CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA A COLETA DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS VISANDO O MOBILIÁRIO DE INFORMÁTICA EM ESCOLAS PÚBLICAS PARA ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Rebeka Spindola de Almeida Paiva

MONOGRAFIA SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

_____

Eduardo Breviglieri Pereira de Castro,DSc

_____

José Alberto Barroso Castañon, DSc

_____

Roberta Pereira Nunes, DSc

JUIZ DE FORA,MG – BRASIL

DEZEMBRO DE 2007

PAIVA, REBEKA SPINDOLA DE ALMEIDA
Contribuição metodológica para a coleta de dados antropométricos visando o mobiliário de informática em escolas públicas, para alunos do Ensino Fundamental.
[Minas Gerais] 2007
IX, 45 p. 29,7 cm (EPD/UFJF, Graduação Engenharia de Produção,2007)
Monografia – Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia de Produção
1. Ergonomia
2. Antropometria
I. EPD/UFJF II. Título (série)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora por terem me ajudado a concluir mais essa etapa da minha vida.

Agradeço aos meus pais, Marcelo e Jane, e ao Thadeu meu irmão, por estarem sempre ao meu lado me apoiando em todas as minhas decisões e principalmente me dando muito amor.

Gostaria de agradecer aos Professores Eduardo, pela ajuda, paciência e confiança; e Roberta pelo incentivo.

E um agradecimento especial ao Professor Castañon, primeiramente pela confiança em minha capacidade de desenvolver seus projetos; e por ter me ajudado e incentivado em todos esses anos, me dando a possibilidade de aprender cada dia mais.

Resumo da monografia apresentada à Coordenação de Curso de Engenharia de Produção como parte dos requisitos necessários para a graduação em Engenharia de Produção.

ANÁLISE ERGÔNOMICA E ANTROPOMÉTRICA DO MOBILIÁRIO DE INFORMÁTICA EM ESCOLAS PÚBLICAS, PARA ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL, DA 1ª A 4ª SÉRIE

Rebeka Spindola de Almeida Paiva

Dezembro/2007

Orientador: Eduardo Breviglieri Pereira de Castro,DSc

Curso: Engenharia de Produção

Este trabalho tem como objetivo expor os problemas encontrados na sala de aula, a partir da interação do aluno e o mobiliário escolar, tomando como base a literatura de ergonomia, avaliação do perfil antropométrico e postural, observações e pesquisas. A avaliação foi realizada numa sala de aula de informática do CAIC – Helyon de Oliveira, escola localizada no bairro Linhares em Juiz de Fora e visou analisar o mobiliário existente, descrever os procedimentos para a realização da aferição das variáveis antropométricas e fazer uma comparação com um estudo realizado pela Faac da UNESP. Fotografias e filmagens podem ser utilizadas para auxiliar a observação do layout da sala, postura e movimentação durante as aulas e morfologia dos alunos. Com a análise da demanda da tarefa, o comportamento do estudante e e ambiente físico, pode-se tentar amenizar os problemas de sala de aula causados pela falta de harmonia entre a interface aluno – mobiliário escolar. Ao final da pesquisa, avaliou-se a adequação do mobiliário existente e foram propostas algumas recomendações para a melhoria, a curto prazo, do mobiliário escolar em salas de informática.

Palavras-chaves: Ergonomia, sala de aula, mobiliário escolar, postura sentada, antropometria.

Abstract of the monograph presented to the Coordination of the Production Engineering Course as part of the necessary requirements for graduating in Production Engineering.

ERGONOMIC AND ANTROPOMETRIC ANALYSIS OF THE FURNITURE OF COMPUTER SCIENCE IN PUBLIC SCHOOLS, FOR STUDENTS FROM 1st to 4th GRADE

Rebeka Spindola de Almeida Paiva

2007, December

Advisors: Eduardo Breviglieri Pereira de Castro,D Sc

Course: Production Engeneering

This work has as objective to expose the problems found in the classroom, from the interaction of the student and school furniture, taking as base the ergonomic literature, evaluation of the antropometric and postural profile, observation and research. The evaluation was carried out a classroom of computer science of the CAIC - Helyon de Oliveira, placed in the Linhares district in Juiz De Fora and aimed at to analyze the existing furniture, to describe the procedures for the accomplishment of the gauging of the antropometric variable and to make a comparison with a study carried through for the Faac of the UNESP. Photographs and filmings can be used to assist the comment of the layout of the room, position and movement during the lessons and morphology of the students. With the analysis of the demand of the task, the behavior of the student, and physical environment, can be tried to brighten up the problems of classroom caused by the lack of harmony between the interface student and school furniture. To the end of the research, it was evaluated adequacy of the existing furniture and had been proposals some recommendations for the improvement, short-term, of the pertaining to school furniture in computer science rooms.

Key-words: Ergonomics, classroom, school furniture, seated posture, anthropometry.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....01

1.1 JUSTIFICATIVA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA..... 01

1.2 OBJETIVOS.....02

1.3 CONDIÇÕES DE CONTORNO.....02

1.4 METODOLOGIA.....02

CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....03

2.1 O QUE É ERGONOMIA.....03

2.2 ANTROPOMETRIA.....04

2.2.1 Considerações.....04

2.2.2 Determinação de medidas antropométricas por fotogrametria.....07

2.2.3 Principais medidas antropométricas.....09

2.2.4 A dinâmica do sentar-se e suas medidas antropométricas.....12

2.2.5 Análises antropométricas do corpo sentado.....14

2.3 ANTROPOMETRIA INFATIL NA ATUALIDADE.....15

2.4 ERGONOMIA NA SALA DE AULA E MOBILIÁRIO INFANTIL.....16

2.4.1 Estudos Internacionais.....16

2.4.2 Estudo de Caso Brasileiro.....21

2.4.3 Parâmetros sugeridos pelo estudo: *Interface Antropométrica Digital.....* 30

Capítulo II – PROPOSTA DE AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA NO ESTUDO DE CASO....32

3.1 APRESENTAÇÃO.....32

3.2 DESCRIÇÃO DO LOCAL PROPOSTO PARA ESTUDO.....32

3.3 METODOLOGIA UTILIZADA PARA MEDIÇÕES.....33

3.3.1 Seleção dos equipamentos.....33

3.3.2 Teste.....33

3.3.3 Registro em fotografia.....33

3.3.4 Análise dos dados.....34

3.4 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA FOTAGRAMETRIA.....35

Capítulo III - ANÁLISE E RESULTADOS.....37

4.1 COMPARAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS PELO LABORATÓRIO DE ERGONOMIA E INTERFACES DA FAAC E O MOBILIÁRIO DO E.C. 37

Capítulo IV – CONCLUSÕES.....40

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....41

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Estatura.....09
Figura 02 - Altura dos olhos..... 09
Figura 03 – Altura do cotovelo, sentado.....10
Figura 04 – Altura sentado.....10
Figura 05 – Altura dos olhos, sentado.....10
Figura 06 – Altura do meio do ombro, sentado.....10
Figura 07 – Largura do ombro.....11
Figura 08 – Largura do quadril.....11
Figura 09 – Altura poplítea.....11
Figura 10 – Comprimento nádega - poplítea.....11
Figura 11 – Comprimento nádega - joelho.....12
Figura 12 – Peso.....12
Figura 13 – Estrutura Óssea.....13
Figura 14 – Crianças no computador.....19
Figura 15 – Computador na escola.....19
Figura 16 – Postura.....19
Figura 17 – Antropômetro utilizado na pesquisa.....23
Figura 18 – Cadeira Antropométrica.....23
Figura 19 – Simetrógrafo.....35
Figura 20 – Sala de aula: Disposição.....37
Figura 21 – Sala de aula: Mobiliário e Paredes.....38
Figura 22 – Sala de aula: Iluminação.....38
Figura 23 – Sala de aula: Mesa e cadeira.....39

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Medidas: Estatura.....24
Tabela 02 – Medidas: Altura dos olhos.....24
Tabela 03 – Medidas: Altura do cotovelo, sentado.....25
Tabela 04 – Medidas: Altura sentado.....25
Tabela 05 – Medidas: Altura dos olhos, sentado.....26
Tabela 06 – Medidas: Altura do meio do ombro, sentado.....26
Tabela 07 – Medidas: Largura do ombro.....27
Tabela 08 – Medidas: Largura do quadril.....27
Tabela 09 – Medidas: Altura poplítea.....28
Tabela 10 – Medidas: Comprimento nádega-poplítea.....28
Tabela 11 – Medidas: Comprimento nádega-joelho.....29
Tabela 12 – Medidas: Peso.....29
Tabela 13 – Parâmetros: Altura da mesa de trabalho na postura sentado.....30
Tabela 14 - Parâmetros: Altura do assento.....30
Tabela 15 - Parâmetros: Profundidade do assento.....31
Tabela 16 - Parâmetros: Largura da mesa de trabalho.....31
Tabela 17 - Parâmetros: Largura do assento.....31
Tabela 18 – Questionário.....36

INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

No ambiente escolar tem-se observado uma grande falta de preocupação com as aplicações e adequações ergonômicas. Dado que as crianças passam grande parte de seu tempo nas escolas, a utilização de mobiliário escolar inadequado favorece a distração, perda de rendimento e o aparecimento de problemas músculo-esqueléticos. Como a atividade escolar não é tratada como uma situação de trabalho, ainda não existe um critério que atenda os requisitos de saúde e segurança para a concepção de mobiliário escolar.

O mobiliário, em função das necessidades das tarefas, estabelece a configuração postural dos usuários e define os esforços estabelecidos de uma jornada de trabalho em uma sala de aula, além de possuir total relação com a absorção de conhecimentos (MORO, 2004).

Segundo Moououdi & Choobineh (1997) e Jeonji & Park, (1990) em países como Irã, e Coréia, há estudos que relacionam o design do mobiliário escolar com as diferenças antropométricas combinadas com a idade e sexo.

Parcells et al. (1999) afirmam que qualquer país tem capacidade de projetar um mobiliário escolar baseado em dados antropométricos. Para isso seria necessário que atualizassem seus dados sobre a população em questão (com idade entre 4-20 anos), incluindo no mínimo 40 observações sobre os hábitos e comportamento de cada faixa etária e sexo.

Um número surpreendente de crianças e adolescentes declara apresentar problemas regulares na coluna e pescoço, bem como dores de cabeça, para os quais as estimativas variam de 30% a 65% (GOODMAN e MCGRATH, 1991). Estas dores são relacionadas com a necessidade de permanecer na postura de sentado durante a realização da atividade escolar, conjugada com a utilização de mobiliário inadequado durante essa mesma atividade.

A abordagem dos problemas de saúde desta natureza a partir destes e outros indicadores adequados, faz-se necessária para que se possa identificar e prevenir o aparecimento e desenvolvimento de problemas crônicos em adultos. (HERZENBERG, 1985; GOODMAN e MCGRATH, 1991; e LEBOEUF 1998).

Atualmente, o uso de computadores está crescendo significantemente entre as crianças, que começam a utilizá-lo cada vez mais cedo. Como a maioria das escolas possui classes de ensino para crianças e adolescentes, muitas vezes o mobiliário não é adequado às crianças, fazendo com que adquiram posturas inadequadas durante a utilização e que sofram de dores nas costas, cabeça, punho e pescoço. Alguns problemas observados são: falta de apoio para os pés e antebraço; mouse muito grande em relação ao tamanho das mãos e cadeiras com o assento muito

baixo, fazendo com que as crianças estiquem o pescoço, curvem ombros e coluna para frente, para digitar e enxergar o monitor.

Este projeto propôs um estudo e análise ergonômica do mobiliário da sala de aula de informática do CAIC – Helyon de Oliveira, localizado no bairro Linhares em Juiz de Fora. Possuiu ainda, intuito de, ao final da pesquisa realizar uma comparação com estudos realizados no país e sugerir soluções a curto prazo.

1.2 OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho é a avaliação do perfil antropométrico e postural dos alunos da escola CAIC – Helyon de Oliveira, estudantes do ensino básico. E, ainda, analisar o mobiliário existente, descrever os procedimentos para a realização da aferição das variáveis antropométricas e realizar uma comparação com estudos realizados no país.

1.3 CONDIÇÕES DE CONTORNO

O trabalho foi realizado na escola pública Helyon de Oliveira que está localizada na Rua Diva Garcia s/nº no bairro de Linhares, com turmas que vão desde o pré-escolar ao ensino médio. Como a escola recebe um público de várias idades, o mobiliário escolar não atende às características antropométricas de todos os indivíduos, sendo as crianças as mais prejudicadas.

O projeto foi realizado no laboratório de informática da escola e foi direcionado para crianças com idade entre 7 e 10 anos.

O foco deste projeto não foi o mobiliário escolar como um todo, e sim o mobiliário das salas de aula de informática, ou seja, salas com computadores.

1.4 METODOLOGIA

Para a efetivação deste trabalho foi realizada uma extensa revisão bibliográfica sobre os temas abordados. Os Livros, *Dimensionamento humano para espaços interiores* de Julius Panero e Martin Zelnik e *Ergonomia: Projeto e Produção* de Itiro Iida; e o estudo de caso *Interface Antropométrica Digital* realizado pelo Laboratório de Ergonomia e Interfaces da Faac foram os títulos mais utilizados.

A utilização de fotografias e filmagens auxiliou na observação do layout da sala, postura e movimentação durante as aulas e morfologia dos alunos.

Para a descrição dos métodos de medição das variáveis foi realizada uma pesquisa e teste com os equipamentos e procedimentos para a sua realização.

Capítulo I
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O QUE É ERGONOMIA

Segundo Iida,I (2005), ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. O trabalho aqui tem uma concepção bastante ampla, abrangendo não apenas aqueles executados com máquinas e equipamentos, mas também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e uma atividade produtiva. A ergonomia tem uma visão ampla, abrangendo atividades de planejamento e projeto, que ocorrem antes do trabalho ser realizado, e aqueles de controle e avaliação, que ocorrem durante e após esse trabalho.

Ela surgiu logo após a II Guerra Mundial, como conseqüência do trabalho interdisciplinar realizado por diversos profissionais, como engenheiros, fisiologistas e psicólogos, durante aquela Guerra.

Existem diversas definições de ergonomia, no Brasil, a Associação Brasileira de Ergonomia adota a seguinte definição:

"Entende-se por Ergonomia o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não-dissociada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas". (ABERGO, 2004)

Os praticantes da ergonomia são chamados de "ergonomistas" e realizam o planejamento, projeto e avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas, tornando-os compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas. Eles devem analisar o trabalho de forma global, incluindo os aspectos físicos, cognitivos, sociais, organizacionais, ambientais e outros. (IIDA, 2005).

A ergonomia estuda os diversos fatores que influem no desempenho do sistema produtivo e procura reduzir as suas conseqüências nocivas sobre o trabalhador. Assim, ela procura reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes, proporcionando segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores, durante o seu relacionamento com o sistema produtivo. (IIDA, 2005)

A contribuição da ergonomia, de acordo com a ocasião em que é feita, classifica-se em: *Ergonomia de Concepção*, que ocorre quando a contribuição ergonômica se faz durante o projeto do produto, da máquina, ambiente ou sistema; *Ergonomia de Correção*, que é aplicada em situações reais, já existentes, para resolver problemas que se refletem na segurança, fadiga excessiva, doenças do trabalhador ou quantidade e qualidade da produção; a *Ergonomia de conscientização* procura capacitar os próprios trabalhadores para a identificação e correção dos

problemas do dia-a-dia ou aqueles emergenciais e *Ergonomia de Participação,* que procura envolver o próprio usuário do sistema, na solução de problemas ergonômicos.(IIDA, 2005).

2.2 ANTROPOMETRIA

2.2.1 Considerações

A antropometria trata das medidas físicas do corpo humano. A origem da antropometria remonta à Antigüidade, pois Egípcios e Gregos já observavam e estudavam a relação das diversas partes do corpo. O reconhecimento dos biótipos remonta-se aos tempos bíblicos e o nome de muitas unidades de medida utilizadas hoje em dia, são derivados de segmentos do corpo. A importância das medidas ganhou especial interesse na década de 40, provocada de um lado pela necessidade da produção em massa, pois um produto mal dimensionado pode provocar a elevação dos custos e por outro lado, devido ao surgimento dos sistemas de trabalho complexos onde o desempenho humano é crítico e o desenvolvimento desses sistemas dependem das dimensões antropométricas dos seus operadores. Atualmente a antropometria (antropologia física) associada aos valores culturais (antropologia cultural) constituem um ponto importante nas questões que envolvem transferência de tecnologias, é a denominada antropotecnologia (PANERO e ZELNIK, 1991; IIDA, 1991; SANTOS et. al., 1997).

A antropometria tem como objetivo levantar dados das diversas dimensões dos segmentos corporais (SANTOS, 1997). No final do século XIX e início do século XX observou-se o desenvolvimento e a ampliação do interesse por estudos detalhados do homem vivo e as suas marcas no esqueleto. As estatísticas fornecidas pelos médicos militares de recrutas são de especial interesse, pois relacionam as dimensões corporais com a ocupação (antropologia ocupacional). São notáveis os estudos realizados durante a Guerra Civil Americana, Primeira e Segunda Guerra Mundial.

Sempre que possível e justificável, deve-se realizar as medidas antropométricas da população para a qual está sendo projetado um produto ou equipamento, pois equipamentos fora das características dos usuários podem levar a estresse desnecessário e até provocar acidentes graves. Normalmente as medidas antropométricas são representadas pela média e o desvio padrão, porém a utilidade dessas medidas depende do tipo de projeto em que vão ser aplicadas (IIDA, 2005).

Um primeiro tipo de projeto pode ser considerado como sendo para o tipo médio. O homem médio ou padrão é uma abstração, pois poucas pessoas podem ser consideradas como padrão, porém uma cadeira construída para a pessoa média, vai provocar menos incômodos

para os muito grandes e para os muito pequenos do que se fosse feita para um gigante ou para um anão. Não será ótimo para todas as pessoas, mas causará menos inconvenientes do que se fosse feita para pessoas maiores ou menores em relação à média.

Uma saída de emergência projetada pela média, provavelmente não permitiria que um indivíduo grande saia, ou num determinado painel de controle projetado para a população média uma pessoa baixa poderia não alcançar. Nestes casos aplica-se o projeto para indivíduos extremos, maior ou menor dependendo do fator limitativo do equipamento. Deve-se tentar acomodar pelo menos 95% dos casos.

Projetos para faixas da população são os projetos de equipamentos normalmente desenvolvidos para cobrir a faixa de 5 a 95% de uma população. Por exemplo, bancos e cintos de automóveis. Desenvolver produtos para 100% de uma população apresenta problemas técnicos e econômicos que não compensam.

Os produtos projetados especificamente para um indivíduo, são raros no meio industrial. É o caso dos aparelhos ortopédicos e roupas feitas sob medida, eles proporcionam melhor adaptação entre o produto e o usuário, mas aumentam o custo e só são justificáveis em casos onde a possibilidade de falha teria conseqüências que deixariam o custo muito maior como as roupas dos astronautas, corredores de fórmula 1, etc.

Do ponto de vista industrial, quanto mais padronizado for o produto, menores serão seus custos de produção e de estoque. O projeto para a média é baseado na idéia que isso maximiza o conforto para a maioria. Na prática isso não se verifica. Há diferença significativa entre as médias de homens e mulheres, e a adoção de uma média geral acaba beneficiando uma faixa relativamente pequena da população, cujas médias caem dentro da média adotada.

Uma das grandes aplicabilidades das medidas antropométricas na ergonomia é no dimensionamento do espaço de trabalho. Iida (2005) define espaço de trabalho como sendo o espaço imaginário necessário para realizar os movimentos requeridos pelo trabalho. O espaço de trabalho para um jogador de futebol é próprio campo de futebol e até uma altura de 2,5 m (que é a altura de cabeceio). O espaço de trabalho de um carteiro seria um sólido sinuoso que acompanha a sua trajetória de entregas e tem uma seção retangular de 60 cm de largura por 170 de altura. Porém a maioria das ocupações da vida moderna desenvolve-se em espaços relativamente pequenos com o trabalhador em pé ou sentado, realizando movimentos relativamente maiores com os membros do que com o corpo e onde devem ser considerados vários fatores como: postura, tipo de atividade manual e o vestuário.

Dentro do espaço de trabalho as superfícies horizontais são de especial importância, pois sobre ela que se realiza grande parte do trabalho. Na mesa de trabalho os equipamentos

devem estar corretamente posicionados dentro da área de alcance que corresponde aproximadamente a 35 – 45 cm com os braços caídos normalmente e de 55 a 65 cm com os braços estendidos girando em torno do ombro. A altura da mesa também é muito importante principalmente para o trabalho sentado sendo duas varáveis as responsáveis para a determinação da sua altura, a altura do cotovelo que depende da altura do assento e o tipo de trabalho a ser executado. A altura da mesa resulta da soma da altura poplítea e da altura do cotovelo. Com relação ao tipo de trabalho deve-se considerar se este será realizado ao nível da mesa ou em elevação.

Existem inúmeros dados antropométricos que podem ser utilizados na concepção dos espaços de trabalho, mobília, ferramentas e produtos de forma geral, na maioria dos casos pode-se utilizá-los no projeto industrial (SANTOS, 1997). Contudo, devido à abundância de variáreis, é importante que os dados sejam os que melhor se adaptem aos usuários do espaço ou objetos que se desenham. Por isso, há necessidade de se definir com exatidão a natureza da população que se pretende servir em função da idade, sexo, trabalho e raça. Muitas vezes quando o usuário é um indivíduo ou um grupo reduzido de pessoas e estão presentes algumas situações especiais, o levantamento da informação antropométrica é importante, principalmente quando o projeto envolve um grande investimento econômico (PANERO e ZELNIK, 1991).

Como durante as primeiras fases da vida humana a atividade principal do organismo humano é crescer e desenvolver-se, estudos sobre a antropometria da criança são importantes para se observar as variações ocorridas e seus comportamentos na interação com os objetos, equipamentos e, em particular, o mobiliário.

Os investigadores Marshall (1974), Takahashi (1984), Tanner (1986), Oliveira (1999), concluem que o processo de crescimento parece ocorrer de forma normal, existindo apenas variações na velocidade entre as populações. Dois picos de crescimento ocorrem após o nascimento, sendo que o primeiro acontece por volta dos 5 aos 7 anos de idade, em ambos os sexos, e o segundo, o maior de todo o período de crescimento, por volta dos 11 aos 13 anos nas meninas e entre 13 e 15 anos nos meninos; as meninas na adolescência crescem mais rápido e mais cedo do que os meninos.

Estudar as dimensões antropométricas dos alunos na escola pela Ergonomia é essencial (JEONJI E PARK, 1990). Estes autores estudaram cadeiras escolares e concluíram que a generalização usada para a concepção das mesmas, sem que se leve em consideração as características da população utilizadora, tem sido um dos problemas para o desconforto e problemas posturais.

Apesar de se saber que não existe correlação entre a estatura e as restantes dimensões corporais envolvidas no *design* de mesas e cadeiras, alguns autores, (MANDAL, 1981; EVANS, 1988; KANEFUJI, 1990; JEONJI E PARK, 1990), defendem que o dimensionamento do mobiliário escolar deve ser determinado pela estatura.

Com a medição e aplicação de dados antropométricos atualizados pode-se perceber que existem variações relacionadas com variáveis sócio-econômicas e de saúde. Existem também variações étnicas e de gênero que devem ser levadas em consideração (JEONJI E PARK, 1990).

Em relação aos métodos de medição, eles podem ser realizados com o antropomômetro, que é uma espécie de paquímetro adaptado às medidas maiores, ou com a utilização de técnicas de fotogrametria digital. Porém para a utilização desta última, faz-se necessário o uso de programas especializados para este tipo de medição.

2.2.2 Determinação de medidas antropométricas por fotogrametria

A fotogrametria, etimologicamente "*medida fotográfica dos sólidos"*, utiliza medidas feitas em fotografias orientadas (fotogramas) para definir a forma e as dimensões dos objetos nelas contidos (ESPARTEL,1960).

Como base da fotogrametria, encontra-se a fotografia, cuja técnica deve ser conhecida ou estudada, pois fotografias com falhas de nitidez e de detalhes, pouco valor terão na identificação dos pontos e, conseqüentemente, na determinação de suas coordenadas. Também a ótica deve ser conhecida para maior sucesso nas operações práticas (ESPARTEL, 1960).

A Fotogrametria pode ter diversas aplicações, como na *Geologia:* que estuda as formações rochosas, falhas etc; na *Agricultura:* medição de propriedades agrícolas, estudo do uso atual da terra, tipo e qualidade do solo, planejamento e controle da poluição; no *Planejamento e desenvolvimento urbano*: melhoramentos no tráfego, aumento de áreas para estacionamento, cadastro de imóveis, construções de utilidade pública; na *Hidrologia*: drenagem e cursos d'água; na *Cartografia*: mapeamento urbano e rural etc (www.cefetgo.br/geomatica/fotogrametria.htm).

O objetivo principal da fotogrametria pode ser enunciado como a reconstrução e um espaço tridimensional, chamado de espaço objeto, a partir de imagens bidimensionais, chamadas de espaço imagem.

Trata-se, então, de uma transformação entre sistemas. Um sistema bidimensional, chamado sistema fotográfico e um sistema tridimensional, que representa o próprio espaço

objeto. Normalmente, utiliza-se um sistema bidimensional próprio de cada câmara, com origem aproximadamente no centro de seu quadro, e de coordenadas determinadas por calibração da câmara em laboratório, antes de sua utilização. O sistema tridimensional, no caso mais comum, representa o sistema de coordenadas do terreno sobre o qual obtém-se as imagens, o qual pode estar sendo representado em coordenadas geodésicas (latitude, longitude e altura ou altitude), planialtimétricas (E, N e altitude) ou cartesianas (X, Y, Z). Para outros tipos de alvos, como monumentos ou objetos pequenos, pode-se criar um sistema de referência própria, de origem arbitrária.

Para que a transformação seja implementada, também é necessário um conjunto de pontos de controle (ou de campo), que são expressos no espaço-objeto. Uma vez locados no espaço imagem, tem-se os parâmetros de entrada para a dedução da função que mapeia um sistema no outro. Quanto maior o número de pontos de controle, melhor é o resultado final, porém, convém também verificar até onde é economicamente viável a obtenção de tantos pontos de controle. Devido a isso, alguns processos (aerotriangulação, por exemplo) foram desenvolvidos, de modo que, a partir de apenas alguns pontos de controle, possa ser gerada uma infinidade de outros, a precisões aceitáveis para que sejam utilizados como se fosse controle.

Em resumo, crê-se na possibilidade de se estabelecer uma área de abrangência da fotogrametria, respondendo às perguntas propostas no tópico anterior, da seguinte maneira:

“Fotogrametria é a ciência e tecnologia de se reconstruir o espaço tridimensional, ou parte do mesmo (espaço objeto) a partir de imagens bidimensionais, advindas da gravação de padrões de ondas eletromagnéticas (espaço imagem), sem contato físico direto com o objeto ou alvo de interesse”.

Por espaço objeto, entende-se qualquer elemento, ou conjunto de elementos tridimensionais a serem imageados. Desse modo, o sensor pode estar localizado em qualquer plataforma. Convencionou-se usar a classificação de fotogrametria terrestre, fotogrametria aérea (ou aerofotogrametria) e fotogrametria orbital para, a grosso modo, expressar estes diferentes modos de posicionar-se o sensor. A aerofotogrametria é, tradicionalmente, a mais envolvida com a geomática. A fotogrametria terrestre encontra uma gama de aplicações variadas, como arquitetura, controle industrial, engenharia civil e artes plásticas. A fotogrametria orbital é uma tendência para o futuro, já sendo empregada nos dias de hoje em escala crescente.

O número de imagens envolvidas é variável, sendo desejável que sejam ao menos duas, tomadas de ângulos diferentes, com área de superposição, de modo a viabilizar a visão

estereoscópica (tridimensional), que possibilita uma maior acurácia na restituição tridimensional do espaço objeto.

2.2.3 Principais medidas antropométricas

A seleção de dados antropométricos adequados baseia-se no problema específico de cada projeto. Devido às muitas variáveis existentes, é necessário que os dados selecionados sejam adequados ao usuário do espaço ou mobiliário a ser projetado. Portanto, é fundamental uma definição correta da população usuária em termos de idade, sexo e ocupação. (PANERO &ZELNIK, 2002)

É importante ressaltar que para este trabalho foram utilizadas apenas as variáveis antropométricas estáticas, as variáveis dinâmicas não foram selecionadas.

As variáveis antropométricas selecionadas são as seguintes:

2.2.2.1 Estatura

É a distância vertical do chão até a cabeça, medida com o indivíduo em pé, ereto e olhando bem à frente.

Aplicação: Determinação de alturas mínimas de aberturas e portas. (PANERO & ZELNIK,2002)

Figura 01 – Estatura
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.2.2.2 Altura dos olhos

É a distância vertical medida do piso até o canto interno dos olhos, com o indivíduo em pé, corpo ereto e olhando à frente.

Aplicação: Determinação de linhas de visualização em teatros, auditórios, salas de aula, salas de reuniões e colocação de placas de comunicação visual. (PANERO & ZELNIK,2002)

Figura 02 – Altura dos olhos
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.2.2.3 Altura do cotovelo sentado

É a distância medida verticalmente a partir do plano do assento até aponta do cotovelo.

Aplicação: Determinação da altura para apoio dos braços em assentos. (PANERO & ZELNIK,2002)

Figura 03 – Altura do cotovelo, sentado
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.2.2.4 Altura sentado

É a distância vertical da superfície da cadeira até o topo da cabeça do indivíduo sentado.

Aplicação: Determinação da altura de elementos que obstruam a visão, a partir da superfície da cadeira. (PANERO & ZELNIK,2002)

Figura 04 – Altura sentado
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.2.2.5 Altura dos olhos, sentado

É a distancia vertical do canto interno dos olhos até a superfície da cadeira.

Aplicação: Determinação das linhas e campos ótimos de visão. (PANERO & ZELNIK,2002)

Figura 05 – Altura dos olhos, sentado
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.2.2.6 Altura do meio do ombro, sentado

É a distância tirada verticalmente a partir da superfície da cadeira até um ponto no ombro, a meio caminho entre o pescoço e o acrômio.

Aplicação: Posicionamento de objetos que impeçam a visibilidade, no planejamento de espaços para atividades audiovisuais. (PANERO & ZELNIK,2002)

Figura 06 – Altura do meio do ombro, sentado
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

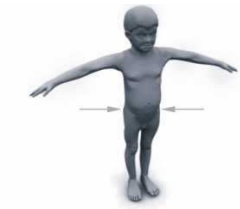
2.2.2.7 Largura do ombro

É a distancia horizontal máxima entre os músculos deltóides.

Aplicação: Determinação do espaço necessário para a disposição de cadeiras ao redor de mesas e para fileiras de cadeiras de teatro ou auditório. (PANERO & ZELNIK,2002)

Figura 07 – Largura do ombro
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.2.2.8 Largura do quadril



É a largura do corpo medida pela parte mais larga dos quadris. Observe que tal medida também pode ser feita com o individua em pé, assim a definição seria a largura máxima da parte inferior do tronco.

Aplicação: Determinação das dimensões internas da largura de cadeiras. (PANERO & ZELNIK,2002)

Figura 08 – Largura do quadril
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.2.2.9 Altura poplítea

É a distancia vertical do chão até o lado inferior da parte da coxa logo atrás do joelho, com o indivíduo sentado ereto. Os joelhos e os tornozelos estão geralmente perpendiculares, com a parte inferior das coxas e a parte de trás dos joelhos tocando levemente a superfície da cadeira.

Aplicação: Determinação de altura de cadeiras, sobre o chão, particularmente o ponto mais alto na frente do assento. (PANERO & ZELNIK,2002)

Figura 09 – Altura poplítea
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.2.2.10 Comprimento nádega – poplítea

É a distância horizontal da parte de trás da nádega até a parte de trás da parte inferior da perna.

Aplicação: Projeto de cadeiras, determinação do comprimento de cadeiras e outros tipos de assentos. (PANERO & ZELNIK,2002)

Figura 10 – Comprimento nádega - poplítea
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.2.2.11 Comprimento nádega – joelho

É a distancia horizontal entre a parte posterior das nádegas até a parte de frente das rótulas. Aplicação: Determinação da distancia adequada da parte de trás do assento até qualquer obstrução física ou objetos localizados em frente aos joelhos. (PANERO & ZELNIK,2002)

Figura 11 – Comprimento nádega - joelho
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.2.2.12 Peso

Variável obtida com balança de precisão. (SILVA, PASCHOARELLI & SPINOSA,1995)

Figura 12 – Peso
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.2.4 A dinâmica do sentar-se e suas medidas antropométricas

Segundo Panero & Zelnik (2002), quando sentado, cerca de 75% do peso total de um indivíduo é apoiado em apenas 26 centimentros quadrados das tuberosidades dos ísquios. Esta pressão exercida sobre as tuberosidades, pode ocasionar fadiga e desconforto, resultando em mudanças na postura do usuário na tentativa de aliviar aquela condição.

Parece óbvio que o projeto das cadeiras e assentos deve levar em conta a distribuição do peso corporal suportado pelas extremidades dos ísquios sobre a área maior. Um estofamento adequado do assento poderia ser a solução para tal. É ainda evidente que o assento deve permitir ao usuário modificar sua posição para aliviar o desconforto. A esse respeito, é essencial a utilização dos dados antropométricos adequados para se chegar às medidas e espaços livres necessários. (PANERO & ZELNIK,2002)

Em função das diversas posições assumidas pelo corpo, durante um período sentado, além da atividade muscular envolvida e mesmo quando o corpo parece estar em repouso, o sentar-se não é uma atividade estática como se pensa. De acordo com Branton, “o corpo sentado não é simplesmente um saco inerte de ossos amontoados sobre uma cadeira, por certo tempo, mas um organismo vivo em um estado dinâmico de atividade contínua”. (PANERO & ZELNIK,2002)

Argumentou-se ainda que as várias posições corporais, assumidas durante o tempo passado na posição sentada, são tentativas de utilizar o corpo como um sistema de alavanca, num esforço para contrabalançar o peso da cabeça e do tronco. Alongar as pernas para frente e travar as articulações dos joelhos, por exemplo, ampliam a base de massa do corpo e reduzem o esforço de outros músculos para estabilizar o tronco. Outras posturas, tais como segurar o queixo com a mão enquanto o cotovelo repousa no braço de uma cadeira ou no colo, ou apoiar a cabeça inclinando-a contra um apoio, são outros exemplos de tentativas de estabilização corporal, proporcionando alívio ao sistema muscular e, por sua vez, diminuindo o desconforto. (PANERO & ZELNIK,2002)

O assento é provavelmente, uma das invenções que mais contribuiu para modificar o comportamento humano. Muitas pessoas chegam a passar mais de 20 horas por dia na posição sentada e deitada. Daí o grande interesse dos pesquisadores da ergonomia com relação ao assento. Na posição sentada, o corpo entra em contato com o assento só através da sua estrutura óssea.

Na posição sentada, o corpo entra em contato com o assento só através da sua estrutura óssea. (Fig.13) Esse contato é feito através das tuberosidades isquiáticas que são recobertas por uma fina camada de tecido muscular e uma pele grossa, adequada para suportar grandes pressões. Em apenas 25 cm2 de superfície concentra-se 75% do peso total do corpo. Com relação aos assentos, devem-se observar os seguintes princípios gerais: 1) existe um assento adequado para cada tipo de função, 2) as dimensões do assento devem ser adequadas às dimensões antropométricas, 3) o assento deve permitir variações de postura, 4) o encosto deve ajudar no relaxamento, 5) assento e mesa formam um conjunto integrado (IIDA, 2005).

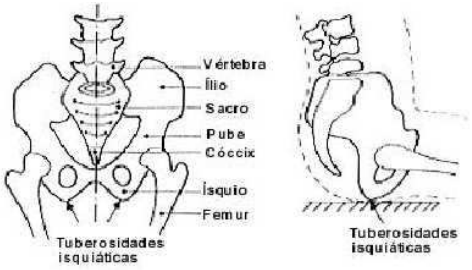


Figura 13 – Estrutura óssea
Fonte: Carrasco & Paoliello,2004

2.2.5 Análises antropométricas do corpo sentado

Ao estabelecer as dimensões de uma cadeira, os aspectos antropometricos devem estar relacionados às exigências biodinâmicas envolvidas. O processo de estabilização corporal envolve não só a superfície do assento, mas também as pernas, os pés e as costas em contato com outras superfícies. Além disso, certa força muscular também é exigida. Se, através de um projeto inadequado de antropometria, a cadeira não permitir que a maioria dos usuários de fato tenha os pés ou as costas em contato com outras superfícies, a instabilidade do corpo aumentará e uma força muscular adicional terá que ser gerada para manter o equilíbrio. Quanto maior o grau de força muscular ou controle exigido, maior a fadiga e o desconforto. (PANERO & ZELNIK,2002)

As dimensões básicas, geralmente aceitas no projeto de cadeiras e afins, incluem altura, profundidade e largura no assento, altura do encosto e altura e espaçamento dos apoios para braços. (PANERO & ZELNIK,2002)

2.2.5.1 Altura do assento

Segundo Panero & Zelnik (2002), uma das análises básicas no projeto de assentos é a altura do topo da superfície do assento em relação ao piso. Se esta superfície for muito alta, a aparte inferior das coxas será comprimida, o que pode causar considerável desconforto além de dificultar a circulação sanguínea. Se a altura do assento não permite um contato das solas dos pés com o piso, diminui a estabilidade do corpo. Se a altura do assento for muito baixa, as pernas podem ficar estendidas à frente, deixando os pés sem estabilidade. Entretanto, de modo geral, uma pessoa mais alta ficaria mais confortável usando uma cadeira com assento baixo, do que uma pessoa baixa usando uma cadeira com assento alto.

2.2.5.2 Profundidade do assento

Se a profundidade do assento for muito grande, a borda frontal da cadeira irá pressionar a área logo atrás dos joelhos, interrompendo a circulação sanguínea nas pernas e nos pés. A compressão dos tecidos poderá causar ainda irritação e desconforto. (PANERO & ZELNIK,2002)

Para aliviar o desconforto nas pernas, o usuário pode mover suas nádegas para frente, mas com isso suas costas ficarão sem apoio, a estabilidade corporal é menor e maior força muscular será exigida para manter o equilíbrio. O resultado é a fadiga, desconforto e dor nas costas. Assentos com pouca profundidade ocasionam uma situação incômoda, em que o

usuário tem a sensação de estar caindo para a frente da cadeira. Além disso, um assento muito raso também ocasiona falta de suporte da parte inferior das coxas. (PANERO & ZELNIK,2002)

Na antropometria, o comprimento nádega-poplítea é a medida ideal a ser utilizada para estabelecer a profundidade adequada do assento. (PANERO & ZELNIK,2002)

2.2.5.3 Encosto

Segundo Panero & Zelnik (2002), a função principal do encosto é apoiar região lombar. Esta é a parte inferior côncava que se estende aproximadamente da cintura até o meio das costas. Portanto a configuração do encosto deveria, até certo ponto, acomodar o perfil da coluna, particularmente na região lombar. Contudo, deve-se tomar cuidado para não fornecer uma acomodação tão justa que impediria o usuário de mudar de posição.

A altura total do encosto pode variar dependendo do tipo e do uso pretendido da cadeira em questão, Pode ser suficiente fornecer apenas um suporte lombar, um pouco mais longo, como na cadeira de secretária, ou então o encosto pode estender-se até a parte posterior da cabeça, ou nuca. Deve-se ainda avaliar a necessidade de espaço livre para as nádegas. Tal espaço deve prever uma área aberta ou recesso entre a superfície do assento e o suporte lombar. (PANERO & ZELNIK,2002)

2.2.5.4 Apoio para os braços

Estes apoios têm diversas funções. Eles suportam o peso dos braços e auxiliam o usuário a sentar-se ou levantar-se. Se a cadeira é usada para alguma tarefa de trabalho, por exemplo, envolvendo a manipulação de painéis com botões ou controles, eles também funcionam para apoiar os braços durante a execução de determinadas atividades. Antropometricamente, vários fatores devem ser analisados para seu dimensionamento e posicionamento. Em relação à sua distância do piso, a altura de descanso dos cotovelos parece ser a referência antropométrica adequada. Esta medida é a dimensão da ponta do cotovelo até a superfície do assento. (PANERO & ZELNIK,2002)

2.3 ANTROPOMETRIA INFATIL NA ATUALIDADE

A Ergonomia é de fundamental importância para o Design, mas sua efetivação se dá paralelamente à aplicação da Antropometria. Esta situação dá-se pela proposição das diferenças antropométricas individuais dentro de uma população, a qual se utiliza de produtos originários de um processo industrial cuja produção é padronizada. (SILVA, PASCHOARELLI & SPINOSA,1995)

Os resultados deste envolvimento são justamente aqueles que possibilitam o sistema “homem - máquina” estabelecer-se harmoniosamente. Quando este sistema caracteriza-se pelo mobiliário escolar “... deve-se ter em conta as características dimensionais dos usuários...” (INSTITUTO DE BIOMECÂNICA DE VALENCIA, 1992). Importantes estudos antropométricos têm sido realizados, tanto por agências normalizadoras, como também por centros de pesquisa em todo o mundo. No Brasil, tanto o Exército Brasileiro como o Instituto Nacional de Tecnologia apresentam-se na vanguarda destes estudos, mas até então, muito pouco se desenvolveu em termos de antropometria infantil. (SILVA, PASCHOARELLI & SPINOSA,1995)

Segundo um estudo realizado pelo Laboratório de Ergonomia e Interfaces da Faac na UNESP, em países desenvolvidos, referências significativas são encontradas, como por exemplo na Austrália, que vem desenvolvendo levantamentos antropométricos de população infantil desde 1908 (OXFORD, 1969). Já em outros países, estas referências têm se intensificado nas últimas décadas, com HIRA (1980) na Índia, MANDAL (1982) na Dinamarca, PANERO y ZELNIK (1989) nos EUA e INSTITUTO DE BIOMECÂNICA DE VALENCIA (1992) na Espanha, além de algumas normas que vigoram em vários outros países.

Segundo Silva, Paschoarelli & Spinosa (1995), no Brasil, é bastante raro pesquisa e/ou publicações que especificam dados antropométricos da população infantil e a cada grupo de idade. Levantamentos que desenvolveram esta divisão apresentam-se como importantes referências científicas mais específicas das áreas clínicas, onde apenas duas variáveis de importância são mencionadas - estatura e peso.

2.4 ERGONOMIA NA SALA DE AULA E MOBILIÁRIO INFANTIL

2.4.1 Estudos Internacionais

O problema de adaptação do mobiliário escolar às características antropométricas das crianças, tem sido bastante discutido em vários países nos últimos anos. Austrália, Inglaterra, Coréia, Estados Unidos, China e Portugal são alguns dos países que publicaram estudos sobre o assunto.

Um estudo realizado pela FMH – Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa, coletou dados antrapométricos de crianças em idade primária, em seis escolas da comunidade de Odivelas. A amostra possuía 1472 crianças com idade entre 5 e 14 anos.

As conclusões iniciais revelaram que a amostra portuguesa apresentou valores mais elevados do que a inglesa (PHEASANT, S., 1988), com exceção de quatro medidas que se

apresentaram inferiores. As meninas apresentaram maiores valores de altura que os meninos de 6, 8, 10 e 11 anos. Jeonji, B. et al. (1990), mostraram que na população coreana, meninas com 10 anos de idade possuem altura mais elevada que os meninos, porém apenas nesta idade.

Estudos realizados na Austrália (HARRIS, STRAKER, 2000; STRAKER, 2000; STRAKER, HARRIS & ZANDVLIET, 2000) relataram que 95% das crianças com idade entre 5 e 14 anos utilizam o computador dentro e fora da escola. Em Setembro de 2001, foi relatado que 90% das crianças americanas de 10 a 20 anos de idade, utilizam o computador e que 70% utilizam a internet (USNTIA, 2001).

A freqüência e duração da utilização do computador foram maiores entre as crianças australianas, que passam de 2 a 3 horas em frente ao computador (STRAKER, HARRIS & ZANDVLIET, 2000), enquanto que as crianças em Hong Kong o utilizam 0 a 2 horas por dia. Este estudo realizado em Hong Kong, concluiu que os educadores devem considerar cuidadosamente os efeitos nocivos de se introduz tecnologia de informação nas escolas, pois os estudantes podem desenvolver desconfortos músculos-esqueléticos com a utilização dos computadores.

O mobiliário escolar, juntamente com outros fatores físicos, é notadamente um elemento da sala de aula que influi circunstancialmente no desempenho, segurança, conforto e em diversos comportamentos dos alunos (MORO et al., 1997). O mobiliário, em função dos requisitos da tarefa, determina a configuração postural dos usuários e define os esforços, dispêndios e constrangimentos - elementos essenciais para a adoção de comportamentos diversos - estabelecidos numa jornada de trabalho em sala de aula, além de manter vínculo restrito com a absorção do conhecimento (NUNES et al., IN RANGÉ, 1995). Porém ainda não existe um critério que atenda aos requisitos de saúde e segurança para a concepção do mobiliário escolar.

Trabalhos conduzidos por Nunes, Almeida, Hendrickson e Lent (1985), demostraram que o design do mobiliário escolar chamou a atenção como sendo uma variável que induziu e manteve vários repertórios de comportamento dos alunos. Da mesma forma, essas pesquisas mostraram uma estreita ligação entre carteiras escolares e problemas médicos, segurança e disciplina na aula. Comportamentos indesejados na sala de aula, ocorrência de barulho repetitivo, foram relacionados ao tema do design dessa mobília.

Segundo Corlett, Wilson e Manenica (1986) e Mandal (1981), as más posturas da coluna vertebral ao sentar são causadoras de dores nas costas, principalmente, segundo Chaffin e Andersson (1991) nas regiões cervicais, glúteas e lombares. Diariamente, as crianças na idade

escolar permanecem sentadas por muitas horas arqueadas sobre suas mesas, com posturas extremamente danosas à sua saúde.

As crianças ao entrarem sadias na escola, saem anos depois com a postura comprometida de alguma forma. A causa desses problemas, segundo Mandal (1986), são as cadeiras inclinadas para trás, com a superfície da mesa na horizontal, onde, na tentativa de se acomodar, as crianças inclinam-se sobre a superfície da mesa, comprimindo as suas vértebras lombares. A pressão mantida por diversas horas sobre os ossos em formação das crianças, irá ocasionar transformações posturais permanentes, que irão lhes incomodar para o resto de suas vidas.

Considerando-se que a sala de aula é um ambiente de trabalho como outro qualquer, onde as pessoas realizam tarefas específicas, é conveniente a aplicação desses resultados de pesquisa na solução de problemas práticos dentro da escola (NUNES, 1985). Infelizmente, conforme sustentado por Kao (1976), a utilização de conhecimentos de Ergonomia às questões educacionais ainda são raros.

A antropometria usada para o indivíduo adulto difere da usada para a criança. No Brasil faltam dados antropométricos da população (infantil e adulta) confiáveis.

Um ponto importante a considerar na ergonomia infantil é que os usuários se encontram em crescimento e desenvolvimento, isto implica que o mobiliário deveria ser adequado para as características antropométricas das crianças e facilmente adaptável às mudanças de dimensões devido ao seu crescimento.

Nas escolas, o mobiliário deveria ser facilmente adaptável, já que as crianças apresentam diferenças antropométricas entre si e ainda estão em constante crescimento. Cada um dos alunos deveria contar com um mobiliário que se adaptasse às suas características e dimensões no início do ano e que pudessem ser mudadas conforme fossem crescendo ao longo do ciclo escolar.

É comum encontrar grande diferença de altura entre os membros de um mesmo grupo escolar. Ao contar com um só tipo e tamanho de mobiliário, os indivíduos com medidas extremas em relação ao restante do grupo, serão prejudicados devido ao incômodo oferecido pelo mobiliário. Enquanto que para alguns o espaço para estudo ficará muito grande, para outros será muito pequeno, obrigando ambos a adotar posturas inadequadas por grandes períodos de tempo. Tais posturas podem acarretar fadiga, perda de atenção e interesse nos estudos, tornando as aulas em uma experiência negativa. Diversas pesquisas foram realizadas nas últimas décadas sobre quão inadequado é o mobiliário escolar, e um grande número de estudantes afirmou possuir dores nas costas.

O uso de computadores por parte das crianças tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, tanto nas escolas como em casa, para uso didático, lúdico e de entretenimento. Assim, o desenho do mobiliário para os computadores também deve ser adequado às características antropométricas dos menores. Geralmente o desenho do mobiliário de informática para um adulto, não é adequado para uma criança, já que o desenho das cadeiras e mesas são realizados com base na altura de indivíduos com estatura acima de 1.50 metros. Uma criança pode sentar-se em uma cadeira desenhada para adultos durante uma hora sem evidenciar sinais de desconforto.

Figura 14 – Crianças no computador
Fonte: www.dw-world.de

Figura 15 - Computador na escola
Fonte: www.dw-world.de

Figura 16 – Postura
Fonte: www.brasilisrael.com.br

2.4.1.1 Problemas encontrados nas medidas de mesas, cadeiras e teclados para adultos e crianças.

Uma simples definição de ergonomia: "*Ergonomia é o estudo da adequação do posto de trabalho ao trabalhador (neste caso, a criança)",* mostra como pode ser o problema na investigação entre o tamanho do corpo das crianças e o tamanho dos móveis e equipamentos de computação desenhados para os adultos.

- Altura do teclado

Tanto adultos como crianças devem ser informados que os antebraços devem ficar paralelos ao chão e os cotovelos devem formar um ângulo de 90 a 110 graus. Porém, isto apresenta um problema na mesa desenhada para o adulto, quando é a criança que a utiliza, pois para a criança alcançar a altura do teclado, ela terá que fazer um esforço com os ombros, cotovelos e punhos. Este problema pode ser resolvido para ambos:

  - Abaixando o teclado para a altura da criança, com um apoio ajustável para o teclado, ou,
  - Levantando a criança à altura que o teclado, com cadeiras reguláveis ou com almofadas no assento. Porém esta mudança irá necessitar de um apoio para os pés, pois esta posição com os pés balançando pode causar esforços nas costas e reduzir a circulação sanguínea nas pernas.

Uma cadeira desenhada especialmente para crianças é a melhor opção para a sua proporção. Assim ela poderá manter os ombros e cotovelos relaxados, com os punhos em correto alinhamento.

- Altura do Monitor

Simplesmente porque uma mesa para adultos foi desenhada para atender aos seus requisitos de altura, o monitor nestas mesas, estão bem acima do campo de visão das crianças, fazendo com que mantenham uma postura incorreta do pescoço para olhar a tela do computador.

Muitas vezes as crianças têm que se inclinar para trás para encostar-se à cadeira, arqueando as costas e levantando o queixo. Isto causa grande distensão no pescoço e na parte mais alta das costas, e proporciona um reduzido campo de visão.

Em uma cadeira para adultos, a única maneira de corrigir este problema é aumentar o seu assento, assegurando-se de que a altura do teclado está adequada e que os pés terão um

apoio. A altura do monitor também deve ser considerada, pois se esta estiver muito elevada, a criança terá que inclinar a cabeça e abrir os olhos em um ângulo maior do que o adequado.

Em uma cadeira desenhada para o tamanho da criança, todos os riscos são diminuídos. A altura será regulada de acordo com suas medidas e terão condições de olhar para o monitor de acordo com sua linha de visão.

- Tamanho da Cadeira

Quando os pais utilizam uma cadeira ajustável, eles podem facilmente ensinar aos seus filhos a utilizá-la de acordo com seu tamanho, ensinado-os a aumentar a altura do assento e a regular o encosto para frente ou para trás.

Existem várias adaptações que podem ser feitas em cadeiras comuns, para que elas se ajustem a indivíduos com diferentes medidas. Por exemplo, utilizar almofadas para encostar as costas e aumentar a altura do assento com travesseiros ou até mesmo listas telefônicas.

- Teclado e Mouse

Os modelos de teclado e mouse mais utilizados hoje em dia foram desenvolvidos para atender as necessidades dos adultos, no entanto algumas simples soluções podem ser feitas para que as crianças também os utilizem. Como a utilização de teclados que não possuam as teclas numéricas e setas, assim as crianças não terão que esticar ombros e braços para alçarem o mouse.

Já existem no mercado alguns modelos de teclado e mouse que possuem um tamanho reduzido, que possibilitam uma melhor utilização por parte de indivíduos menores. A alocação destes novos modelos em alturas adequadas e mais próximos uns dos outros, é uma medida importante para que a utilização de computadores por crianças se dê de uma maneira mais segura, evitando os riscos provocados por posturas inadequadas. (http://www.ergoworksconsulting.com/Articles/ChildrenErgonomics.html)

2.4.2 Estudo de Caso Brasileiro

Atualmente no Brasil é bastante difícil encontrar estudos e /ou pesquisas sobre as variáveis antropométricas da população. E se torna ainda mais complicado encontrar estudos sobre o mobiliário infantil.

Porém um estudo foi realizado na UNESP, sobre o mobiliário escolar para alunos do pré-escolar ao ensino fundamental. E é partir deste estudo que será realizada a comparação das salas de aula.

O trabalho *Interface Antropométrica Digital: Público Infantil; da Pré-escola ao Ensino Fundamental*, realizado pelo Laboratório de Ergonomia e Interfaces da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP – Universidade Estadual Paulista, traz um resgate dos principais padrões antropométricos da população infantil brasileira, levantados nas pesquisas realizadas com o público infantil da cidade de Bauru – SP. (SILVA,1997; PASCHOARELLI & SILVA,1995)

O estudo faz ainda uma observação quanto à dificuldade de se obter uma normalização tanto quanto à consulta como à utilização de dados antropométricos da população infantil nacional. E afirma que este é um problema freqüente enfrentado por projetistas durante o desenvolvimento do projeto, fazendo com que produtos e ambientes sejam inadequados e inseguros para este público.

Tal trabalho foi realizado na escola EEPG “Prof. Antônio Guedes de Azevedo” na cidade de Bauru (SP), onde foram levantadas 25 (vinte e cinco) variáveis, sendo elas:

Variáveis obtidas com o indivíduo de pé:

- Peso
- Estatura
- Olhos-chão
- Acrômio-chão
- Cotovelo-chão
- Cotovelo-extremo da mão aberta
- Cotovelo-punho
- Axila-chão
- Acrômio-extremo com a mão aberta
- Envergadura
- Circunferência torácica
- Circunferência abdominal
- Largura do quadril
- Largura do acrômio

Variáveis obtidas com o indivíduo sentado:

- Assento-cabeça
- Assento-olhos
- Assento-acrômio

- Assento-cotovelo
- Altura das coxas
- Sacro-poplítea
- Sacro-joelho
- Altura poplítea
- Largura dos pés
- Comprimento dos pés
- Altura calcânea

Para o método da coleta de variáveis lineares foi utilizado um antropômetro e uma cadeira antropométrica. O antropômetro caracteriza-se por um tipo de paquímetro de maiores proporções, que possibilita obter dados de segmentos corpóreos que se identifica pela distância entre as articulações. E a cadeira possibilita coletar dimensões lineares do indivíduo em posição sentado, que garantirá a determinação de padrões básicos para o dimensionamento principalmente de assentos.

Figura 17 – Antropômetro utilizado na pesquisa
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

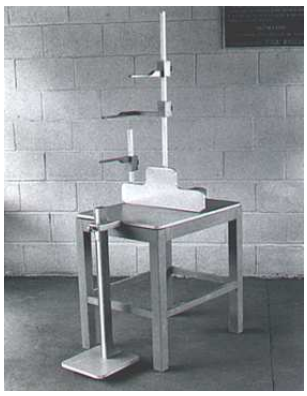


Figura 18 – Cadeira Antropométrica
Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

Após a coleta de dados foram estabelecidos parâmetros mínimos para o projeto do mobiliário escolar e obtiveram os dados constantes nas tabelas abaixo:

2.4.2.1 Estatura

Tabela 01 - Medidas: Estatura

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	115,00 cm
Média	135,41 cm	2,5	116,50 cm
Variância	114,21 cm	5	119,00 cm
Desvio padrão	10,68 cm	25	127,50 cm
Coef. Variação	7,89 %	50	134,50 cm
Valor Mínimo	112,00 cm	75	142,50 cm
Valor Maximo	163,00 cm	95	155,00 cm
Intervalo	51,00 cm	97,5	158,00 cm
		99	162,30 cm

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	126,50 cm	8,21 cm	6,49 %	116,00 cm	125,30 cm	140,20 cm
2ª série	60	132,23 cm	8,75 cm	6,62%	119,50 cm	131,00 cm	145,20 cm
3ª série	60	138,18 cm	8,23 cm	5,96%	127,50 cm	136,30 cm	152,50 cm
4ª série	60	144,72 cm	7,98 cm	5,52%	132,50 cm	143,50 cm	158,10 cm
7 anos	41	123,34 cm	6,15 cm	4,98%	115,00 cm	122,00 cm	133,00 cm
8 anos	33	128,89 cm	6,36 cm	4,93%	120,10 cm	129,00 cm	138,60 cm
9 anos	49	133,14 cm	7,32 cm	5,50%	123,10 cm	132,00 cm	144,30 cm
10 anos	58	139,08 cm	6,91 cm	4,97%	130,40 cm	138,50 cm	152,50 cm
11 anos	33	143,53 cm	8,70 cm	6,06 %	128,70 cm	143,50 cm	158,00 cm
12 anos	26	148,48 cm	8,33 cm	5,61%	138,10 cm	147,00 cm	162,90 cm
MASCULINO	120	136,55 cm	10,66 cm	7,80%	120,50 cm	136,00 cm	156,10 cm
FEMININO	120	134,27 cm	10,63 cm	7,91%	118,50 cm	133,00 cm	152,50 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.2.2 Altura dos olhos

Tabela 02 – Medidas: Altura dos olhos

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	103,00 cm
Média	123,65 cm	2,5	105,00 cm
Variância	125,00 cm	5	107,00 cm
Desvio padrão	11,18 cm	25	115,40 cm
Coef. Variação	9,04 %	50	122,30 cm
Valor Mínimo	101,50 cm	75	131,00 cm
Valor Maximo	175,50 cm	95	144,50 cm
Intervalo	74,00 cm	97,5	148,00 cm
		99	150,80 cm

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	115,49 cm	11,21 cm	9,70 %	103,50 cm	113,50 cm	131,00 cm
2ª série	60	120,44 cm	8,76 cm	7,27 %	108,40 cm	119,50 cm	134,10 cm
3ª série	60	125,72 cm	8,21 cm	6,53 %	114,50 cm	124,00 cm	140,50 cm
4ª série	60	132,97 cm	8,10 cm	6,10 %	120,00 cm	132,00 cm	146,60 cm
7 anos	41	112,78 cm	11,46 cm	10,16 %	103,00 cm	110,50 cm	123,00 cm
8 anos	33	116,73 cm	6,12 cm	5,24 %	107,90 cm	116,50 cm	126,00 cm
9 anos	49	121,17 cm	7,11 cm	5,87 %	112,00 cm	120,00 cm	132,10 cm
10 anos	58	127,02 cm	6,93 cm	5,46 %	117,90 cm	126,30 cm	138,80 cm
11 anos	33	131,42 cm	8,70 cm	6,62 %	118,10 cm	130,50 cm	147,30 cm
12 anos	26	136,90 cm	8,65 cm	6,32 %	125,00 cm	134,00 cm	150,80 cm
MASCULINO	120	124,33 cm	10,62 cm	8,54 %	109,90 cm	123,30 cm	145,50 cm
FEMININO	120	122,98 cm	11,72 cm	9,52 %	107,00 cm	121,50 cm	140,70 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.2.3 Altura do cotovelo, sentado

Tabela 03 – Medidas: Altura do cotovelo, sentado

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	12,70 cm
Média	17,54 cm	2,5	13,50 cm
Variância	5,08 cm	5	14,00 cm
Desvio padrão	2,25 cm	25	16,00 cm
Coef. Variação	12,85 %	50	17,50 cm
Valor Mínimo	11,50 cm	75	19,00 cm
Valor Maximo	26,50 cm	95	21,00 cm
Intervalo	15,00 cm	97,5	22,03 cm
		99	23,81 cm

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	16,75 cm	2,23 cm	13,32 %	13,48 cm	16,50 cm	20,50 cm
2ª série	60	16,90 cm	1,98 cm	11,72 %	13,98 cm	17,00 cm	19,50 cm
3ª série	60	17,89 cm	1,99 cm	11,13 %	15,00 cm	18,00 cm	21,03 cm
4ª série	60	18,64 cm	2,30 cm	12,40 %	15,95 cm	18,50 cm	22,10 cm
7 anos	41	16,25 cm	1,97 cm	12,17 %	13,50 cm	16,00 cm	19,00 cm
8 anos	33	17,40 cm	1,95 cm	11,22 %	14,60 cm	17,00 cm	20,70 cm
9 anos	49	17,25 cm	2,02 cm	11,71 %	14,40 cm	17,50 cm	20,00 cm
10 anos	58	18,27 cm	1,97 cm	10,81 %	15,00 cm	18,50 cm	21,08 cm
11 anos	33	18,36 cm	2,84 cm	15,49 %	14,40 cm	19,00 cm	23,00 cm
12 anos	26	17,65 cm	2,30 cm	13,03 %	14,13 cm	17,25 cm	21,75 cm
MASCULINO	120	17,28 cm	2,12 cm	12,28 %	14,00 cm	17,00 cm	20,03 cm
FEMININO	120	17,81 cm	2,35 cm	13,23 %	14,48 cm	18,00 cm	21,03 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.2.4 Altura sentado

Tabela 04 – Medidas: Altura sentado

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	59,89 cm
Média	69,39 cm	2,5	60,50 cm
Variância	23,43 cm	5	61,50 cm
Desvio padrão	4,84 cm	25	66,50 cm
Coef. Variação	6,97 %	50	69,50 cm
Valor Mínimo	58,00 cm	75	72,50 cm
Valor Maximo	86,00 cm	95	78,00 cm
Intervalo	18,00 cm	97,5	79,01 cm
		99	82,31 cm

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	65,50 cm	3,87 cm	5,91 %	60,45 cm	65,00 cm	72,50 cm
2ª série	60	68,01 cm	4,12 cm	6,06 %	61,50 cm	68,00 cm	75,50 cm
3ª série	60	70,85 cm	3,38 cm	4,77 %	67,00 cm	70,00 cm	76,53 cm
4ª série	60	73,10 cm	4,26 cm	5,83 %	67,00 cm	72,50 cm	79,65 cm
7 anos	41	64,24 cm	3,29 cm	5,12 %	59,50 cm	64,00 cm	68,50 cm
8 anos	33	67,09 cm	3,47 cm	5,17 %	62,10 cm	67,50 cm	72,00 cm
9 anos	49	68,59 cm	3,67 cm	5,36 %	62,70 cm	69,00 cm	74,00 cm
10 anos	58	71,09 cm	3,21 cm	4,52 %	66,93 cm	70,75 cm	75,88 cm
11 anos	33	72,56 cm	4,77 cm	6,57 %	65,40 cm	72,50 cm	80,60 cm
12 anos	26	74,11 cm	4,19 cm	5,66 %	68,00 cm	73,75 cm	81,63 cm
MASCULINO	120	69,85 cm	4,51 cm	6,46 %	63,00 cm	69,50 cm	77,53 cm
FEMININO	120	69,92 cm	5,11 cm	7,42 %	60,50 cm	69,00 cm	78,00 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.2.5 Altura dos olhos, sentado

Tabela 05 – Medidas: Altura dos olhos,sentado

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	48,70 cm
Média	57,72 cm	2,5	49,49 cm
Variância	23,66 cm	5	50,00 cm
Desvio padrão	4,86 cm	25	54,50 cm
Coef. Variação	8,42 %	50	57,25 cm
Valor Mínimo	45,00 cm	75	60,63 cm
Valor Maximo	72,00 cm	95	66,53 cm
Intervalo	27,00 cm	97,5	68,04 cm
		99	70,81 cm

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	53,08 cm	3,79 cm	7,05 %	48,98 cm	53,25 cm	62,03 cm
2ª série	60	56,46 cm	4,01 cm	7,10 %	50,48 cm	56,25 cm	62,60 cm
3ª série	60	59,09 cm	3,71 cm	6,29 %	54,00 cm	59,00 cm	64,55 cm
4ª série	60	61,55 cm	4,19 cm	6,81 %	55,50 cm	61,00 cm	69,55 cm
7 anos	41	52,46 cm	3,04 cm	5,80 %	48,50 cm	52,50 cm	56,00 cm
8 anos	33	55,39 cm	3,25 cm	5,87 %	50,30 cm	55,50 cm	60,40 cm
9 anos	49	57,04 cm	3,69 cm	6,47 %	51,10 cm	57,00 cm	63,70 cm
10 anos	58	59,31 cm	3,69 cm	6,22 %	54,00 cm	59,00 cm	66,58 cm
11 anos	33	60,83 cm	4,12 cm	6,77 %	55,00 cm	61,00 cm	67,20 cm
12 anos	26	62,80 cm	4,44 cm	7,08 %	55,88 cm	62,75 cm	70,25 cm
MASCULINO	120	58,12 cm	4,67 cm	8,03 %	51,50 cm	57,50 cm	65,55 cm
FEMININO	120	57,33 cm	5,04 cm	8,79 %	49,50 cm	57,00 cm	67,00 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.2.6 Altura do meio do ombro, sentado

Tabela 06 – Medidas: Altura do meio do ombro, sentado

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	36,00 cm
Média	43,88 cm	2,5	36,99 cm
Variância	16,89 cm	5	37,00 cm
Desvio padrão	4,11 cm	25	41,00 cm
Coef. Variação	9,36 %	50	44,00 cm
Valor Mínimo	33,50 cm	75	46,00 cm
Valor Maximo	59,00 cm	95	51,00 cm
Intervalo	25,50 cm	97,5	53,00 cm
		99	54,31 cm

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	40,98 cm	3,35 cm	8,19 %	36,00 cm	45,50 cm	46,10 cm
2ª série	60	42,57 cm	3,44 cm	8,08 %	37,00 cm	42,25 cm	48,50 cm
3ª série	60	45,10 cm	3,07 cm	6,82 %	41,00 cm	45,00 cm	50,08 cm
4ª série	60	46,85 cm	3,87 cm	8,27 %	41,95 cm	46,00 cm	53,05 cm
7 anos	41	39,64 cm	2,58 cm	6,53 %	36,00 cm	39,50 cm	43,50 cm
8 anos	33	41,81 cm	2,85 cm	6,83 %	37,00 cm	41,50 cm	46,00 cm
9 anos	49	43,10 cm	2,89 cm	6,71 %	38,00 cm	43,00 cm	48,00 cm
10 anos	58	45,37 cm	3,03 cm	6,68 %	41,43 cm	45,00 cm	51,30 cm
11 anos	33	46,51 cm	4,24 cm	9,13 %	41,00 cm	46,00 cm	53,60 cm
12 anos	26	47,96 cm	3,50 cm	7,30 %	43,00 cm	47,50 cm	53,00 cm
MASCULINO	120	44,03 cm	3,89 cm	8,84 %	38,95 cm	44,00 cm	51,03 cm
FEMININO	120	43,72 cm	4,32 cm	9,89 %	37,00 cm	43,50 cm	51,00 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.2.7 Largura do ombro

Tabela 07 – Medidas: Largura do ombro

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	24,00 cm
Média	28,85 cm	2,5	24,50 cm
Variância	6,00 cm	5	25,50 cm
Desvio padrão	2,45 cm	25	27,00 cm
Coef. Variação	8,49 %	50	28,50 cm
Valor Mínimo	23,50 cm	75	30,50 cm
Valor Maximo	37,50 cm	95	33,03 cm
Intervalo	14,00 cm	97,5	34,01 cm
		99	34,81 cm

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	27,33 cm	1,94 cm	7,11 %	24,50 cm	27,00 cm	31,03 cm
2ª série	60	28,08 cm	1,87 cm	6,67 %	25,45 cm	28,00 cm	31,00 cm
3ª série	60	29,35 cm	2,35 cm	8,03 %	26,48 cm	29,00 cm	33,03 cm
4ª série	60	30,65 cm	2,23 cm	7,28 %	28,00 cm	30,25 cm	34,50 cm
7 anos	41	27,00 cm	1,87 cm	6,94 %	24,50 cm	27,00 cm	31,00 cm
8 anos	33	28,03 cm	1,87 cm	6,70 %	25,30 cm	28,00 cm	30,70 cm
9 anos	49	28,08 cm	2,00 cm	7,15 %	24,70 cm	28,00 cm	31,60 cm
10 anos	58	29,68 cm	2,19 cm	7,39 %	26,50 cm	29,50 cm	33,00 cm
11 anos	33	30,04 cm	2,27 cm	7,58 %	27,30 cm	29,50 cm	34,20 cm
12 anos	26	30,92 cm	2,50 cm	8,11 %	28,13 cm	30,75 cm	34,88 cm
MASCULINO	120	29,14 cm	2,46 cm	8,47 %	26,00 cm	29,00 cm	33,53 cm
FEMININO	120	28,56 cm	2,40 cm	8,43 %	24,50 cm	28,00 cm	32,50 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.2.8 Largura do quadril

Tabela 08 – Medidas: Largura do quadril

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	20,20 cm
Média	24,95 cm	2,5	21,00 cm
Variância	8,33 cm	5	21,00 cm
Desvio padrão	2,88 cm	25	22,88 cm
Coef. Variação	11,56 %	50	24,50 cm
Valor Mínimo	19,50 cm	75	27,00 cm
Valor Maximo	36,00 cm	95	30,03 cm
Intervalo	16,50 cm	97,5	32,03 cm
		99	33,31 cm

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	23,15 cm	2,40 cm	10,38 %	20,48 cm	22,00 cm	28,03 cm
2ª série	60	24,01 cm	2,00 cm	8,33 %	21,00 cm	24,00 cm	27,50 cm
3ª série	60	25,75 cm	2,92 cm	11,35 %	22,50 cm	25,00 cm	31,10 cm
4ª série	60	26,88 cm	2,60 cm	9,69 %	23,48 cm	26,75 cm	32,05 cm
7 anos	41	22,79 cm	2,21 cm	9,69 %	20,50 cm	22,00 cm	28,00 cm
8 anos	33	23,90 cm	2,35 cm	9,82 %	20,80 cm	24,00 cm	27,70 cm
9 anos	49	24,30 cm	2,64 cm	10,88 %	21,50 cm	24,00 cm	27,80 cm
10 anos	58	26,12 cm	2,83 cm	10,87 %	22,93 cm	25,50 cm	32,15 cm
11 anos	33	26,31 cm	2,92 cm	11,11 %	22,30 cm	26,00 cm	32,40 cm
12 anos	26	26,53 cm	1,95 cm	7,38 %	23,63 cm	26,50 cm	29,00 cm
MASCULINO	120	24,94 cm	2,60 cm	10,42 %	21,50 cm	24,50 cm	30,00 cm
FEMININO	120	24,95 cm	3,15 cm	12,65 %	21,00 cm	24,50 cm	31,05 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.2.9 Altura poplítea

Tabela 09 – Medidas: Altura poplítea

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	31,70 cm
Média	39,06 cm	2,5	32,49 cm
Variância	14,36 cm	5	33,50 cm
Desvio padrão	3,79 cm	25	36,38 cm
Coef. Variação	9,70 %	50	39,00 cm
Valor Mínimo	30,00 cm	75	42,00 cm
Valor Maximo	49,00 cm	95	45,50 cm
Intervalo	19,00 cm	97,5	47,50 cm
		99	47,81 cm

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	36,42 cm	3,22 cm	8,86 %	32,00 cm	36,00 cm	42,55 cm
2ª série	60	37,88 cm	3,49 cm	9,22 %	33,48 cm	37,75 cm	43,55 cm
3ª série	60	39,64 cm	3,03 cm	7,65 %	35,45cm	39,00 cm	44,55 cm
4ª série	60	42,29 cm	2,63 cm	6,22 %	38,00 cm	42,00 cm	47,03 cm
7 anos	41	35,29 cm	2,26 cm	6,40 %	32,00 cm	35,00 cm	39,50 cm
8 anos	33	36,42 cm	2,48 cm	6,82 %	32,20 cm	36,00 cm	40,00 cm
9 anos	49	38,18 cm	2,75 cm	7,22 %	34,20 cm	38,00 cm	42,00 cm
10 anos	58	40,19 cm	2,49 cm	6,21 %	37,00 cm	40,00 cm	44,50 cm
11 anos	33	41,98 cm	3,11 cm	7,41 %	36,40 cm	42,00 cm	46,90 cm
12 anos	26	43,80 cm	2,88 cm	6,58 %	39,13 cm	43,00 cm	48,75 cm
MASCULINO	120	39,60 cm	3,86 cm	9,76 %	34,00 cm	39,50 cm	46,50 cm
FEMININO	120	38,52 cm	3,64 cm	9,47 %	33,48 cm	38,00 cm	44,53 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.2.10 Comprimento nádega-poplítea

Tabela 10 – Medidas: Comprimento nádega-poplítea

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	29,50 cm
Média	37,24 cm	2,5	30,99 cm
Variância	14,79 cm	5	31,50 cm
Desvio padrão	3,84 cm	25	34,50 cm
Coef. Variação	10,32 %	50	37,00 cm
Valor Mínimo	28,50cm	75	40,00 cm
Valor Maximo	48,00 cm	95	43,53 cm
Intervalo	19,50 cm	97,5	45,01 cm
		99	46,31 cm

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	34,27 cm	3,04 cm	8,88 %	29,98 cm	34,00 cm	39,10 cm
2ª série	60	36,13 cm	3,01 cm	8,35 %	31,95 cm	35,50 cm	41,50 cm
3ª série	60	38,11 cm	3,34 cm	8,78 %	34,00 cm	37,00 cm	44,05 cm
4ª série	60	40,45 cm	2,97 cm	7,36 %	36,00 cm	40,50 cm	46,00 cm
7 anos	41	33,61 cm	2,80 cm	8,34 %	29,50 cm	33,50 cm	39,00 cm
8 anos	33	34,78 cm	2,53 cm	7,27 %	31,30 cm	35,00 cm	39,40 cm
9 anos	49	36,20 cm	2,91 cm	8,04 %	32,20 cm	36,00 cm	41,80 cm
10 anos	58	38,66 cm	2,86 cm	7,41 %	34,85 cm	37,75 cm	43,50 cm
11 anos	33	40,04 cm	3,04 cm	7,61 %	35,20 cm	40,00 cm	44,80 cm
12 anos	26	41,32 cm	3,09 cm	7,48 %	38,00 cm	41,25 cm	46,88 cm
MASCULINO	120	37,12 cm	3,88 cm	10,45 %	31,48 cm	36,50 cm	44,00 cm
FEMININO	120	37,36 cm	3,82 cm	10,23 %	31,50 cm	37,00 cm	43,50 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.2.11 Comprimento nádega-joelho

Tabela 11 – Medidas: Comprimento nádega-joelho

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	37,20 cm
Média	46,27 cm	2,5	38,99 cm
Variância	20,36 cm	5	39,50 cm
Desvio padrão	4,51 cm	25	43,00 cm
Coef. Variação	9,75 %	50	45,75 cm
Valor Mínimo	36,50 cm	75	49,50 cm
Valor Maximo	58,00 cm	95	54,53 cm
Intervalo	21,50 cm	97,5	56,00 cm
		99	56,81 cm

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	42,65 cm	3,49 cm	8,19 %	38,43 cm	42,00 cm	48,58 cm
2ª série	60	44,94 cm	3,48 cm	7,75 %	40,45 cm	44,25 cm	51,53 cm
3ª série	60	47,30 cm	3,68 cm	7,78 %	42,50 cm	46,50 cm	54,50 cm
4ª série	60	50,20 cm	3,55 cm	7,08 %	44,50 cm	50,00 cm	56,03 cm
7 anos	41	41,63 cm	3,02 cm	7,26 %	37,00 cm	41,00 cm	47,00 cm
8 anos	33	43,36 cm	2,85 cm	6,58 %	38,80 cm	43,50 cm	48,40 cm
9 anos	49	45,20 cm	3,19 cm	7,06 %	42,00 cm	44,50 cm	52,00 cm
10 anos	58	47,84 cm	3,20 cm	6,70 %	43,50 cm	47,50 cm	53,65 cm
11 anos	33	49,72 cm	3,57 cm	7,19 %	44,30 cm	50,00 cm	56,00 cm
12 anos	26	51,46 cm	3,47 cm	6,75 %	47,13 cm	50,50 cm	57,38 cm
MASCULINO	120	46,27 cm	4,56 cm	9,86 %	39,50 cm	46,00 cm	55,00 cm
FEMININO	120	46,28 cm	4,48 cm	9,68 %	39,48 cm	45,50 cm	54,50 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.2.12 Peso

Tabela 12 – Medidas: Peso

Geral		Percentil	
Nº. de indivíduos	240	1	21,89 Kg.
Média	34,56 Kg.	2,5	22,50 Kg.
Variância	76,04 Kg.	5	23,00 Kg.
Desvio padrão	8,72 kg.	25	28,50 Kg.
Coef. Variação	25,22 %	50	33,00 Kg.
Valor Mínimo	21,50 Kg.	75	39,00 Kg.
Valor Maximo	62,00 Kg.	95	53,05 Kg.
Intervalo	40,50 Kg.	97,5	57,01 Kg.
		99	59,00 Kg.

Categoria	Nº. Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Perc. 05	Perc. 50	Perc. 95
1ª série	60	29,44 Kg.	6,85 Kg.	23,29 %	22,50 Kg.	27,00 Kg.	44,60 Kg.
2ª série	60	31,39 Kg.	6,54 Kg.	20,85%	22,98 Kg.	30,00 Kg.	41,20 Kg.
3ª série	60	36,93 Kg.	8,41 Kg.	70,83%	28,50 Kg.	34,25 Kg.	55,10 Kg.
4ª série	60	40,48 Kg.	8,30 Kg.	20,52%	31,00 Kg.	38,50 Kg.	57,78 Kg.
7 anos	41	28,09 Kg.	6,85 Kg.	24,39%	22,50 Kg.	26,00 Kg.	44,50 Kg.
8 anos	33	31,60 Kg.	5,81 Kg.	18,38 %	23,30 Kg.	30,50 Kg.	41,00 Kg.
9 anos	49	32,14 Kg.	7,69 Kg.	23,95%	23,00 Kg.	31,00 Kg.	47,30 Kg.
10 anos	58	37,87 Kg.	8,24 Kg.	21,77%	29,00 Kg.	35,50 Kg.	55,30 Kg.
11 anos	33	39,22 Kg.	9,70 Kg.	24,73%	27,80 Kg.	37,00 Kg.	57,80 Kg.
12 anos	26	39,76 Kg.	6,73 Kg.	16,93%	31,63 Kg.	38,25 Kg.	55,88 Kg.
MASCULINO	120	35,00 Kg.	8,22 Kg.	23,48%	23,00 Kg.	34,00 Kg.	54,05 Kg.
FEMININO	120	34,12 Kg.	9,20 Kg.	26,98%	23,00 Kg.	32,25 Kg.	52,53 Kg.

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.3 Parâmetros sugeridos pelo estudo: *Interface Antropométrica Digital*

De acordo com estudo realizado pela Faac – UNESP as medidas recomendáveis para altura da mesa, altura do assento, profundidade do assento, largura da mesa e largura do assento para crianças entre 7 e 10 anos são as seguintes:

2.4.3.1 Altura da mesa de trabalho na postura sentado

Tabela 13 – Parâmetros: Altura da mesa de trabalho na postura sentado

	Percentil		
	5	**50**	**95**
	45,00 cm	55,50 cm	65,50 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.3.2 Altura do assento

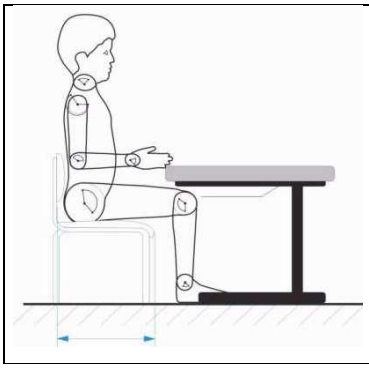
Tabela 14 - Parâmetros: Altura do assento

	Percentil		
	5	**50**	**95**
	33,50 cm	39,00 cm	45,50 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.3.3 Profundidade do assento

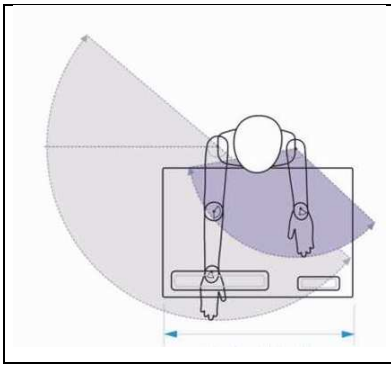
Tabela 15 - Parâmetros: Profundidade do assento

	**Percentil**		
	5	**50**	**95**
	31,00 cm	37,00 cm	41,50 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.3.4 Largura da mesa de trabalho

Tabela 16 - Parâmetros: Largura da mesa de trabalho

	**Percentil**		
	5	**50**	**95**
			63,00 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

2.4.3.5 Largura do assento

Tabela 17 - Parâmetros: Largura do assento

	Percentil		
	5	**50**	**95**
	21,00 cm	24,50 cm	30,00 cm

Fonte: Silva, Paschoarelli & Spinosa,1995

Capítulo II
PROPOSTA DE AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA NO ESTUDO DE CASO

3.1 APRESENTAÇÃO

A avaliação ergonômica e antropométrica, objetivo deste trabalho foi efetuada no Laboratório de Informática da escola CAIC – Helyon de Oliveira; e visou analisar o mobiliário existente, descrever os procedimentos para a realização da aferição das variáveis antropométricas e fazer uma comparação com um estudo realizado pela Faac da UNESP.

O Laboratório possui 10 (dez) computadores, dispostos em “L” encostados na parede. Para cada mesa de computador são utilizadas duas cadeiras.

Na avaliação do perfil antropométrico poderá ser utilizado o sistema DIGITA, baseado em técnicas fotogramétricas. O tratamento dos dados deve ser efetuado a partir de tabelas criadas no Excel.

Para o sucesso do estudo, a instituição de ensino deve auxiliar na divulgação das informações aos professores que, por sua vez, fazem chegar os necessários pedidos de autorização para a participação no estudo a todos os alunos e demais envolvidos no projeto.

3.2 DESCRIÇÃO DO LOCAL PROPOSTO PARA ESTUDO

A sala de aula de informática do CAIC Helyon de Oliveira foi projetada para atender a todos os seus alunos. Porém as condições em que se encontra não são boas.

As janelas da sala de aula são muito altas, dificultando a circulação do ar e fazendo com que a sala fique em uma temperatura acima da adequada, apesar de possuir um ventilador de teto.

O mobiliário não é adequado para uma sala de informática. As mesas são muito pequenas para apoiar o teclado e o mouse. As cadeiras não são reguláveis, fazendo com que os alunos permaneçam em posturas inadequadas durante as aulas, pois as cadeiras são baixas e os alunos têm que esticar o braço e o corpo para alcançar o teclado e o mouse.

Além destes problemas citados acima, a sala possui um agravante, que é a utilização de mais de um aluno por computador. Isto faz com que as posturas se tornem ainda mais incorretas, pois o espaço de utilização é extremamente limitado.

A técnica de fotogrametria é sugerida, devido à agilidade que ela proporciona ao projeto. Com o indivíduo posicionado em apenas duas posições, pode-se obter as medidas desejadas. Enquanto que, com o antropômetro, as medidas são aferidas separadamente e ainda possui o inconveniente de haver o contato físico.

3.3 METODOLOGIA UTILIZADA PARA MEDIÇÕES

O processo de qualificação do perfil antropométrico dos alunos deve envolver cinco fases:

1. Seleção dos equipamentos
2. Teste
3. Registro em fotografia
4. Análise dos dados

3.3.1 Seleção dos equipamentos

Os instrumentos necessários consistem em: uma câmara fotográfica digital; cabo de ligação (à entrada USB); software de instalação do programa para descarregar as imagens; projetores; pórtico; pano de fundo; marcadores; um computador para armazenamento dos dados e introdução de dados no momento da recolha.

O protocolo de medida utilizado consistiu em colocar o avaliado, vestido com o uniforme de ginástica e de pé.

3.3.2 Teste

Um teste deve ser realizado antes de começar as medidas, pois assim pode-se averiguar o tempo despendido no mesmo e as dificuldades inerentes, para assim corrigir e aperfeiçoar os procedimentos para o registro em fotografia.

3.3.3 Registro em fotografia

Cada seção deve começar com a montagem do equipamento, sendo necessário algum tempo para assegurar que todo o equipamento está devidamente colocado e calibrado. Alguns cuidados devem ser tomados:

- Colocação da máquina fotográfica perfeitamente alinhada com o plano a fotografar;
- Calibração da imagem quanto à luz;
- Colocação dos equipamentos auxiliares: pórtico, apoio para o pé, pano de fundo, contador, referencial, etc;
- Ligação dos equipamentos: máquina fotográfica, computador e iluminação geral;
- Montagem dos espaços para vestir e despir, para colocação dos marcadores em pontos antropométricos predefinidos e para registro de outros dados (autorizações, idade, peso, etc.).

Os cuidados a serem tomados no posicionamento espacial da máquina são de extrema importância para a minimização dos erros. Assim, algumas medições planimétricas e altimétricas foram necessárias. O alinhamento do plano a ser fotografado deve ser fornecido por um referencial colocado ao lado da criança, tendo esta um pórtico orientador para o seu posicionamento.

Igual atenção deve ser dirigida para as questões que se relacionam ao nivelamento em altura, que consiste em garantir que o centro da máquina fotográfica esteja à mesma altura em relação ao pórtico e ao referencial. Este procedimento deve ser repetido várias vezes ao longo das sessões a fim de garantir o nivelamento.

Para a realização da medição das crianças são necessários equipamentos como o pórtico, simetrógrafo, máquina fotográfica e marcadores.

As crianças devem usar os seus uniformes de educação física, já que normalmente tal aferição é realizada com roupas de banho para que as medidas sejam as mais precisas possíveis, como isto poderia ser um empecilho, opta-se pelo uniforme de ginástica.

A medição se dará da seguinte maneira: O aluno devidamente vestido com o uniforme de educação física deverá estar descalço, e será encaminhado a uma pessoa que fará a marcação dos adesivos nas principais articulações. Após esta fase ele passará para a etapa de fotografia, que fará a medição das principais variáveis antropométricas com o auxílio do pórtico e simetrógrafo.

Primeiramente, os alunos devem se posicionar de pé e de frente para a máquina fotográfica, com o corpo ereto, para a aferição de medidas como peso, estatura, largura dos ombros, altura dos ombros e largura do quadril. Em seguida, devem se posicionar de pé, porém de lado para o medidor e com um dos pés sobre um banco regulável, para a aferição de medidas como comprimento dos braços, altura dos joelhos e altura poplítea. O banco auxiliará na medição de posições nas quais as crianças deveriam estar sentadas.

De posse das fotografias, deve ser realizada a análise das mesmas para se obter as principais medidas antropométricas. Estas medidas devem ser analisadas e dispostas na forma de tabelas, com os devidos desvios padrões. Após a análise obtêm-se uma média, desvio-padrão e outros percentis, de cada variável antropométrica dos alunos do sexo feminino e masculino.

3.3.4 Análise dos dados

O trabalho de quantificação dos dados a partir das fotografias pode praticamente ser efetuado em simultâneo com a fase anterior. Nesta fase sugere-se a utilização do programa DIGITA, desenvolvido pelo Laboratório de Ergonomia da FMH-UTL.

Nesta fase de análise, a fotogrametria e a antropometria terão grande importância. Pois as variáveis a serem medidas serão fornecidas pela antropometria e o programa DIGITA utiliza as técnicas de fotogrametria para fornecer os dados.

Para atender aos objetivos propostos pelo estudo, os dados recolhidos devem receber tratamento estatístico com a elaboração de tabelas, criadas no *software* EXCEL 2000 para o cálculo da uma média, desvio-padrão e outros percentis, de cada variável antropométrica.

3.4 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA FOTAGRAMETRIA

O pórtico que deve ser utilizado na aferição das variáveis antropométricas foi construído com o auxílio de um projeto de uma aluna do curso de Arquitetura e Urbanismo, é feito de alumínio tubular e possui 2 x 1,2 metros, e foi baseado em um instrumento de medição chamado de simetrógrafo, que também será utilizado.

O simetrógrafo é um aparelho utilizado para identificar os desvios posturais mais evidentes, por meio da observação de pontos anatômicos específicos que permitirão identificar possíveis assimetrias decorrentes desta alteração postural. É composto por um retângulo, escalonado através de quadrados de 5 x 5 centímetros feitos por fios, contornado por um suporte de alumínio e mede 180x90 centímetros.

Figura 19 – Simetrógrafo
Fonte: Elaboração própria

O pórtico possui marcadores referenciais para o auxílio no momento de fotografar e deve estar nivelado em relação ao solo.

Para a marcação dos principais pontos anatômicos do corpo, devem ser utilizados marcadores adesivos na cor vermelha, que são colados ao corpo e às roupas das crianças; e uma máquina fotográfica digital.

As entrevistas sobre carga horária de utilização de computadores e dores musculares, que podem ser realizadas para auxiliar o levantamento de um número maior de informações, pode seguir o seguinte modelo de questionário:

Núcleo de Ergonomia e Segurança do Trabalho Análise ergonômica e antropométrica do mobiliário de informática em escolas públicas, para alunos do ensino básico.					
Nome:					
Idade:					
Série:					
Utilização do computador:	Casa	Escola	Outros		
Carga Horária:	1 hora	2 horas	3 horas	Mais	
Dores Musculares:	Pescoço	Costas	Punho	Braços	Ombros	Pernas

Fonte: Elaboração própria

Capítulo III
ANÁLISE E RESULTADOS

A dificuldade de se encontrar estudos realizados no Brasil sobre as variáveis antropométricas da população é enorme. Isto faz com que a pesquisa a pesquisa torne-se bem mais trabalhosa, devido ao fato de haver poucos parâmetros para a comparação. Porém este fato não impossibilitou o desenvolvimento do projeto.

4.1 COMPARAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS PELO LABORATÓRIO DE ERGONOMIA E INTERFACES DA FAAC E O MOBILIÁRIO DO E.C.

O mobiliário existente no Laboratório de Informática da escola CAIC – Helyon de Oliveira, é composto por uma mesa para computador, comumente utilizada em escolas. A mesa é feita de uma estrutura metálica e compensado (Fig.23), possui 73 cm de altura, e 85 cm de largura por 69 cm de profundidade, um apoio rebaixado para o teclado e uma parte à direita mais avançada para o mouse.

As cadeiras são acolchoadas, com 45 cm de altura em relação ao chão, o assento possui 40 cm de profundidade por 40 cm de largura. E são utilizadas duas cadeiras para cada mesa.

O mobiliário de informática da escola em questão está longe de ser o ideal para o desenvolvimento da tarefa proposta. Mesmo levando em consideração que a sala é utilizada para todos os alunos da escola, inclusive adultos.

Figura 20 – Sala de aula: Disposição
Fonte: Elaboração própria

Figura 21 – Sala de aula: Mobiliário e Paredes
Fonte: Elaboração própria

Figura 22 – Sala de aula: Janelas
Fonte: Elaboração própria

Figura 23 – Sala de aula: Mesa e cadeira
Fonte: Elaboração própria

As mesas são altas para as crianças e as cadeiras deveriam ser de um modelo que possibilitasse a regulagem para a altura de cada usuário, já que a sala é utilizada tanto por crianças como por adultos; não deveriam ser utilizadas duas cadeiras por computador e a sala deveria ser mais clara e mais ventilada.

As mesas possuem 73 cm de altura, o que mostra uma grande discrepância com o sugerido que é 65,5 cm de altura. As cadeiras também possuem os assentos altos para crianças, com 45 cm em relação ao chão e 40 cm de profundidade.

Os problemas expostos acima poderiam ser resolvidos a curto prazo com a implementação de algumas melhorias básicas, como:

- Aumentar o assento das cadeiras com almofadas ou até mesmo listas telefônicas, isso faria com que as crianças não esticassem o corpo para frente para visualizar o monitor e ficariam com o braço num ângulo de aproximadamente 90º, que é o recomendado para a posição ;
- Revezamento na utilização dos computadores, enquanto um aluno utiliza o computador, o outro espera com a cadeira um pouco mais afastada, assim ambos podem se posicionar na posição correta, sem prejudicar a coluna;
- Aumentar o número de ventiladores.

Capítulo IV
CONCLUSÕES

A avaliação antropométrica é de fundamental importância na concepção de qualquer projeto, principalmente em projetos tão específicos como o de mobiliário infantil e escolar.

O mobiliário infantil e escolar necessita de atenção, pois trata-se de um projeto direcionado às crianças, que encontram-se em constante desenvolvimento e crescimento, e também necessitam de móveis que ofereçam segurança em suas atividades, dado que passam uma grande parte de seu tempo utilizando tal mobiliário.

Com a crescente utilização de computadores por crianças, os móveis destinados a estes equipamentos também devem começar a se adaptar a esta nova realidade. Por isso faz-se tão importante o estudo da antropometria nos novos projetos.

Mesmo que tais adaptações venham demorar um pouco a entrar no mercado, algumas melhorias nos postos de utilização de computadores, podem ser realizadas, como já descrito anteriormente. Assim, tanto crianças como adultos poderão utilizar seus computadores com segurança e sem causar danos futuros à saúde, como dores musculares, problemas na coluna e tendinite.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAFFIN, D.B., & ANDERSSON, G.B. *Occupational Biomechanics.* 2nd ed. New York: John Wiley & Sons. 1991.

Children and Ergonomics: What's the big deal?, Ergo Work Consulting – Injury Prevention and Ergonimic Specialists, www.ergoworkconsulting.com, (consulta:outubro/2006)

CORLETT N., WILSON, J. & MANENICA, I. *The ergonomics of working postures.* Taylor & Francis, London. 1986.

ESPARTEL, L. *Curso de Topografia.*

EVANS, W.; FOK, F. *The design of school furniture for Hong-Kong school children: an anthropometric case study*. Applied Ergonomics, 19, Pág. 122-134,1988

Fotogrametria, CEFET – GO, www.cefetgo.br/geomatica/fotogrametria.htm, (consulta: novembro/2006)

FROUFE, T., FERREIRA, F. & REBELO, F. *Collection of antropométric data from primary schoolchildren.* Ergonomics Laboratory – FMH – Thecnical University of Lisbon 1495-691 Estrada da Costa – Cruz Quebrada – Dafundo. 2001.

GOODMAN, E.; MCGRATH. J. *The epidemiology of pain in children and adolescents.* Pain 46 (3), Pág. 247-264, 1991.

GOUVALI, M.K. & BOUDOLOS, K. *Match between school furniture dimensions and children's antropometry.* Sport Biomechanics Laboratory, Department of Sport Medicine and Biology of Physical Activity, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Athenas, Greece. Applied Ergonomics. 2005.

HARRIS, C., STRAKER,L., POLLOCK, C. & TRINIDAD,S. *Musculoskeletal outcomes in children using information tecnology – the need for a specific etiological model.* Curtin University of Tecnology. Australia. Applied Ergonomics. 2002.

HARRIS, C.; STRAKER, L. *Survey of physical ergonomics issues associated with school children´s use of laptop computers*. International Journal of Industrial Ergonomics, Amsterdã, v. 26, n. 3, p. 337- 346, 2000.

HERTZBERG, A. *Prediction of cervical and low-back pain based on routine school health examinations*. J. Primary health Care, 3, pp. 247-253, 1985.

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

JEONJI, B.; PARK, K. *Sex differences in anthropometry for school furniture design*. Ergonomics Volume 33, Number 12, pp. 1511-1521, 1990.

KANEFUJI, K.; SHOHOJI, T. *On a Growth Model of Human Height. Growth, Development & Aging*, 54, pp. 155-165,1990

LEBOEUF, Y.; KYVIK, K. *At what age does low back pain become a common problem? A study of 29,424 individuals aged 12-41 years.* Spine. 23(2). Pág. 228-234,1998

MANDAL, A.*The Seated man (Homo Sedens) the seated work position. Theory and practice*. Applied Ergonomics, 12.1, Pág. 19-26, 1981.

MARSHALL, W. A. *Interrelationships of skeletal maturation, sexual development and somatic growth in man*. Human Biology 1(29). Pág. 103-112, 1974.

MORO, A. R. P. *Ergonomia da sala de aula: constrangimentos posturais impostos pelo mobiliário escolar.* Laboratório de Biomecânica – BIOMEC. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2004.

MORO, A. R. P. et al. *A postura do digitador em duas situações experimentais simuladas em um protótipo concebido para estudos ocupacionais na posição sentada . VII Congresso Brasileiro de Biomecânica.* Campinas, SP. Anais, pp. 103-108. 1997

MOUOUDI M.A, AND CHOOBINEH A.R., *Static anthropometric characteristics age range 6-11 in Mazandaram province/ Iran and school furniture design based on ergonomics principles.* Applied ergonomics, Volume 28, Number 2, pp. 145-147, 1997.

NUNES, F. P., MORO, A. R. P., AVILA, A. O., & MELLO, O. S*. Análise experimental do comportamento na posição sentada: ergonomia do mobiliário escolar.* In: RANGÉ, B. *Psicoterapia Comportamental e Cognitiva: Pesquisa, Prática, Aplicações e Problemas.* Editorial PSY II, Campinas, SP. p. 313-322. 1995.

NUNES, F.P., NUNES, A. R., AVILA, A. O., MORO, A.R.P. & MELLO, O.S. *Mobiliário e Equipamento escolar: uma perspectiva ergonômica.* I Encontro Nacional sobre Edificações e Equipamentos Escolares. Secretaria de Estado da Educação de São Paulo, São Paulo, SP. Anais, pp. 153-154. 1994.

NUNES, F.P., ALMEIDA, A., HENDRICKSON, J.M., & LENT, J. *Special education teacher's perception of the educational desk: a survey report.* International Journal of Instructional Media*.* 12, 231-246. 1985.

NUNES, F. P.; ÁVILA, A.V. & MORO, A. R. *Experimental analysis of behavior Occupational Biomechanics: A model to redesign educational desk.* In: Association for Behavior Analysis - International 18th Annual Convention, USA. 1991.

NUNES, F. P.; ÁVILA, A.V.; MORO, A. R. & MELLO, O. S. *Mobiliário ocupacional: uma perspectiva ergonômica.* V Congresso Brasileiro de Biomecânica. Sociedade Brasileira de Biomecânica. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Anais, pp. 101-106. 1993.

OLIVEIRA, R. *A lombalgia nas crianças e adolescentes: estudo epidemiológico na região da grande Lisboa*. Dissertação de mestrado, UTL-FMH, Lisboa, 1990.

PANERO, J.; ZELNIK, M., *Dimensionamento humano para espaços interiores - Um livro de consulta e referência para projetos*. Editora Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 2002.

PHEASANT, S. *Bodyspace – Anthropometry, Ergonomics and Design*. Taylor & Francis, London, 1988.

SANDFELD, J. & JENSEN, B.R. *Effect of computer mouse gain and visual demand on mouse cliking performance and muscle ativation in a young and elderly group of experienced computer users.* Institute of Exercises and Sports Sciences, University of Copenhagen, Denmark. Applied Ergonomics. 2005.

SANTOS, N. et al. *Atropotecnologia: a ergonomia nos sistemas de produção*. Curitiba: Gênesis, 1997.

SILVA, J. C.P, PASCHOARELLI, L.C, SPINOSA, R. M. O. *Interface Antropométrica Digital: Público Infantil; da Pré-escola ao Ensino Fundamental.* Laboratório de Ergonomia e Interfaces, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 1995.

STRAKER, L., HARRIS, C., ZANDVLIET, D. *Scarring a generation of children through poor introduction of IT in schools*. International Ergonomics Association Congress 2000, San Diego, International Ergonomics Association, 300-304,2000.

SZETO, G. P. Y., LAU, J. C. C., SIU, A. Y. K., TANG, A. M. Y., TANG, T. W. Y., YIU, A. O. Y. *A study of physical discomfort associated with computer use in secondary school students.* Department of Rehabilitation Sciences, the Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong.2003.

TAKAHASHI, E. *Secular tend in milk consumption and growth in Japan*. Human Biology 56. Pág. 427,1984.

TANNER, J*. A history of the study of human growth* . Editora Cambridge University Press, 1981. Pág. 01 – 500,1981.

TANNER, M.; FALKNER, F. *Human growth : post natal growth*. Neurobiology. Vol. 2 Pág. 23-27. 1986.

TEMBA, P. *Fundamentos da Fotogrametria*, Departamento de Cartografia, UFMG. 2000.

TREVELYAN, F.C. & LEGG, S.J.. *Back pain in school children – Where to from here?* Center for Ergonomics, Occupational Safety an Health, Department of Human Resourse Manegement, Massey University,Palmerston North, New Zealand. Applied Ergonomics. 2004.

USNTIA, United States National Telecommunications and Information Administration, US Department of Commerce.*A Nation Online: How American are Expanding their Use of the Internet*,2002.

VOSA, G. A., CONGLETONA J. J., MOOREA, J. S., AMENDOLAB, A. A. & RINGERC, L. *Postural versus chair design impacts upon interface pressure.* Department of Environmental and Occupational Health, System Health Science Center, School of Rural Public Health, Department of Nuclear Engineering, College of Engineering, Department of Statistics, College of Science, Texas A&M University, USA. Applied Ergonomics. 2005.

WILKS,S. , MORTIMER,M. & NYLÉN, P. *The introduction of sit–stand worktables; aspects of attitudes, compliance and satisfaction.* Right Ha¨lsoPartner Occupational Health Unit, Department for Work and Health, National Institute for Working Life, Division of Occupational Health, Department of Public Health Sciences, Karolinska Institute, Swedish Work Environment Authority, Sweden. Applied Ergonomics. 2005.

ZANDVLIET, D., & STRAKER, L. *Physical and Psychosocial Aspects of the Learning Environment in Information Technology Rich Classrooms*. Ergonomics, 44(9), 838 – 857,2001.