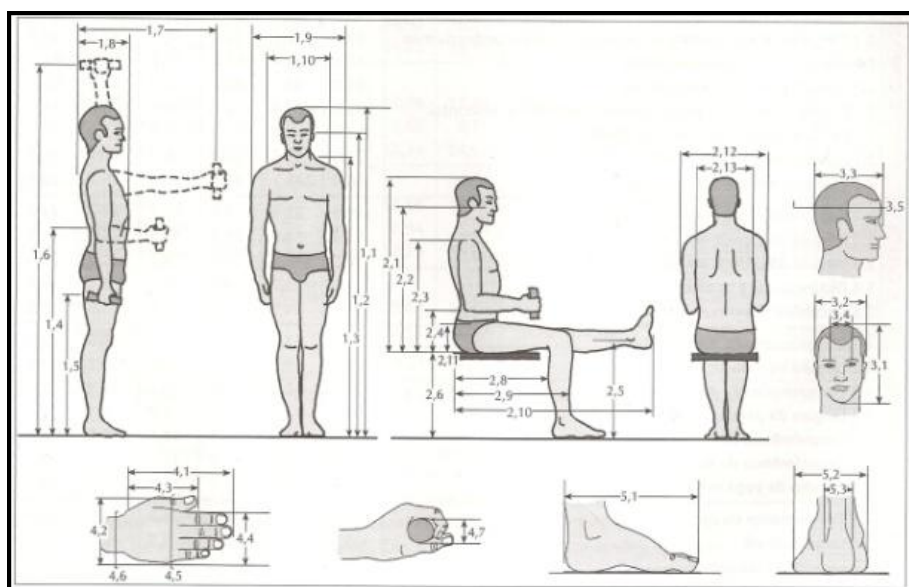
Figura 01: Desenho da metodologia do presente artigo



Fonte: os autores

Neste caso, foram estabelecidas as variáveis apresentadas na norma alemã DIN 33402 de junho de 1981, que segundo autores como Iida (2005); Pahl *et al.* (1996); Steenbekkers e Molenbroek (2007) e Alves *et al.* (2011) é uma das mais completas tabelas de medidas antropométricas. Para cada variável, a norma descreve o ponto a ser medido e a postura adotada, conforme segue na Figura 02.

Figura 02 – DIN 33402 (principais variáveis usadas em medidas de antropometria estática do corpo).



Fonte: Iida (2005, p.117).

O local estabelecido para a realização do levantamento antropométrico pelo método direto, foi na EsEF/LAPEX - laboratório de pesquisa do exercício da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que possui um laboratório de antropometria e os instrumentos necessários para a realização da pesquisa e, no laboratório de Design Virtual - ViD/UFRGS, do Departamento de Design e Expressão Gráfica. O número de indivíduos a serem mensurados foi um, visto que não há necessidade de utilizar mais pessoas, já que não é o objetivo realizar tabelas antropométricas informando a média de um segmento da população, e sim, ter como resultado diretrizes para auxiliar na aplicação da antropometria. A escolha do indivíduo a ser mensurado foi por conveniência um dos autores desta pesquisa.

3 PROCESSO DE DESIGN E O DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO

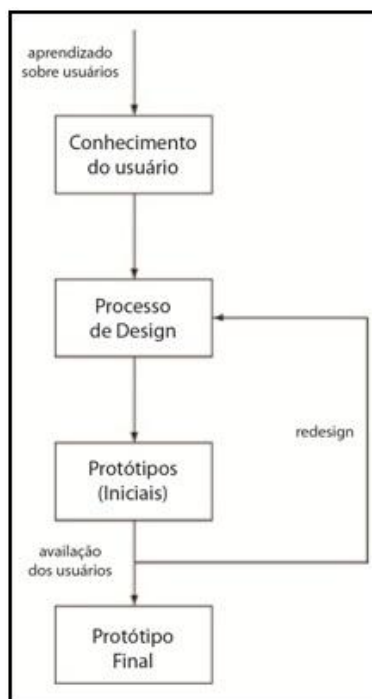
Para o desenvolvimento do projeto de produto, do ponto de vista industrial, o ideal seria fabricar um único tipo de produto padronizado, pois isso reduziria os custos. Contudo, para os usuários e / ou consumidores, isso nem sempre proporciona conforto e segurança. Para Iida, (2005, p.143) a adaptação do produto ao usuário se torna mais crítica no caso dos produtos de uso individual como vestuário, calçados e equipamentos.

Segundo o mesmo autor, um produto melhor adaptado à anatomia do usuário significa maior conforto, menos risco de acidente e melhor desempenho. O desenvolvimento de produtos, segundo Back *et al.* (2008, p.4), é um conceito amplo que compreende aspectos desde a pesquisa de mercado, o projeto de produto, projeto do processo de fabricação, plano de distribuição e manutenção até o descarte do produto. Ainda, Back *et al.* (2008, p.05) descrevem a sequência de fases pelas quais se desenvolve um produto, como: planejamento do projeto, projeto informacional e projeto conceitual. Portanto, é na fase Projeto Informacional que são determinadas as especificações de projeto de produto. São contempladas as necessidades dos usuários, os requisitos dos usuários e os requisitos de projeto. Também, outros autores como Rozenfeld *et al.* (2006) classificam em Projeto Informacional, a fase na qual são levadas em consideração as características físicas dos usuários como os dados antropométricos.

Para Iida (2005, p.323-324), o desenvolvimento de projeto de produto encontra-se dividido em quatro etapas, nas quais, sempre o estudo antropométrico deve estar atrelado. Na primeira etapa denominada Definição: quando se deve examinar o perfil do usuário e, assim, os requisitos e especificações para o produto; Segunda etapa denominada Desenvolvimento: na análise da tarefa (atividade) do produto, nas análises das interfaces, informações e controles dos produtos; Terceira etapa denominada Detalhamento: fase de detalhamento do sistema e dos componentes dos produtos e adaptação às interfaces; Quarta etapa denominada de Avaliação: há o teste da interface com o usuário, é avaliado o desempenho e são realizados os ajustes necessários.

No desenvolvimento de produtos personalizados, o uso do modelo do processo de Design Centrado no Usuário (UCD) é particularmente o mais apropriado (WU *et al.*, 2009). Buurman (1997) *apud* Wu *et al.* (2009) defende o processo de UCD porque há o envolvimento do usuário em todas as etapas do processo de projeto. WU *et al.* (2009) trazem outros autores que utilizam o UCD no processo de Design, tais como: Marshall *et al.* (2013); Pahl *et al.* (1996); Ulrich e Eppinger, (2008) e Plos *et al.* (2012). O Design Centrado no Usuário é um processo importante para o desenvolvimento de produtos personalizados, uma vez que os designers terão requisitos mais precisos em relação ao usuário final do produto. As medidas antropométricas encontram-se atreladas às etapas do processo, como é demonstrado no modelo proposto por Hersh (2010) na Figura 03.

Figura 03 - modelo do processo de Design Centrado no Usuário.



Fonte: Adaptado de Hersh (2010).

Neste modelo, a primeira etapa compreende o estudo sobre os usuários e as tarefas. Na segunda etapa, é usado o conhecimento das necessidades dos usuários para os requisitos e restrições do projeto. A seguir, na terceira etapa, são apresentados protótipos ao usuário para avaliação e, na última etapa, é reavaliado o projeto conforme as questões identificadas nas etapas anteriores. Realiza-se assim, um ciclo iterativo de teste, design, medidas e redesign (HERSH, 2010). Portanto, conforme o modelo de Hersh (2010) as medidas antropométricas são fundamentais para o desenvolvimento de projeto de produto personalizados e encontram-se vinculadas em todas as etapas de desenvolvimento.

3.1 Antropometria como ferramenta para auxílio no desenvolvimento de produtos

Conforme Pequini (2005, p.8.1), a antropometria passa a ser utilizada como referência em requisito de projeto de produto, definindo dados relevantes para um desenvolvimento de produto. “Os dados antropométricos definem as medições de tamanho, peso e proporção do corpo humano, aplicáveis a um correto dimensionamento de projeto de produtos, equipamentos e postos de trabalho”. Mas foi apenas em 1950, que a antropometria passou a ser reconhecida como disciplina (SIMMONS, 2001). A antropometria tem contribuído para a melhoria da qualidade dos produtos de consumo, adaptando-os melhor às necessidades e características do consumidor. Deve ser avaliado para o projeto de um produto, seu público alvo, e considerar a grande variação corporal entre etnias, sexo, idade, fatores socioeconômicos, bem como suas particularidades e necessidades em função das limitações e capacidades humanas.

Simmons (2001) afirma que não há duas pessoas iguais em todas as suas características mensuráveis e essa singularidade tem sido objeto de estudos e pesquisas há mais de 200 anos. Portanto, é fundamental uma definição correta da população usuária em termos de idade, sexo e etnia. É necessário definir se o produto será utilizado por um único usuário, necessitando de personificação nos dados antropométricos, ou se o produto será utilizado por um grupo maior de pessoas (CLARKSON, 2008).

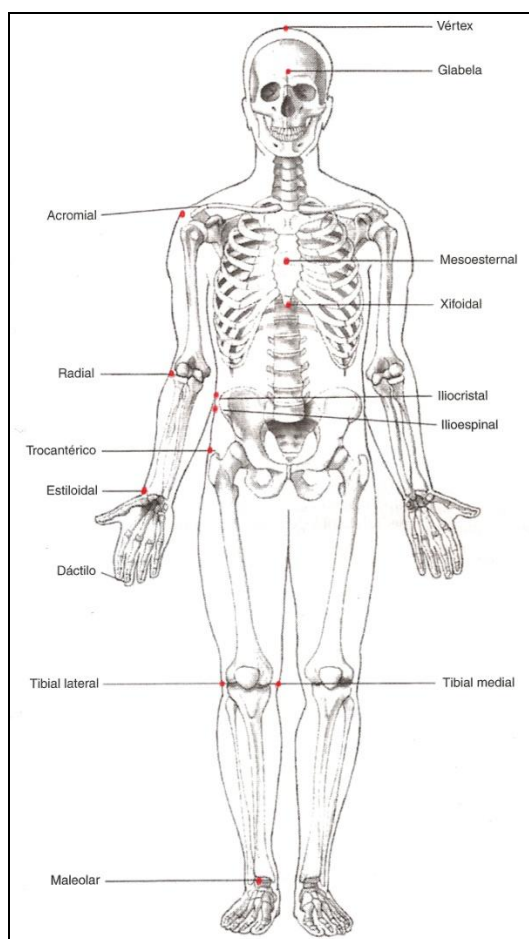
Segundo Schoenardiea *et al.* (2011, p.35) “um produto irá exercer plenamente sua função se for, dentre outros requisitos, bem dimensionado, tanto técnica quanto antropometricamente”. Assim, o desempenho do produto, que está atrelado à sua função, pode ser otimizado a partir da consideração dos dados antropométricos corretos. Para isso, é necessária a identificação de quais dados antropométricos serão considerados para cada projeto e, assim, afirmar que a antropometria tem valor fundamental para o Design. Para o desenvolvimento de projetos de produtos, geralmente, as informações dos dados antropométricos são encontradas em bancos de dados ou na literatura. Porém, para projetos personalizados, o mais adequado é realizar o levantamento dos dados antropométricos, necessários para o projeto, diretamente no usuário final do produto. Para isso, é primordial a identificação dos locais corretos no corpo humano que serão medidos.

3.2 Anatomia básica do corpo humano e os “pontos anatômicos”

Segundo Norton e Olds (2005, p.19), para realização de medições antropométricas, são necessários o conhecimento da anatomia básica do corpo humano e o conhecimento dos pontos anatômicos de referência para auxiliar na identificação dos locais a serem medidos. O entendimento do esqueleto humano serve de base para o reconhecimento dos pontos de referência necessários para o levantamento das medidas antropométricas.

Os pontos de referência segundo Norton e Olds (2005, p.51) são pontos esqueléticos identificáveis próximos à superfície do corpo que caracterizam os locais exatos de medição. Devidamente identificados, todos os pontos, segundo mesmo autor, são encontrados pela palpação. A Figura 04 mostra o corpo humano na chamada “posição anatômica”, que é a “posição do corpo vivo, em pé, ereto, com braços ao longo do corpo e as palmas das mãos viradas para a frente” (BASMAJIAN *apud* NORTON e OLDS, 2005, p.19). Na Figura 04, é demonstrada a nomenclatura básica dos pontos de referência da anatomia. Os pontos vermelhos na figura são os pontos encontrados por palpação, que são os locais específicos para medição antropométrica.

Figura 04: Localização dos pontos anatômicos



Fonte: Adaptado de Norton e Olds (2005, p.55)

4 PROCESSO DE COLETA DE DADOS

O indivíduo a ser mensurado preencheu um formulário de consentimento (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) como parte preliminar do procedimento. Durante toda a sessão de medição e demarcação, o indivíduo se manteve relaxado, descalço e seguiu as instruções devidas. Foi observado que o antropometrista deve ser capaz de manusear os equipamentos, e de se movimentar livremente em torno do indivíduo a ser medido. O antropometrista sempre deve estar acompanhado de um assistente para ajudar na coleta e no registro das informações.

Durante o processo de medição, para algumas variáveis mensuradas, existem particularidades quanto à postura e localização do ponto. A medição da estatura, por exemplo, pode ser efetuada em três técnicas diferentes quanto à postura: livre em pé, alongado e deitado. Em crianças de até dois anos de idade ou em pessoas com deficiências físicas, que são impossibilitados de ficar em pé, é utilizado a postura deitado. Foi notado que, em várias situações, houve a repetição da coleta das medidas em duas ou três vezes. Neste caso, foi obtida uma média dos resultados das medidas realizadas, que foi calculada de maneira simples utilizando a Média Aritmética (é obtida dividindo-se a soma das medidas de uma mesma variável pelo número de medições). Os equipamentos utilizados no levantamento antropométrico são escolhidos conforme as variáveis selecionadas e, para o presente estudo, foram utilizados os instrumentos: paquímetro e antropômetro da marca CESCORF, segmômetro da marca VONDER e fita métrica da marca ProFisioMed. Para as medidas sentadas e as medidas do pé foi utilizado uma caixa

antropométrica com 40 cm de altura e, para as medidas de mãos e pés, foram mensurados o membro dominante, neste caso, o DIREITO. O horário que aconteceu o levantamento antropométrico foi as dez horas do turno matutino, com duração total de 57 minutos, desde a primeira medição até a última. Os resultados da coleta de dados foram descritos resumidamente em forma de quadro, organizado em função da postura (ereto em pé, sentado, medidas das mãos, cabeça e pé), da numeração que vai do 1 ao 38, e que correspondem às medidas 1,1 ao 5,3 respectivamente da tabela DIN 33402. O item **Descrição** corresponde à postura do indivíduo na coleta dos dados antropométricos, o Instrumento de Medição, corresponde ao instrumento que foi utilizado na coleta e o item, **Ponto Anatômico**, corresponde à descrição do local no corpo humano que foi efetuada a medição. O resumo da coleta de dados realizados na presente pesquisa segue no Quadro 01

Quadro 01: coletas de dados antropométricos com a postura em pé, corpo ereto

Item	Medida	Descrição	Instrumento	Ponto Anatômico
1	1,1	estatura, corpo ereto, em pé	estadiômetro	topo da cabeça ao chão
2	1,2	altura dos olhos, em pé, ereto	segmômetro	centro dos olhos até o chão
3	1,3	altura dos ombros, em pé, ereto	segmômetro	articulação do ombro até o chão
4	1,4	altura do cotovelo até o chão	segmômetro	articulação do cotovelo flexionado 90° até o chão
5	1,5	altura do centro da mão, braço pendido, em pé	segmômetro	dedo médio da mão direita até o chão
6	1,6	altura do centro da mão, braço erguido, em pé	segmômetro	centro da palma da mão até o chão
7	1,7	comprimento do braço, na horizontal, até o centro da mão	fita métrica	articulação do ombro até o final do dedo médio
8	1,8	Sentado. profundidade do corpo, na altura do tórax	paquímetro	centro do esqueleto esterno (parte anterior do corpo) mantendo-se uma linha reta com a parte posterior
9	1,9	largura dos ombros, em pé	paquímetro	entre as articulações dos ombros
10	1,10	largura dos quadris, em pé	paquímetro	crista ilíaca
11	2,1	altura da cabeça, a partir do assento, corpo ereto	segmômetro	caixa antropométrica até a altura da cabeça
12	2,2	altura dos olhos, a partir do assento, ereto	segmômetro	caixa antropométrica até a altura do centro dos olhos
13	2,3	altura dos ombros, a partir do assento, ereto	segmômetro	caixa antropométrica até a altura dos ombros
14	2,4	altura do cotovelo, a partir do assento, ereto	segmômetro	caixa antropométrica até a altura do cotovelo
15	2,5	altura do joelho, sentado	segmômetro	da parte inferior do joelho até o chão
16	2,6	altura polítea – parte inferior da coxa	segmômetro	entre os ossos Femur e Tibia até o chão
17	2,7	comprimento do antebraço, na horizontal até o centro da mão	paquímetro	cotovelo até o centro da mão
18	2,8	comprimento nádega-poplítea	antropômetro	parte posterior do joelho até a nádega
19	2,9	comprimento nádega-joelho	antropômetro	ponto da parte anterior do joelho até a nádega
20	2,10	comprimento nádega-pé, perna estirada na horizontal	antropômetro	parte posterior do pé até a nádega
21	2,11	altura da parte superior das coxas	antropômetro	altura da parte superior das coxas até a caixa antropométrica
22	2,12	largura entre ombros	antropômetro	articulação entre os ossos Úmero e Acromial
23	2,13	largura dos quadris, sentado	antropômetro	ponto da largura dos quadris
24	3,1	comprimento vertical da cabeça	antropômetro	comprimento vertical da cabeça
25	3,2	largura da cabeça, de frente	antropômetro	meio da cabeça na altura das sobrancelhas
26	3,3	largura da cabeça, de perfil	antropômetro	largura da cabeça de perfil
27	3,4	distância entre os olhos	segmômetro	entre o centro dos olhos
28	3,5	circunferência da cabeça	fita métrica	meio da testa
29	4,1	Comprimento da mão	antropômetro	ponta do dedo médio até o ponto que começa a articulação do punho
30	4,2	largura da mão	antropômetro	entre a articulação dos ossos da falange e do metacarpo
31	4,3	comprimento da palma da mão	antropômetro	ponta do dedo polegar até o ponto que começa a articulação do punho
32	4,4	largura da palma da mão	antropômetro	articulação dos ossos da falange e do metacarpo
33	4,5	circunferência da mão	fita métrica	ossos da falange e do metacarpo
34	4,6	circunferência do punho	fita métrica	entre os ossos Carpais e o osso denominado Rádio
35	4,7	cilindro de pega máxima	fita métrica	circunferência interna da mão fechada

36	5,1	comprimento do pé	antropômetro	ponta do dedão do pé até o final do calcanhar
37	5,2	largura do pé	antropômetro	a articulação da falange e do osso Metatarsal
38	5,3	largura do calcanhar	antropômetro	parte mais larga do calcanhar

A seguir, a Figura 5 apresenta as imagens da coleta de dados realizada na pesquisa. A numeração em cada imagem faz referência à coleta de dados da variável mensurada (medida).

Figura 5: imagem da coleta de dados realizada na pesquisa



Fonte: os autores

O número 39 da Figura 5 refere-se à caixa antropométrica que foi utilizada para as coletas de dados com o indivíduo na postura sentado e para as medições da mão e do pé. O número 40 refere-se aos instrumentos utilizados na coleta de dados.

5 DISCUSSÃO

Com base na revisão de literatura e na coleta dos dados antropométricos desenvolvidos na presente pesquisa, foi realizada uma análise da antropometria no processo de Design. Através desta análise, foram propostas as diretrizes que irão auxiliar no levantamento de medidas

antropométricas para o desenvolvimento de projetos de produtos mais adequados às características físicas do usuário.

As diretrizes devem ser consideradas principalmente no desenvolvimento de projeto de produtos personalizados. Nas etapas de desenvolvimento de projeto de produto conforme Back *et al.* (2008, p.05) a sequência das fases do processo podem ser divididas em: planejamento do projeto, projeto informacional e projeto conceitual. Segundo o mesmo autor é na fase de projeto informacional que são determinados os fatores de influência no projeto: as necessidades dos usuários, os requisitos dos usuários, requisitos de projeto e as especificações do projeto. Nesta fase, são aplicados os dados antropométricos para o desenvolvimento do produto. Conforme a revisão de literatura, o processo de design mais apropriado para produtos personalizados é o processo proposto por Hersh (2010). Este processo, baseado nos princípios do Design Centrado no Usuário, aplica os dados antropométricos obtidos em todas as etapas de projeto. As diretrizes foram elaboradas a partir do modelo de Hersh (2010) iniciando na etapa do processo de design (planejamento do produto a ser desenvolvido) e finalizando na avaliação do protótipo pelo usuário. A partir desta avaliação, são determinados os ajustes necessários para a finalização do produto.

Portanto, a **primeira diretriz** diz respeito à aplicação de quais dados antropométricos serão necessários, irá depender de qual produto será desenvolvido, pra quem será desenvolvido (público-alvo) e qual será a função do produto. A **segunda diretriz** a ser considerada é a definição do produto. Determinar o produto em personalizado ou para uma gama de usuários. O produto personalizado requer um processo de medição no usuário final do produto, e esse processo, sendo o manual, deverá seguir algumas instruções para auxiliar na coleta dos dados antropométricos.

Antes de iniciar a coleta de dados antropométricos, é necessário seguir uma metodologia que permita saber como o processo será planejado e executado e quais serão as variáveis medidas. O método de medição pode ser pelo processo direto ou indireto. No método direto, há o contato físico com o indivíduo a ser mensurado. Usam-se réguas, trenas, fitas métricas, esquadros, paquímetros, transferidores, balanças, dinamômetros e outros instrumentos semelhantes, conforme a variável a ser medida. O método indireto pode ser realizado por diferentes sistemas e tipos de digitalizadores tridimensionais do corpo humano.

A **terceira diretriz** está relacionada com o levantamento dos dados antropométricos, em que compreende as etapas de definição de objetivos, definição das variáveis a serem medidas, do detalhamento ou precisão com que essas medidas devem ser realizadas, a escolha do método, seleção de amostra e as análises estatísticas, que orientam o pesquisador em saber “onde” e “para que” está sendo realizado o levantamento antropométrico (IIDA, 2005, p.33-40).

Assim, a partir da definição do usuário final do produto, é determinada a precisão e o nível de detalhamento dos dados antropométricos aplicados no projeto. A partir destas definições, é realizada a seleção das variáveis a serem medidas.

A **quarta diretriz** estabelecida é a seleção dos dados antropométricos, em que se encontram baseados no problema específico de cada projeto. Logo, a **quinta diretriz** é a definição do projeto. Projeto com capacidade intrínseca de regulagem, com ajustes ou sem ajustes. A gama de regulagens deve ser baseada na antropometria do usuário, na natureza da tarefa e nas limitações físicas ou mecânicas envolvidas. É necessário compreender a “técnica de amostragem” que, segundo Iida (p.47, 2005) consiste em selecionar um número limitado de indivíduos que participarão da pesquisa, reproduzindo, da melhor forma possível, as características presentes do universo que eles representam.

Nas medições diretas, Iida (2005, p.97) coloca que medir as pessoas, aparentemente, seria uma tarefa fácil, bastando para isso ter os equipamentos de medições adequados. Entretanto, afirma que isso não é tão simples assim quando se pretende obter medidas representativas e confiáveis de uma população composta de indivíduos dos mais variados tipos e dimensões. Além disso, as condições em que essas medidas são realizadas (com roupas ou sem roupas, com ou sem calçados, ereto ou na postura relaxada) influenciam consideravelmente nos resultados obtidos.

A **sexta diretriz** diz respeito à localização dos pontos no corpo humano a serem mensurados. É necessário definir quais as medidas (variáveis) que serão obtidas, isso envolve a descrição dos pontos anatômicos do corpo. As medições devem ser efetuadas, sempre que possível, pelo turno matutino, porque o corpo humano tende a diminuir em altura durante o dia e geralmente os músculos estão mais relaxados.

A **sétima diretriz** orienta a localização, direção e a postura em que cada medição deve ser realizada. A localização indica o ponto do corpo a partir de outro ponto de referência, a direção indica se o comprimento é medido horizontal ou vertical e a postura indica a posição do corpo (IIDA, 2005, p.110). Para a maioria das medições, o corpo do sujeito é colocado numa postura reta e ereta, com os segmentos corporais nos ângulos de 180, 0, ou 90 graus em relação aos pontos demarcados. Esta postura é chamada de "posição anatômica" também usada em anatomia.

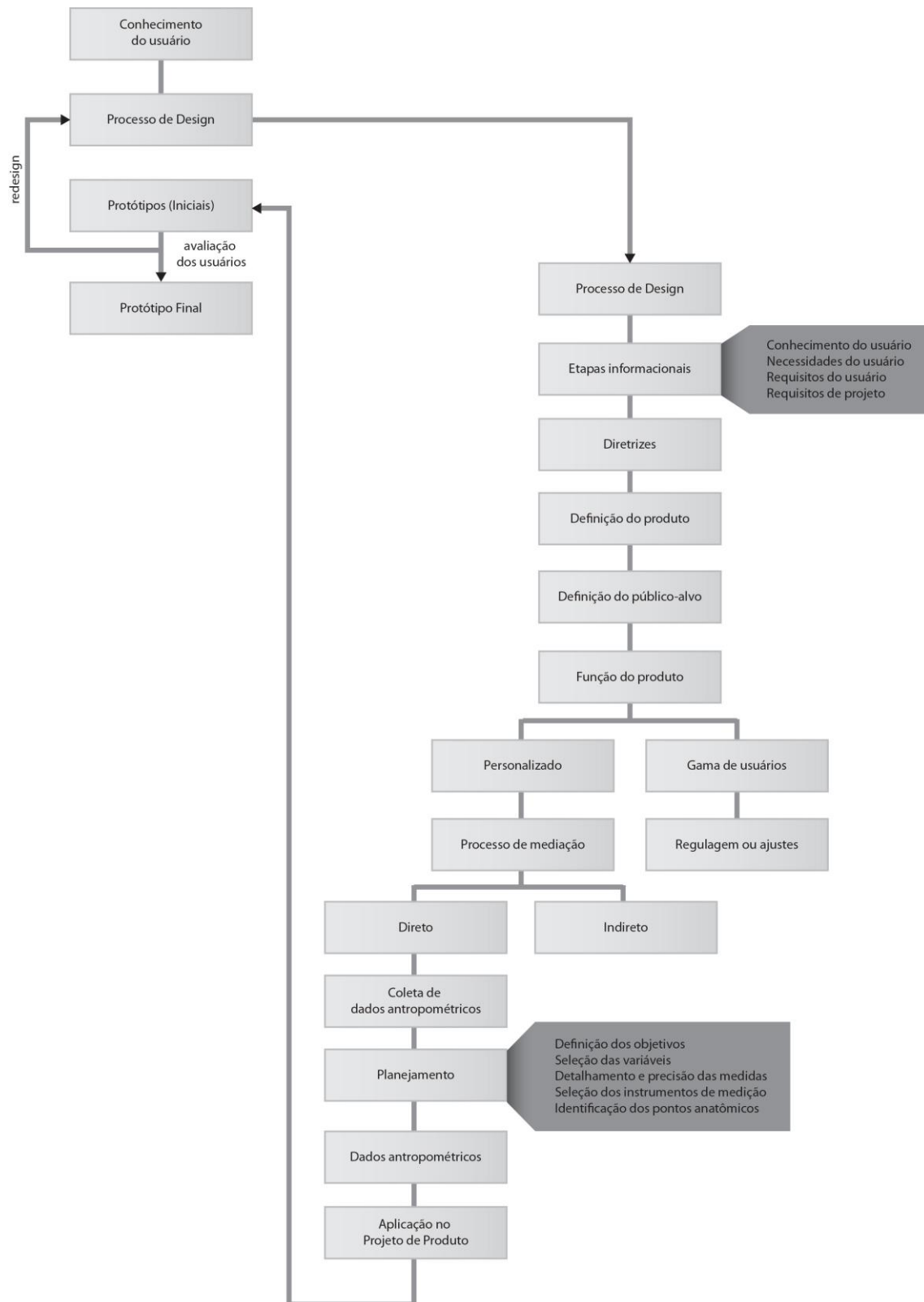
Para auxiliar na medição, na localização do local correto de medição no corpo humano, é necessário identificar os pontos anatômicos e demarcá-los. Em caso de dúvidas no resultado da variável medida, deve-se repetir o processo e obter o resultado pela média aritmética. Como o processo de identificação do ponto anatômico é pela palpação, é necessário um conhecimento prévio da anatomia básica do corpo humano e da localização das articulações.

A **oitava diretriz** auxilia na escolha do instrumento mais adequado para cada variável mensurada. Os erros de medição, normalmente ocorrem pela não utilização de instrumentos adequados e pela localização incorreta dos pontos anatômicos. O corpo humano possui tecido corporal mole, portanto passível de ser pressionado, o que também pode causar diferença no resultado da variável mensurada. Deve-se atentar para que o indivíduo seja preferencialmente mensurado no turno matutino e que esteja descalço durante o procedimento.

A **nona diretriz** é a realização da coleta dos dados antropométricos nos pontos anatômicos demarcados. E a **décima diretriz** é a aplicação dos dados antropométricos obtidos no processo de design. Assim, nota-se que o processo de design para produtos personalizados é um processo cíclico, no qual os dados antropométricos devem estar atrelados ao usuário em todas as fases de projeto. Porém, as diretrizes foram descritas em formato linear obedecendo a uma ordem de instruções a serem seguidas.

Na Figura 6, segue um fluxograma da análise realizada na presente pesquisa e as diretrizes propostas seguem ilustradas no Quando 02.

Figura 6: Fluxograma da análise e diretrizes para antropometria no processo de Design



Fonte: os autores

As diretrizes foram elaboradas e sintetizadas em forma de quadro, conforme o item 5.1 da pesquisa.

5.1 Diretrizes para aplicação da Antropometria no desenvolvimento de projetos de produtos personalizados

A partir da análise realizada da coleta de dados antropométricos, foram elaboradas 10 diretrizes para auxiliar no levantamento de medidas antropométricas para o desenvolvimento de projetos de produtos mais adequados às características físicas do usuário. As diretrizes devem ser consideradas no processo de design centrado no usuário e nas etapas informacionais do desenvolvimento de projeto de produto, conforme as necessidades de personalização do produto a ser desenvolvido. Seguem organizadas e descritas no Quadro 02.

Quadro 02: Diretrizes

Diretrizes	Descrição
1	Determinação do produto a ser desenvolvido e sua função.
2	Definição do produto em personalizado ou para uma gama de usuários e, assim, do usuário final do produto. - No caso do produto personalizado: a medição deve ser efetuada diretamente no usuário final. - No caso de uma gama de usuários: deverá ser efetuada uma seleção do público-alvo (seleção de um número limitado de sujeitos que irão participar da coleta de dados e que reproduzam às características físicas do universo a que representam, ou em caso de utilizar dados de tabelas antropométricas, atenção principalmente para a idade, sexo e etnia).
3	Definição do detalhamento ou da precisão com que as medidas devem ser realizadas.
4	Definição das variáveis a serem medidas (a seleção dos dados antropométricos baseia-se no problema específico de cada projeto).
5	Observação da regulação ou ajuste do produto conforme a antropometria (necessário principalmente para o projeto para uma gama de usuários).
6	Demarcação dos pontos anatômicos no corpo dos usuários a serem mensurados.
7	Verificação da postura do usuário a ser medido (se sentado ou em pé e ereto).
8	Definição do instrumento de medição antropométrica (existe um instrumento adequado para cada variável antropométrica), conforme exemplificado no Quadro 01 do presente artigo.
9	Realização da coleta de dados nos pontos anatômicos demarcados.
10	Aplicação dos dados antropométricos obtidos no processo de design.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo partiu da necessidade de obtenção de diretrizes que possam auxiliar e orientar na aplicação da antropometria no processo de Design para produtos personalizados e na realização da coleta de dados antropométricos. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica compreendendo assuntos como metodologias de projeto de produto, relacionando-as à antropometria no processo de Design de produtos que requerem uma personalização das medidas antropométricas. Também, foi considerada a anatomia básica do corpo humano para identificação dos pontos anatômicos que servem como referência para medição das variáveis.

Após, foi efetuada uma coleta de dados antropométricos pelo método direto, em um indivíduo, a fim de analisar o processo de medição e a identificação correta dos pontos anatômicos. Foram obtidos como resultado de pesquisa, um fluxograma da análise do processo de coleta de dados antropométricos e da fundamentação teórica abordada na pesquisa e, assim, as diretrizes foram elaboradas.

Através do problema evidente, da carência de padronização dos métodos para levantamento antropométrico, e da relevância destes dados para o desenvolvimento de projetos de produtos personalizados mais adequados às características físicas dos usuários, as diretrizes poderão auxiliar na aplicação da antropometria no processo de Design.

Durante o levantamento antropométrico efetuado pelo método direto de obtenção de medidas, pôde-se identificar: os locais dos pontos anatômicos pela palpação, as posturas mais adequadas para cada medição e, principalmente, os erros que ocorrem durante o processo. Esses erros acontecem principalmente em função da subjetividade da identificação dos pontos anatômicos, do uso incorreto do instrumento de medição em cada variável a ser medida e da falta de experiência do antropometrista.

Foi constatado que as medidas antropométricas irão variar, mesmo se um antropometrista medir o indivíduo, repetidas vezes, em dias sucessivos. Isso acontece devido à inconsistência das técnicas e das variações biológicas do indivíduo. A precisão está relacionada à inconstância das medições no indivíduo. Algumas variáveis como as lineares, a medida é obtida geralmente em uma única leitura. Já, as variáveis de espessura ou circunferência, é necessário realizar duas ou mais leituras e usar a média aritmética como parâmetro de valor de medida.

Através do procedimento pelo método direto, foi observado que o antropometrista deve ter o conhecimento da anatomia do corpo, visto que o ponto é subjetivo e identificado pela palpação. O antropometrista deve apalpar o local no corpo do indivíduo que está sendo mensurado e marcar o ponto com uma caneta. Este local, normalmente, encontra-se entre as junções dos ossos, nas articulações e nas extremidades dos membros. As posições do indivíduo influenciam consideravelmente nos resultados das medidas obtidas.

A antropometria tem contribuído para a melhoria da qualidade dos produtos, adaptando-os melhor às necessidades e características do usuário. Deve ser avaliado para o projeto de um produto, seu público alvo, e considerar a grande variação corporal entre etnias, sexo, idade, fatores socioeconômicos, bem como suas particularidades e necessidades em função das limitações e capacidades humanas. Assim, o desempenho do produto, que está atrelado à sua função, pode ser otimizado a partir da consideração dos dados antropométricos corretos.

É de suma importância identificar a função do produto a ser desenvolvido, se será um produto personalizado ou não, quais as variáveis antropométricas que irão influenciar em cada produto e o nível de precisão. As diretrizes desenvolvidas no artigo irão auxiliar na obtenção de dados da antropometria estática. Portanto, não foram avaliados dados resultantes da antropometria dinâmica e funcional, que ficam como sugestão para trabalhos futuros.

Referências

ALVES, H.; SANTOS, M.; MONTEIRO, M.; MORAIS, P.; MELO, F.; RIBEIRO, W. Análise dos parâmetros antropométricos da cabeça dos militares da força aérea brasileira no projeto de capacetes balísticos. **Rev. Bras. Biom.**, São Paulo, v.29, n.3, p.472-492, 2011.

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008.

CLARKSON, J. **Human capability and product design**. Product Experience. Elsevier Ltd, 2008.

HERSH, M.A. The Design and Evaluation of Assistive Technology Products and Devices Part 1: **Design, International Encyclopedia of rehabilitation**, 2010.

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

MARSHALL, R; COOK, S; MITCHELL, V; SUMMERSKILL, S; HAINES, V; MAGUIRE, M; SIMS, R; GYI, D; CASE, K. Design and evaluation: End users, user datasets and personas. **Applied Ergonomics**. 1-7, 2013.

NORTON, K; OLDS, T. **Antropométrica: um livro sobre medidas corporais para o esporte e cursos da área da saúde / Trad. Nilda Maria Farias de Albernaz**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PAHL G, BEITZ W, WALLACE K, BLESSING L, BAUERT F. **Engineering design a systematic approach**. Springer. p. 146-153, 1996.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos**. México: G. Gill, 2002.

PASCHOARELLI, L.C. **O posto de trabalho carteira escolar como objeto de desenvolvimento da educação infantil – uma contribuição do design e da ergonomia**. Dissertação de Mestrado em Desenho Industrial da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista Campos Bauru, 121 p., 1997.

PEQUINI, S. M. **Ergonomia aplicada ao design de produtos: um estudo de caso sobre o design de bicicletas**. Tese (doutorado) Faculdade de Arquitetura e urbanismo da Universidade de São Paulo. Departamento de Tecnologia. São Paulo, USP, 2005.

PLOS, O; BUISINE, S; AOUSSAT, A; MANTELET, F; DUMAS, C. A Universalist strategy for the design of Assistive Technology. **International Journal of Industrial Ergonomics**. V. 42, 533 -541, 2012.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. de; SILVA, S. L. da; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva S/A Livreiros Editores - Livros, 2006.

SELL, I. **Projeto do trabalho humano: melhorando as condições de trabalho**. Ed. da UFSC: Florianópolis, 469p., 2002.

SIMMONS, K.P. **Body measurement techniques: a comparison of three-dimensional body scanning and physical anthropometric methods**. Ph.D. Thesis; North Carolina State University: Raleigh, NC, 2001.

SCHOENARDIE, R.; TEIXEIRA, C.; MERINO, E. Design e Antropometria: diferenciação estratégica. **Projética Revista Científica de Design**. Universidade Estadual de Londrina. V.2, N.2, 2011.

STEENBEKKERS, L.; MOLENBROEK. Anthropometric data of children for non-specialist users. **Ergonomics**. V. 33, No.4, 421-429, 2007.

ULRICH KT, EPPINGER SD. **Product design and development**. McGraw-Hill Higher Education, 2008.

WU, F.; MA, M.; CHANG, R. A new user-centered design approach: A hair washing assistive device design for users with shoulder mobility restriction. **Applied Ergonomics**. V. 40, 878–886, 2009.

Informações sobre autores:

Clariana Fischer Brendler – Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Design na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PgDesign/UFRGS) e mestre pelo mesmo programa (PgDesign/UFRGS -2013). Possui Graduação em Design de Produto (UNIFRA/2007). Atuando principalmente em projetos de pesquisas relacionados ao projeto de produto, digitalização tridimensional, ergonomia, antropometria, Tecnologia Assistiva, fabricação digital e design virtual. E-mail: clafischer@hotmail.com

Fábio Gonçalves Teixeira - Coordenador do PgDesign/UFRGS. Possui Pós-Doutorado na Universidade do Porto em Portugal. Doutorado em Engenharia Mecânica (UFRGS/2003), Mestrado em Engenharia Civil (UFRGS/1991) e Graduação em Engenharia Mecânica (UFRGS/1988). Trabalha com projetos de pesquisa relacionados à metodologia de projeto, ao design virtual de produtos, ao projeto de produtos e à representação e modelagem, simulação numérica de estruturas, realidade virtual e Tecnologia Assistiva. E-mail: fabiogt@ufrgs.br