



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**

**LUCAS PEIXOTO DOS SANTOS**

**AVALIAÇÃO ERGONÔMICAS DAS CARTEIRAS ESTUDANTIS DA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2016**

**AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DAS CARTEIRAS ESTUDANTIS DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Rogério Mâsih.

**FORTALEZA**

**2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S236a Santos, Lucas Peixoto dos.  
Avaliação ergonômicas das carteiras estudantis da Universidade Federal do Ceará / Lucas Peixoto dos Santos. – 2016.  
68 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2016.  
Orientação: Prof. Dr. Rogério Mâsih.

1. Ergonomia. 2. Carteira escolar. 3. Normas. 4. Recomendações. I. Título.

CDD 658.5

---

**LUCAS PEIXOTO DOS SANTOS**

AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DAS CARTEIRAS ESTUDANTIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
CEARÁ

Monografia submetida à Coordenação  
do Curso de Engenharia de Produção  
Mecânica da Universidade Federal do  
Ceará como parte dos requisitos  
necessários para a obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia de Produção  
Mecânica

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

PROF. ROGÉRIO MÂSIH (ORIENTADOR)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC

---

PROF. TÍTULO E NOME COMPLETO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC

---

PROF. TÍTULO E NOME COMPLETO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer à minha família em primeiro lugar, que apesar de muitos momentos de dificuldades passados durante a graduação, continuaram me apoiando em todas as decisões.

Também não posso esquecer de todos os meus colegas, aqueles que já estão formados e aqueles que ainda estão por se formar, pois sem a cooperação deles as dificuldades teriam sido ainda maiores.

Agradeço a meus professores, que são os responsáveis por todo o conhecimento adquirido por mim durante o curso e também sempre se mostraram prestativos em quaisquer situações. Em especial aos professores Rogério Mâsih e Alysson Amorim, que me guiaram durante a realização desse trabalho.

Por fim agradeço a própria universidade, com toda a sua estrutura e organização, e a todos aqueles colaboradores que de alguma forma puderam me ajudar no desenvolvimento deste trabalho.

*“O conhecimento serve  
para encantar as pessoas,  
não para humilhá-las.”*

Mário Sérgio Cortella.

## **Resumo**

A sala de aula é um ambiente de trabalho como todos os outros e quando se trata de ambiente de trabalho é necessário que este tenha condições adequadas para o exercício das atividades. Um dos principais elementos presentes na estrutura escolar e universitária que deve ser fator relevante ao bom desempenho é a mobília utilizada. O presente estudo pretende abordar especificamente as carteiras usadas na Universidade Federal do Ceará, na unidade localizada no campus do Pici, pelos alunos do curso de Engenharia de Produção Mecânica e saber se as medidas estão de acordo com a norma brasileira do mobiliário escolar (NBR 14006) e com as recomendações ergonômicas encontradas na literatura. Para isso será realizada uma pesquisa aplicada, abordando aspectos qualitativos e quantitativos, com o uso de questionários, estudos antropométricos e medidas das carteiras. O estudo de caso envolverá a participação dos estudantes para responder os questionários e fornecer os dados antropométricos. Ao fim do trabalho espera-se concluir sobre as condições ergonômicas do mobiliário e fazer recomendações para estudos futuros.

Palavras-chave: ergonomia, carteira escolar, normas, recomendações.

## **Abstract**

The classroom is a work place like everyone else and when it comes to the work place, it is necessary that it has adequate conditions for the exercise of activities. One of the main elements present in the school and university structure that should be relevant factor to the good performance is the furniture used. The present study intends to specifically address the portfolios used at the Federal University of Ceará, at the unit located on the campus do picí, by the students of the Mechanical Production Engineering course and whether the measures are in accordance with the Brazilian standard of school furniture (NBR 14006 ) and with the ergonomic recommendations found in the literature. For this, an applied research will be carried out, addressing qualitative and quantitative aspects, with the use of questionnaires, anthropometric studies and portfolio measurements. The case study will involve the participation of the students to answer the questionnaires and provide the anthropometric data. At the end of the work it is expected to conclude on the ergonomic conditions of the furniture and make recommendations for future studies.

Keywords: ergonomics, school portfolio, norms, recommendations.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vista em corte e posterior de um indivíduo sentado indicando as tuberosidades dos ísquios.....	30
Figura 2: Efeito de posturas sobre a pressão dos discos intervertebrais. ....	31
Figura 3: Efeito do ângulo do assento na pressão sobre o disco e na atividade elétrica dos músculos das costas registradas na oitava vértebra torácica. ....	32
Figura 4: Diagrama de Áreas Dolorosas - Corlett e Manenica .....	41
Figura 5: Ficha de coleta para levantamento estático. ....	43
Figura 6: Foto da lateral esquerda da carteira estudantil da Universidade Federal do Ceará (UFC) – campus do picí. ....	55
Figura 7: Foto da vista superior (a esquerda) e da vista de frontal (a direita) da carteira escolar da Universidade Federal do Ceará (UFC). ....	56
Figura 8: Foto da lateral direita (a esquerda) e da parte de trás (a direita) da carteira estudantil da Universidade Federal do Ceará (UFC). ....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Questionário de percepção da qualidade do mobiliário estudantil. ..	37
Tabela 2: Resultado do questionário sobre a qualidade da carteira.....	47
Tabela 3: Resultado do Diagrama de Áreas Dolorosas. ....	50
Tabela 4: Resultado das medidas antropométricas. ....	52
Tabela 5: Comparação com valores da norma e dimensionamentos recomendados para assentos e encostos de acordo com Panero e Zelnik, (1993).....	57
Tabela 6: Comparação das medidas da carteira com a norma e literatura. ....	58
Tabela 7: Dimensões de carteira universitária, referências antropométricas, recomendações de design (mm) e determinações.....	60
Tabela 8: Recomendações ergonômicas com referência antropométricas.....	62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais causas do desconforto da postura sentada. ....	28
Quadro 2: Quadro representativa da percepção de qualidade dos usuários da carteira escolar.....	38
Quadro 3: Dimensões que serão medidas nas carteiras estudantis. ....	45
Quadro 4: Apresentação das distorções entre medidas.....	54

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1 Contextualização</b> .....	12
<b>1.2 Objetivos</b> .....	14
<b>1.2.1. Objetivo geral</b> .....	14
<b>1.2.2. Objetivos específicos</b> .....	14
<b>1.2.3. Justificativa</b> .....	14
<b>1.2.4. Metodologia</b> .....	15
<b>1.2.5. Estrutura do trabalho</b> .....	16
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	18
<b>2.1 Ergonomia</b> .....	18
<b>2.2 Antropometria</b> .....	21
<b>2.3 Posturas em pé e sentada</b> .....	25
<b>2.4 Recomendações ergonômicas para a postura sentada</b> .....	29
<b>2.5 Ergonomia do mobiliário em sala de aula.</b> .....	33
<b>3. ESTUDO DE CASO</b> .....	37
<b>3.1 Etapas da pesquisa</b> .....	37
<b>3.2 Análise dos resultados</b> .....	46
<b>3.3 Considerações sobre os resultados:</b> .....	64
<b>4. CONCLUSÕES:</b> .....	66
<b>REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO:</b> .....	68

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Contextualização**

As condições de trabalho de um ambiente são fatores importantes a serem estudados e ajustados adequadamente para confortar o homem na realização de suas atividades.

Na sala de aula, assim como em um local de trabalho, existem atividades de produção que buscam um objetivo comum, a aprendizagem.

Segundo Moro (2005) um elemento essencial para a atividade em sala de aula é o mobiliário escolar, no caso as carteiras escolares. Muitas das horas aproveitadas pelos alunos são enquanto estão sentados nessas carteiras. A sala de aula então pode ser considerada o posto de trabalho do aluno.

Ademais, carteiras escolares estão presentes em muitas universidades. Em parte delas pode constituir uma parcela relevante nos custos dos materiais da unidade de ensino.

De acordo com Soares (1998), o homem mantém uma parte do tempo de sua vida adotando a postura sentada dentro das salas de aula. Em geral a grande maioria do mobiliário escolar é desconfortável. Esses incômodos são incompatíveis com o desenvolvimento das atividades estudantis e ainda são causas de doenças diversas. Diante desse contexto, os aspectos ergonômicos das carteiras passaram a ser assunto de estudo e recomendações.

Segundo Moro (2005), dentro do contexto do ambiente estudantil a carteira escolar é o aspecto mais importante a ser analisado, porque influi circunstancialmente no desempenho, segurança e conforto do aluno, moldando seu comportamento. A carteira deve ser instrumento facilitador do processo educacional.

Para que haja uma avaliação da carteira é importante primeiramente uma avaliação das medidas corporais dos próprios estudantes. As medidas antropométricas norteiam a definição dos requisitos, criando padrões adequados a cada grupo de usuários. As medidas podem variar de acordo com a região

estudada e conseqüentemente justificar uma mudança de critérios para diferentes áreas.

Segundo Lida (2005), as medidas antropométricas variam de acordo com a etnia e nacionalidade, então seria equívoco afirmar que as medidas antropométricas da população brasileira seriam semelhantes à de outros países.

É cada vez mais necessária uma atuação ergonômica nessa área, através da criação de normas e leis que regulamentem sua fabricação, aquisição e manutenção. Existem algumas instituições importantes nesse processo, a UNESCO está entre as mais representativas, cujo documento realizado para desenvolvimento de mobiliário escolar, teve forte influência na elaboração da norma ISO, que serviu de base para a norma ABNT 14006. Essa norma passou a ser um instrumento valorizado para a implantação de programas de qualidade do mobiliário escolar.

No contexto brasileiro existe uma carência tanto em normas que regulamentem esse tipo de mobiliário como em pesquisas antropométricas que ajudem na definição de critérios e na padronização das carteiras. Por isso é necessário que haja mais investimento em pesquisas ergonômicas específicas nessa área para evitar que ocorram problemas de saúde aos estudantes e para que os gastos com esse mobiliário sejam efetivos.

Assim, com base no exposto, o presente trabalho busca responder a seguinte pergunta: As carteiras escolares utilizadas no curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará estão de acordo com as medidas antropométricas dos alunos, com a norma e com as recomendações da literatura específica?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo geral realizar uma avaliação ergonômica das carteiras escolares.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar antropometricamente os alunos da Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará (UFC).
- Identificar técnicas e ferramentas necessárias para a avaliação ergonômica das carteiras escolares.
- Definir um conjunto de recomendações para o mobiliário escolar da Universidade Federal do Ceará.

### **1.2.3. Justificativa**

As unidades estudantis contam com carteiras escolares como um elemento relevante para o processo de aprendizagem. No ano de 2010, de acordo com o Ministério da Educação (MEC) foram adquiridos mais de 800 mil conjuntos de móveis em todo o país, em um investimento de R\$ 122,1 milhões.

No ano de 2009, o Ministério da Educação (MEC) comprou e distribuiu 1 milhão de cadeiras e mesas escolares às redes municipais de ensino fundamental.

Se tratando de ferramenta de tamanha importância é necessário que sejam elaborados estudos que permitam idealizar um modelo adequado e criticar aqueles que estejam fora dos padrões aceitáveis.

São poucas as informações e pesquisas que indicam possíveis medidas que possam ser adotadas para o aperfeiçoamento do mobiliário.

A principal norma que trata sobre este assunto é a Norma Regulamentadora Brasileira, NBR 14006.

A carência de estudos que buscam relacionar os aspectos ergonômicos com as características dos usuários, exige que esses dois temas sejam contemplados com maior profundidade. Resolver os problemas existentes com a mobília escolar é acima de tudo uma questão de preparar os alunos dos dias de hoje para um futuro menos propício a problemas de saúde devido a postura.

A pequena abordagem e o grande impacto causado pelo uso desse material escolar, aumenta a relevância para a realização de trabalhos que tratem desse tema e possam conscientizar as unidades estudantis na aquisição e manutenção das carteiras escolares.

#### **1.2.4. Metodologia**

De acordo com Rodrigues (2007), a metodologia do trabalho quanto a sua natureza, pode ser considerada como uma pesquisa aplicada, pois se trata de um estudo que pretende gerar conhecimento que possa ser aplicado de forma prática, gerando resultados concretos.

Em relação a abordagem, o presente trabalho foi formulado aplicando-se medidas qualitativas e quantitativas. Quanto ao aspecto qualitativo, destacado por Marconi e Lakatos (1991) como a interpretação de fenômenos e a atribuição de significados, sem ter necessidade do uso de ferramentas estatísticas, o trabalho realizou coleta de dados com base em questionários realizados em campo.

Um dos questionários envolve 10 perguntas, em que o resultado indica a qualidade da carteira escolar de acordo com a percepção dos alunos.

O outro questionário é uma ferramenta denominada Diagrama de Áreas Dolorosas, de Corlett e Manenica. Se trata de uma imagem representativa do corpo humano dividido em segmentos. Os alunos responderão qual das partes eles sentem dores numa escala variando de zero a sete, onde sete é o estado mais crítico de dor.



Quanto a parte quantitativa, foram utilizadas medidas antropométricas residuais, conseguidas através de uma disciplina de ergonomia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Esses dados formaram um conjunto de medidas retiradas em sala de aula, por meio de atividade exercida pelos próprios alunos, e datam de 2011 a 2015. Ademais foram tiradas fotografias das carteiras e coletadas medidas das suas dimensões. Posteriormente houve uma comparação dos dados encontrados com a norma e a literatura.

De acordo com os objetivos do estudo, se trata de uma pesquisa descritiva. Esse tipo de pesquisa, de acordo com Cervo e Bervian (1996), se trata de um estudo que visa trabalhar com aspectos sociais, políticos e econômicos, envolvendo circunstâncias comportamentais dos seres humanos. No presente trabalho será abordado aspectos de postura dos estudantes, medidas das carteiras e condições ergonômicas que têm relação direta com a saúde e desempenho dos usuários.

Se tratando dos procedimentos técnicos, o trabalho é uma pesquisa bibliográfica, que segundo Tafner, Silva e Weiduschat (2005) uma pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos periódicos e material disponibilizado na internet". Também foi realizado um estudo de caso com os alunos da Engenharia de Produção da UFC que objetivou analisar as adequações e inadequações ergonômicas das carteiras.

#### **1.2.5. Estrutura do trabalho**

Esse trabalho será dividido em quatro capítulos. O primeiro será a introdução, onde haverá um tópico contextualizando a situação problema abordada no trabalho. Também irá tratar dos objetivos gerais e específicos, assim como da justificativa e metodologia utilizada na sua execução.

O capítulo dois será a revisão bibliográfica. Nessa parte serão pesquisados autores que abordam sobre os temas tratados no decorrer do trabalho e que irão fundamentar o estudo de caso.

O terceiro capítulo irá explicar o estudo de caso. Abordando as etapas que serão seguidas, o que elas representam, como serão executadas e quais os resultados esperados, assim como considerações do autor.

Para finalizar, o quarto capítulo tratará das conclusões, seguido de recomendações para trabalho futuros e referencial teórico.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A natureza do homem está voltada a realização de ações para alcançar objetivos. Essas ações, ou atividades, muitas vezes necessitam de meios que possibilitem sua execução. Diante desse contexto surge a necessidade de adaptação entre o homem e o sistema que o cerca e conseqüentemente a ergonomia passa a ganhar algum destaque.

### **2.1 Ergonomia**

De acordo com Dul e Weerdmeester (2004), a ergonomia estuda as relações do homem com o sistema que o cerca, usando princípios, teorias, métodos e ferramentas quem buscam um ganho de eficiência global nessas interações, sem negligenciar o bem-estar humano.

Para Couto (1995), a ergonomia surgiu de forma mais presente ao fim da Segunda Guerra Mundial em 1948. Com o início da Guerra Fria e a corrida espacial, os norte-americanos projetaram uma cápsula espacial que deveria evitar ou minimizar as condições adversas (desconfortantes) que os astronautas passariam. A partir desse marco ganhou destaque a relação conforto-productividade.

Dul e Weerdmeester (2004) afirmam que o estudo da ergonomia deve ser considerado na solução de problemas que envolvam a saúde, segurança e conforto humano.

Portanto a ergonomia está ligada intimamente com as condições físicas e mentais do homem.

Vale ser destacado o sentido do estudo ergonômico, sempre partindo da adaptação do meio para as condições do homem.

A ergonomia inicia-se com o estudo das características do trabalhador para, depois, projetar o trabalho que ele consegue executar, preservando sua saúde. Assim, a ergonomia parte do conhecimento do homem para fazer o projeto do trabalho, ajustando-o as suas capacidades e limitações. (IIDA, 2005, p.2).

Phesant (1997) confirma essa ideia e indica que se tratando de projeto, a ergonomia é um princípio que centraliza o usuário. Objeto, sistema e ambiente, quando projetados, devem ser executados de forma a atender as necessidades do ser humano, entre suas características físicas e mentais. De forma geral, o projeto deve buscar a melhor integração possível entre seu produto e seu usuário final.

Desse contexto, se pode afirmar que a ergonomia tem uma amplitude grande de atuação. De certa forma, todas as atividades, produtos e projetos devem levar em consideração os aspectos ergonômicos.

Essa característica abrangente da ergonomia resultou em divisões que estudam tópicos restritos do assunto.

Segundo Lida (2005), as especializações da ergonomia são:

- Ergonomia física: trata das características físicas humanas. Lida com medidas do corpo humano, aspectos fisiológicos e biomecânicos que estão relacionados com as atividades físicas. Por exemplo: estudos das distâncias de alcance de um posto de trabalho no manuseio das ferramentas necessárias para a atividade.
- Ergonomia cognitiva: trata dos processos envolvendo a mente humana e suas variáveis, como concentração, estresse, resposta motora. Por exemplo: a qualidade na tomada de decisão, dada certas condições ambientais de trabalho.
- Ergonomia organizacional: envolve a interação do homem com as estruturas organizacionais, incluindo políticas e processos adotados. Por exemplo: entender de que modo a cultura presente na organização afeta os trabalhadores.

A relação da ergonomia com o posto de trabalho, as ferramentas utilizadas para a execução das atividades e o próprio trabalhador, também deve levar em consideração as posturas adotadas durante as atividades.

Como afirmam Dul e Weerdmeester (2004), quando uma pessoa adota uma postura ou realiza algum tipo de movimento é necessário a ação de músculos, ligamentos e articulações. Caso esses movimentos e posturas sejam executados de forma inadequada, podem produzir tensões que levarão a dores em diversas partes do corpo, como pescoço, costas, ombros e punhos.

O local de trabalho é uma das principais fontes de análise para verificar a adequação da estrutura aos requisitos ergonômicos. Por local de trabalho, deve-se entender como um espaço delimitado para a realização de uma tarefa.

Como afirmam Abrahão et al (2009), tarefa é todo aquele conjunto de prescrições que seguem normas, padrões, equipamentos e ferramentas específicas para sua execução.

Com efeito, Lida (2005) indica que o desenvolvimento dos postos de trabalho deve reduzir as exigências do trabalhador, permitindo que este assuma posturas adequadas e que todo o material necessário para a operação desejada – como ferramentas e informações – estejam facilmente dispostos. Objetos devem estar dentro da sua área de alcance e as informações devem ser de fácil percepção. Em resumo, o posto de trabalho deve acomodar, “vestir” o trabalhador para a perfeita execução das tarefas.

Ainda segundo o autor Lida (2005), um posto de trabalho que não esteja corretamente ajustado tem relação com problemas encontrados e relatados pelos operadores.

Muitos desses problemas têm uma relação entre as medidas do ser humano com as do meio que o cerca, fato este que torna importante o estudo da antropometria, surgida a partir da antropologia.

Voltada a estudar entre outros aspectos, o homem e sua natureza física, suas origens, evolução e estrutura anatômica, a antropometria surgiu como uma

vertente da antropologia física, que tratou de levantar dados para avaliação dos segmentos corporais. (SANTOS, 1997)

## 2.2 Antropometria

Antropometria é uma ciência que trata das medidas do corpo humano, analisando suas diferenças individuais e de grupo. (PANERO, ZELNIK, 2002).

O posto de trabalho tem que estar adequado as características anatômicas do homem. Estrutura adequada a essas condições proporcionam uma melhor execução das atividades e evitam problemas de saúde. Nesse contexto, aplica-se a antropometria.

A antropometria trata das medidas físicas do corpo humano. Aparentemente, medir as pessoas seria uma tarefa fácil, bastando para isso uma régua, trena e balança. Entretanto, isso não é tão simples assim, quando se pretende obter medidas representativas e confiáveis de uma população, que é composto de indivíduos dos mais variados tipos e dimensões. Além disso, as condições em que essas medidas são realizadas (com roupa ou sem roupa, com ou sem calçado, ereto ou na postura relaxada) influem consideravelmente nos resultados. (IIDA, 2005, p. 97).

Panero e Zelnik (2002) afirmam que coletar dados antropométricos não é uma atividade fácil. Estão envolvidos custos elevados, demanda tempo e observadores competentes, principalmente se o processo envolver grandes escalas, como amostras nacionais.

Ademais, é importante que sejam consideradas as diferenças entre as medidas dos corpos humanos. Muitas variáveis devem ser consideradas e o conjunto de dados deve ser bem definido para que a avaliação seja satisfatória.

Moraes (1996) faz uma ressalva ao indicar que o trato com os dados antropométricos deve ser feito de maneira cuidadosa, pois quando mal coletados

e aplicados passam a agir de forma anti-ergonômica, principalmente pelo fato das diferenças entre os indivíduos, mesmo que estejam em uma mesma faixa etária.

Segundo Panero e Zelnik (2002, p.37), “[...] devido as muitas variáveis existentes, é essencial que os dados selecionados sejam adequados ao usuário do espaço ou mobiliário a ser projetado”.

Uma grande variedade de dados antropométricos pode ser utilizada na elaboração do posto de trabalho. O projeto industrial deve considerar mobílias, ferramentas e produtos de forma geral. (SANTOS, 1997).

No projeto de postos de trabalho, assim como máquinas e móveis, não pode ser negligenciado o trato com as diferenças antropométricas individuais entre os usuários. Uma cadeira pode ter o tamanho propício para um tipo de usuário médio e ser inadequada para outros que estejam na margem – mais altos ou mais baixos. (DUL, WEERDMEESTER, 2004).

“A antropometria não é um exercício simples. Existem diversas dificuldades e fatores complicadores, entre eles a variação da dimensão corporal em relação ao sexo, idade, raça e até mesmo grupo ocupacional.” (PANERO, ZELNIK, 2002, p.23).

Portanto, existem dificuldades intrínsecas ao trabalho de medição antropométrica devido principalmente a diversidade das características humanas. Todos possuem condições diferentes que devem ser atendidas na execução de suas funções e o projetista deve considerar essas variações.

De acordo com Lida (2005), durante a vida de uma pessoa existem as suas próprias variações, chamadas intra-individuais. O ser humano sofre diversas mudanças durante a vida e altera continuamente seu tamanho, proporções, formas e peso.

Ainda segundo Lida (2005, p. 109) “[...] A execução dessas medições compreende as etapas de definição de objetivos, definição das medidas, escolha dos métodos de medidas, seleção da amostra, as medições e as análises estatísticas”.

Para a realização dessas medidas antropométricas é importante saber as posições do corpo humano que definirão os critérios de medição. Ademais, ressalta-se que a postura adotada acaba por dividir o estudo dessa área em antropometria estática e dinâmica.

“Na antropometria estática, as medidas são realizadas com o corpo parado ou em poucos movimentos. Essas medidas de antropometria estática da população já são realizadas há muito tempo, principalmente pelas forças armadas.” (IIDA, 2005, p.116).

Enquanto a antropometria dinâmica avalia as medidas do alcance dos movimentos corporais.

Se um produto ou posto de trabalho for dimensionado com dados de antropometria estática, será necessário, posteriormente, promover alguns ajustes para acomodar os principais movimentos corporais. Ou, quando esses movimentos corporais já estão previamente definidos, pode-se usar os dados da antropometria dinâmica, fazendo com que o projeto se aproxime mais das suas condições reais de operação. (IIDA, 2005, p. 123).

As variações de medidas entre as pessoas levam os ergonomistas a projetarem pensando em medidas estatísticas que representem a média, como também os percentuais mais altos ou mais baixos das medidas.

As variações significativas levam os designers a considerarem medidas estatísticas que representem um grupo populacional, levando em consideração as médias, que comumente não são usadas, e as medidas que representam os extremos. A elaboração de um projeto visa selecionar um segmento central, visto que não é possível produzir de acordo com as especificações de uma população como um todo. Portanto, ultimamente costuma-se trabalhar com uma porção que atinja 90% do grupo populacional em questão. (PANERO e ZELNIK, 2002).

Rio (2001) mostra que quando se utiliza o Homem médio, as pessoas com percentil 5% e 95% são extremamente prejudicadas, pois não se adaptam ao mobiliário ou máquina em questão. Um percentil é uma medida da posição relativa de uma unidade observacional em relação a todas as outras.



Reforçando o pensamento, para Panero e Zelnik (2002, p.37), “[...] um erro muito sério na aplicação de dados é pressupor que uma dimensão de percentil represente as medidas de um “homem médio” e criar um projeto para acomodar os dados desse percentil. ”

Um percentil estatístico significa para Rio (2001, p. 18). “[...] é o índice que divide uma distribuição de frequência em 100 partes iguais, sendo que o percentil 5% representa o percentual menor, o 50% representa a mediana e o percentil 95% representa o percentual maior”.

Ainda segundo os autores Panero e Zelnik (2002), não deve ser considerado a existência de um “homem médio”. A natureza do projeto, e o problema que se pretende resolver, deve acomodar um percentil de 5 ou 95, que possa atender a maior parte da população.

A grande variabilidade das medidas corporais entre os indivíduos apresenta um desafio para o designer de equipamentos e postos de trabalho. Não se pode aceitar, como regra, o projeto de uma estação de trabalho para atender o fantasma da “pessoa média”. Geralmente, é preciso considerar as pessoas mais altas (por exemplo, para determinar o espaço necessário para acomodar as pernas sob a mesa) ou as pessoas mais baixas (por exemplo, para ter certeza que elas alcançarão uma dada altura). Se a altura das portas fosse dimensionada para uma pessoa com altura média, muitas pessoas teriam marcas roxas na cabeça porque bateriam no marco ao tentar passar por elas. (KROEMER, GRANDJEAN, 2005, p. 35).

O estudo das medidas do ser humano é de suma importância para analisar aspectos ergonômicos. Entretanto o ser humano pode apresentar diversas posturas durante suas atividades, as mais importantes para o trabalho são as posturas sentadas e em pé.

### 2.3 Posturas em pé e sentada

Kroemer et al. (2003) afirmam que o estado de movimento é da natureza do ser humano. Portanto a manutenção de qualquer postura por um período de tempo prolongado pode levar ao cansaço, fadiga e desconforto.

Antropologicamente, os assentos eram usados apenas como símbolo de poder e status, o chefe era o único com o direito de sentar-se de forma que ficasse mais alto que os outros, resultando inclusive nos antigos tronos. Só depois de alguns séculos passou a vigorar a ideia de que os trabalhos realizados sentados apresentam maior rendimento e bem-estar, causando uma menor fadiga do trabalhador. (KROEMER, GRANDJEAN, 2005).

A análise da postura é essencial para que o trabalhador exerça suas atividades de forma adequada sem ficar exposto a situações de stress físico ou mental.

Postura é o posicionamento das partes do corpo. A importância do estudo da postura está relacionada com a saúde humana, podendo evitar dores e trabalhos em situação de desconforto. (IIDA, 2005).

A postura do corpo é definida como o arranjo relativo das partes do corpo. A boa postura, para proteger as estruturas do corpo das lesões, está ligada ao estado de equilíbrio muscular e esquelético. (KENDALL. et al, 2007).

Para efeito de avaliação de adequação, é necessário o estudo e registro da postura.

Na prática, durante uma jornada de trabalho, um trabalhador pode assumir centenas de posturas diferentes. Em cada tipo de postura, um diferente conjunto da musculatura é acionado. Muitas vezes, no comando de uma máquina, por exemplo, podem haver mudanças rápidas de uma postura para outra. Uma simples observação visual não é suficiente para se analisar essas posturas detalhadamente, sendo necessário empregar técnicas especiais de registro e análise dessas posturas. (IIDA, 2005, p.169).

A posição ideal para a realização das atividades depende do próprio tipo de atividade. Existem situações onde a posição sentada é melhor e outras em que a posição em pé favorece a execução.

O cargo ocupado e as suas características, determinam qual a posição ou postura básica deve ser adotada: sentada, em pé ou até mesmo uma combinação das duas posições. As posições ideais para um porteiro de prédio (em geral sentada) são diferentes das posições adotadas por um carteiro (posição em pé). (DUL, WEERDMEESTER, 2004).

Essa ideia é ratificada por Chaffin, Andersson e Martin (2006), quando afirmam que na posição sentada o indivíduo não pode ater-se apenas ao formato da cadeira, também deve ser analisada a tarefa a ser desenvolvida, como os hábitos pessoais de postura.

A postura em pé pode ser ideal para atividades que exijam uma maior mobilidade corporal, pois as pernas e braços livres permitem maior alcance. Ademais, a postura em pé permite que grandes distâncias possam ser percorridas. A posição parada e de pé é altamente fadigante, devido a exigência da musculatura para manter-se em trabalho estático. Apesar de considerado “estático” o corpo fica oscilando e frequentemente se reposicionando, ocasionando, inclusive, a imprecisão dos movimentos. É ideal que o corpo possua algum ponto de referência e apoios na manutenção de posturas. (IIDA, 2005).

As posturas mais confortáveis também são aquelas que não impõem um esforço constante de luta contra a gravidade. A extensão dos braços sem apoio, obriga grupos musculares a permanecerem sob tensão, exigindo um esforço estático que é caracterizado por um estado de contração prolongada da musculatura. Abrahão et al (2009, p. 95).

Normalmente em ambientes de trabalho que não exijam muito esforço físico e sim uma maior capacidade de concentração ou movimentos mais precisos, é ideal que se adote uma postura sentada.

A postura sentada é encontrada em diversos ambientes de trabalho, incluindo escritórios e fábricas. Em geral a posição sentada apresenta vantagens sobre a posição em pé, pois o corpo tem mais apoio nas superfícies. Entretanto, atividades que exijam maiores esforços, dependendo de um trabalho muscular mais vigoroso, são preferencialmente realizadas em pé. (DUL, WEERDMEESTER, 2004).

Na comparação da posição em pé com a posição sentada, esta possui algumas vantagens: as pernas têm mobilidade para realizar algum tipo de atividade produtiva, além do assento proporcionar um ponto de referência relativamente fixo. A postura sentada com o corpo ligeiramente inclinado para frente é mais natural e menos fadigante do que se adotada uma posição ereta (IIDA, 2005).

Kroemer e Grandjean (2005) ressaltam as vantagens e desvantagens da postura sentada. Entre as vantagens destaca-se a redução do peso das pernas, a estabilidade da parte superior do corpo, uma redução no consumo de energia e uma demanda menor sobre o sistema circulatório.

Entretanto, os mesmos autores destacam também as desvantagens e afirmam que quando se adota a postura sentada por um longo período de tempo, o ser humano está propenso a ter uma flacidez dos músculos abdominais e uma curvatura da coluna vertebral, causando uma condição desfavorável para os órgãos da digestão e respiração. As principais desvantagens estão apresentadas no quadro 1.

*Quadro 1: Principais causas do desconforto da postura sentada.*

Principais causas do desconforto da postura sentada	Passar muito tempo com a postura sentada
	Não variar tarefas e posturas
	Postura inadequadas
	Mobiliário fora dos padrões
	Divergência das medidas antropométricas com o mobiliário
	Não ter pausas para descanso
	Hábitos de postura

*Fonte: Autor*

Portanto, de forma geral atividades realizadas em posição sentada são preferenciais àquelas realizadas em posição em pé, em relação a possibilidade de lesão ao corpo. Como exemplo podemos citar as atividades em sala de aula. Essas atividades exigem alto nível de concentração e quase nenhum esforço físico. Apesar das vantagens da própria posição, os mobiliários usados para a execução das atividades em posição sentada devem ser adequadamente projetados, pois as condições desses mobiliários podem comprometer a saúde e a eficiência do trabalho.

Segundo Chaffin, Andersson e Martin (2006), apesar das vantagens, os postos onde se exercem atividades sentadas devem ser ajustáveis. Atividades que merecem atenção envolvem não apenas uma boa cadeira, como também altura de superfície adequada, fatores de iluminação e estética, evitando o risco da fadiga muscular e a degeneração discal, comum quando se adota esse tipo de postura.

Em síntese, caso esses requisitos não sejam atendidos, o ser humano está mais propenso a situações de stress e desconforto durante a atividade.

De acordo com Panero e Zelnik (2002), argumenta-se ainda que enquanto sentado, o corpo assume diversas outras posições. Essas variações são

consideradas tentativas de utilizar o corpo como um sistema de alavanca, buscando equilibrar o peso da cabeça e do tronco.

Existem fatores que interferem na postura sentada, quando se trata da cadeira a ser utilizada. Esses fatores envolvem desde a inclinação do assento e encostos, como também se há ou não presença de outros tipos de apoio. (CHAFFIN, ANDERSSON, MARTIN, 2006).

Com efeito, Kendall et al (2007) confirmam que a altura e a profundidade do assento, o apoio lombar, a altura dos braços da cadeira e a iluminação podem interferir na postura sentada.

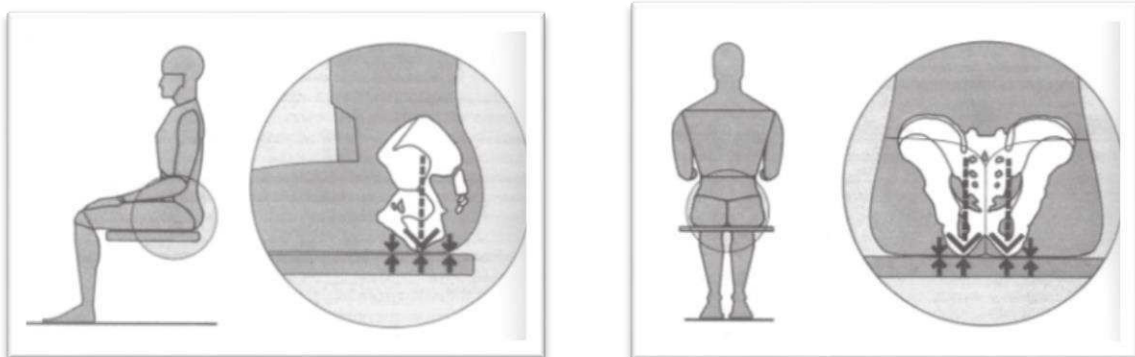
#### **2.4 Recomendações ergonômicas para a postura sentada.**

Segundo Panero e Zelnik (2002, p. 57), quando sentado, o indivíduo tem cerca de 75% de seu peso apoiado em aproximadamente 26 cm<sup>2</sup> de estrutura óssea. O resultado é que uma grande quantidade de peso é apoiada sobre uma pequena área, levando a uma sobrecarga na parte inferior das nádegas.

De acordo, com Kroemer e Grandjean (2005), o problema prioritário é o posicionamento e as cargas sobre a coluna vertebral e os músculos das costas, que nas variações das posturas sentadas são muitas vezes sobrecarregados. A dor nas costas de 80% dos adultos tem como causa mais comum o problema no disco intervertebral.

A figura 1 mostra as pressões exercidas pelo mobiliário nas tuberosidades dos ísquios.

*Figura 1: Vista em corte e posterior de um indivíduo sentado indicando as tuberosidades dos ísquios.*



*Fonte: Panero e Zelnik, 2002*

Quando fora dos padrões ideais, mobiliários de postura sentada também podem ocasionar problemas nos discos intervertebrais.

O disco vertebral é um tipo de almofada que separa duas vértebras. Coletivamente, os discos dão flexibilidade à coluna. Com o uso e a idade a deterioração desses discos acontece de forma natural, porém quando se adotam posturas inadequadas, aumenta a aceleração de desgaste, podendo resultar em problemas como lombalgia e em casos mais severos, paralisia das pernas. (KROEMER, GRANDJEAN, 2005).

É destacado que quando adotada a postura sentada há um esforço muito grande no disco vertebral. Paralelamente os problemas dessa postura vão além da deterioração desses discos.

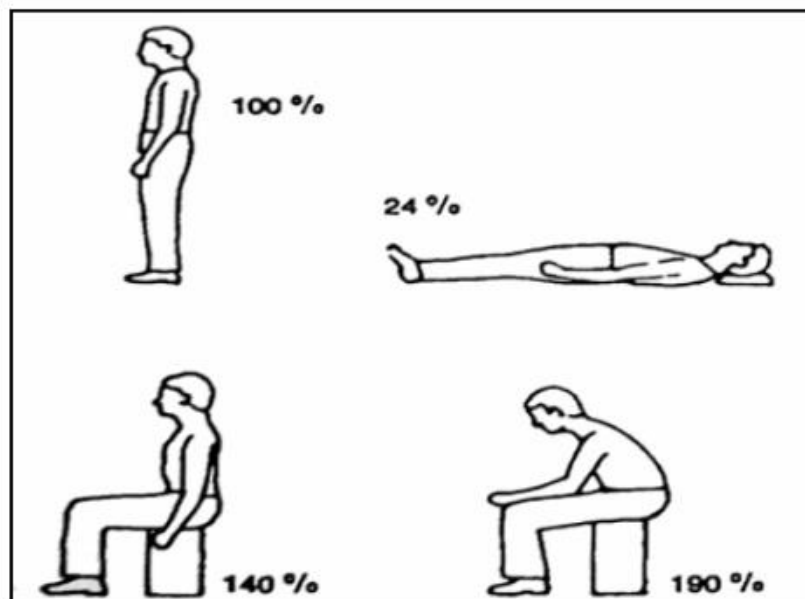
De acordo com Muniz, Moro e Ávila (1999), a região dorsal e abdominal também é bastante exigida quando se adota a postura sentada. Isso ocorre porque os músculos dessas regiões tentam manter a postura do tronco equilibrada. Essa exigência pode resultar em posturas inadequadas e conseqüentemente o surgimento de problemas posturais, digestivos e respiratórios.

Ainda segundo Corlett e Manenica (1980), adotar a postura sentada por um período demasiadamente longo acarreta fadiga na região do pescoço e

cabeça. Os autores ainda acrescentam que essas dores poderiam ser evitadas com pausas regulares durante a atividade.

Quanto aos discos intervertebrais, a figura 2 apresenta o quanto cada posição pressiona essa região.

*Figura 2: Efeito de posturas sobre a pressão dos discos intervertebrais.*



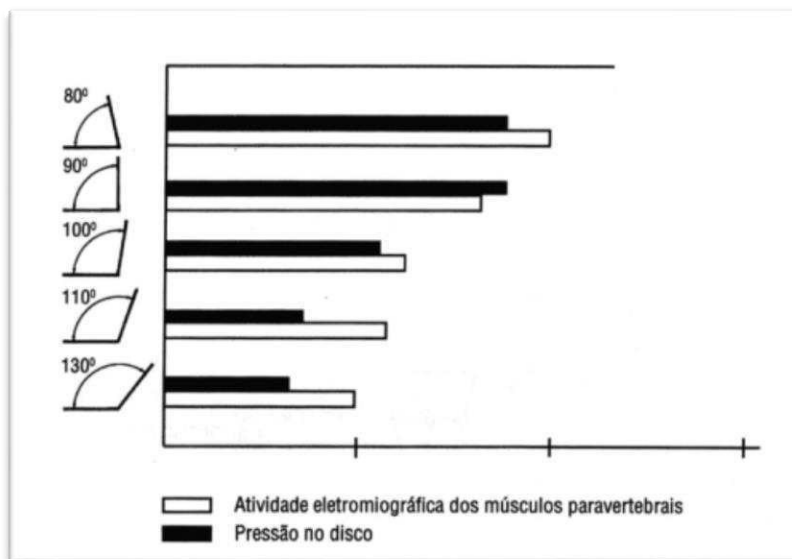
*Fonte: KROEMER, GRANDJEAN, 2005.*

No ramo da ortopedia, acredita-se que a postura ereta induz um menor desgaste para os discos intervertebrais. Para isso, estudiosos acabaram por recomendar assentos mais altos e mesas com inclinações maiores, fazendo com que seja mais fácil manter uma postura ereta durante a atividade. (KROEMER, GRANDJEAN, 2005).

Portanto a existência de um apoio inclinado no assento transfere porção significativa do peso da parte de cima do corpo para o próprio assento, reduzindo o esforço sobre os discos intervertebrais, como mostra a figura 3.



*Figura 3: Efeito do ângulo do assento na pressão sobre o disco e na atividade elétrica dos músculos das costas registradas na oitava vértebra torácica.*



*Fonte: KROEMER, GRANDJEAN, 2005.*

Ainda segundo os Kroemer e Grandjean (2005) um apoio alto para as costas, configurado de tal forma que siga o contorno das costas do ser humano, é recomendável tanto sob o ponto de vista médico quanto ergonômico.

Já para Panero e Zelnik (2002), o tipo de uso dado a cadeira remete a altura total do encosto, considerando também a distância entre o assento e o suporte lombar.

No estudo das posturas sentadas é dada uma atenção especial nos assentos e encostos para o conforto e saúde do usuário, porém existem muitos outros requisitos que devem ser considerados no projeto do mobiliário.

Conforme afirmam Dul e Weerdmeester (2004), uma cadeira adequada não é suficiente para garantir que a postura esteja correta. As linhas de visualização, a posição dos olhos, a posição das mãos e outros critérios têm direta relação com a as posições da cabeça, tronco e braços. Algumas tarefas precisam de um acompanhamento visual dos movimentos executados manualmente, então a melhor altura da superfície de trabalho deve considerar tanto o movimento e alcance dos braços como a distância e o ângulo de

acompanhamento com os olhos. Também é importante considerar o alcance dos braços e as manipulações de materiais e ferramentas.

Outra medida importante é a distância entre o assento e a mesa, conforme afirma Kroemer e Grandjean (2005), mesas não ajustáveis fundamentam suas dimensões de acordo com a média, dessa forma pessoas muito baixas terão dificuldades e precisarão de apoio para os pés, enquanto pessoas muito altas precisarão se curvar para executar a atividade, ficando sujeita a dores nas costas e no pescoço.

O dimensionamento do espaço disponível de movimentação não pode ser minimamente desconsiderado, pois um posto de trabalho apertado pode causar stress, reduzir a velocidade e aumentar os erros. (IIDA, 2005).

As informações apresentadas indicam alguns aspectos que podem ser levados em consideração no estudo de atividades na posição sentada e do mobiliário disponível para isso. A seguir será discutido a ergonomia das carteiras usadas em sala de aula.

## **2.5 Ergonomia do mobiliário em sala de aula.**

Atividades que exijam concentração, com necessidade de um maior nível de esforço mental, como nas salas de aula, também precisam de um ambiente que tornem essa atividade eficaz e livre de problemas físicos.

Murphy, Buckle e Stubbs (2004) discorrem sobre os desconfortos de estudantes durante as aulas. Entre os fatores causadores desses problemas, os autores citam a estrutura da sala e o projeto de mobiliários escolares, condições que podem causar futuros problemas de saúde nos jovens trabalhadores.

Juntamente com outros fatores físicos presentes em sala de aula, o mobiliário escolar tem influência considerável no desempenho, segurança, conforto e comportamento dos alunos. Além de manter o vínculo com a absorção de conhecimento, a função das atividades em sala e o mobiliário usado determinam a postura dos usuários e definem os esforços, dispêndios e constrangimentos deles. (MORO, 2005).

Conforme alertam Muniz, Moro e Ávila (1999), a presença de um mobiliário fora dos padrões para as atividades, levando os alunos a uma postura corporal desconfortável pode estar relacionado de maneira direta a hiperatividade, falta de interesse e rendimento escolar insatisfatório.

Paralelamente, Silva (1994) é incisivo em relatar sobre a importância de movimentação dos alunos. Para evitar incômodos corporais causados pela postura sentada durante os períodos de aula, o ideal seria que o aluno tivesse liberdade para poder se movimentar dentro da sala de aula. Fato este que não é permitido pelos professores.

A ideia é reforçada por Kramer (1985), que confirma a importância da mudança de posturas para poder manter a hidratação do disco intervertebral. Novamente é enfatizado a possibilidade de movimentação durante as atividades estudantis como um meio de evitar a deterioração dos discos.

Se percebe que apesar de alguns autores citarem a liberdade de movimento como uma possível forma de evitar constrangimentos físicos na postura dos alunos, outros critérios também devem ser levados em consideração, como a própria configuração do espaço físico da sala de aula. Muitas vezes é inviável que seja dada essa liberdade de movimentação aos alunos, devido aos espaços serem reduzidos e até mesmo por questões de organização.

Um estudo de Murphy, Buckle e Stubbs (2004), realizado com 679 jovens com idade de 11 a 14 anos, foi constatado a presença de dores no pescoço, diretamente associadas as alturas das cadeiras, e dores lombares, relacionadas com a torções no tronco durante a realização de atividades, com a baixa altura da cadeira e com o dimensionamento impróprio do encosto.

De acordo com Gouvali e Boudolos (2006), uma tentativa de melhorar o design das carteiras escolares seria o estudo antropométrico nacional, visando projetar as medidas do mobiliário para atender as reais características dos usuários.

Alguns atributos devem ser examinados para avaliar a adequação da carteira escolar. Os atributos devem ir além de critérios financeiros e

econômicos. Devem ser considerados aspectos que levam em consideração a ergonomia, a funcionalidade e a estética, além do atendimento dos requisitos técnicos. Nessa avaliação surgem uma série de problemas que encontram soluções mediante estudos. (Mello Filho, 1998).

Ademais, Mello Filho (1998) critica a carência dos estudos e pesquisa na criação de critérios para definição do mobiliário escolar. Na avaliação desse mobiliário deve haver uma cooperação entre os usuários do mobiliário, as indústrias fabricantes e os responsáveis pelas tomadas de decisão. A eficácia dessa cooperação deve envolver o estudo ergonômico dos móveis que já existem, a dinâmica das atividades a serem realizadas, assim como a opinião dos projetistas, designers e também dos pedagogos, destacando aspectos que devem ser mantidos e aqueles que devem ser eliminados. (Mello Filho, 1998).

Com efeito, as alternativas e propostas de projeto dos mobiliários são resultados de avaliações ergonômicas. São adotadas avaliações de modelos e teste, inclusive técnicas como a de conclave, trazem a participação dos usuários na proposição de soluções. (MORAES E MONT'ALVÃO, 2000).

Segundo Moro (2005), quando o aluno apresenta por muitos momentos uma mudança constante de postura, trata-se de um indicativo de que o mobiliário apresenta características impróprias potencialmente causadores de problemas posturais graves. Ao sentar-se incorretamente o usuário está tentando compensar as incorreções do mobiliários e melhorar a distribuição de pressão pelas áreas corporais.

Em uma das pesquisas do autor, o objetivo era descobrir os problemas encontrados na interação entre o aluno e a carteira usada em sala de aula, baseando-se na literatura ergonômica e em pesquisas e avaliações sobre a área.

A pesquisa foi realizada com 93 alunos que tinham em torno de 11 anos de idade. Foi descoberto que 78% das respostas dos problemas estavam relacionados ao mobiliários escolar e 54% dos estudantes relataram desconforto na região da nuca e pescoço.

Na visão de Bergmiller (1999), alguns critérios importantes devem ser destacados na determinação da qualidade do mobiliário escolar:

- A desproporcionalidade no desenvolvimento do corpo humano. Cabeça, tronco e membros crescem de forma gradual e em diferentes proporções.
- Hábitos e influências sociais, culturais e psicológicas justificam o uso do corpo e do próprio mobiliário, assim como também deve ser considerado a regionalidade.
- O ambiente escolar, o móvel utilizado e sua relação com o melhor nível de agrupamento e realização de atividades individuais e coletivas.

Como uma maneira de regular as medidas de fabricação das carteiras escolares, existe a norma regulamentar – NBR 14006. Apesar dessa norma não ser ideal para as análises deste trabalho, pois trata da regulamentação de carteiras escolares fabricadas em compartimentos separados – cadeira e mesa – e não como um compartimento único, algumas recomendações devem ser consultadas para servir de referência na avaliação.

Ainda existe uma outra norma regulamentadora, NR 17, que trata de ergonomia. Nesse caso, são citadas apenas algumas orientações para a realização do trabalho sentado, com o uso de bancadas, mesas, escrivaninhas entre outros móveis. No caso dessa norma, são dadas condições que indicam as posturas que devem ser adotadas pelos trabalhadores e estudantes, assim como aspectos de visualização e operação baseados nos requisitos mínimos:

- Altura e características da superfície de trabalho, que devem ser compatíveis com o tipo de atividade exercida. Assim como a distância do olho para a superfície de trabalho.
- O alcance adequado da área de trabalho.
- Características dimensionais que possibilitem mudanças de posição e movimentação dos segmentos corporais.

(BRASIL, 1990).

### 3. ESTUDO DE CASO

#### 3.1 Etapas da pesquisa

**Etapa 1:** Identificar a percepção dos alunos sobre a carteira.

A primeira etapa consiste em uma pesquisa feita em sala de aula com os alunos de graduação da engenharia de produção da Universidade Federal do Ceará, campus do pici. Será entregue um questionário, onde haverá 10 perguntas, 5 delas tratando da qualidade da cadeira propriamente dita e as outras 5 perguntas serão sobre a superfície de trabalho, onde são realizadas as atividades de escrever e apoiar material. As respostas terão um caráter binário, o número 1 corresponde a uma resposta positiva (SIM) e o número 0 corresponde a uma resposta negativa (NÃO).

Espera-se obter respostas sobre a visão dos usuários do mobiliários escolar em relação a qualidade desse material. As respostas encontradas deverão sinalizar aspectos da carteira que devem ser mantidos e aqueles que devem ser modificados.

Trata-se de um modelo de questionário adaptado de (COUTO, 1995), conforme apresentado na tabela 1.

Esse modelo apresenta o seguinte formato:

*Tabela 1: Questionário de percepção da qualidade do mobiliário estudantil.*

<b>Qualidade ergonômica das cadeiras</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
1) Quando você está sentado, consegue apoiar os pés totalmente no chão?	1	0
2) Sua carteira possui apoio para os pés?	1	0
3) Você consegue ficar sentado apoiando as costas no encosto da cadeira e os pés no chão ao mesmo tempo?	1	0
4) Para você o espaço dado ao quadril é suficiente?	1	0
5) O encosto da cadeira pode ser considerado confortável?	1	0

<b>Qualidade ergonômica das mesas (superfície de trabalho)</b>		
6) Você consegue apoiar os cotovelos na mesa sem levantar os ombros?	1	0
7) Você consegue apoiar os cotovelos na mesa sem ter que se apoiar para frente?	1	0
8) Você consegue cruzar as pernas sem bater no tampo da mesa?	1	0
9) A sua mesa comporta seus materiais universitários?	1	0
10) Sua mesa e cadeira são separadas (2 compartimentos)?	1	0

*Fonte: Adaptado de COUTO, 1995*

Ao final do questionário será feita a porcentagem da quantidade de pontos obtidos e dependendo desse percentual, será possível julgar qual o nível de percepção de satisfação dos alunos em relação a carteira escolar.

O quadro 2 representa a quantidade percentual e o nível de satisfação:

*Quadro 2: Quadro representativa da percepção de qualidade dos usuários da carteira escolar.*

Pontuação obtida	Condição ergonômica
91 a 100% dos pontos	Excelente
71 a 90% dos pontos	Boa
51 a 70% dos pontos	Razoável
31 a 50% dos pontos	Ruim
Menos de 31% dos pontos	Péssima

*Fonte: COUTO, 1995.*

Para saber qual o tamanho da amostra que possa representar de maneira significativa o universo estudado, foi utilizada a fórmula estatística abaixo:

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

Onde:

$n$  = O número de elementos que representa o tamanho da amostra.

$N$  = tamanho do universo.

$Z$  = Desvio do valor médio que foi aceito para alcançar o nível de confiança desejado. Em função do nível de confiança que buscamos, usaremos um valor determinado que é dado pela forma da distribuição de Gauss. Os valores mais frequentes são:

Nível de confiança 90% ->  $Z=1,645$

Nível de confiança 95% ->  $Z=1,96$

Nível de confiança 99% ->  $Z=2,575$

$e$  = Margem de erro máximo que será admitida.

$P$  = proporção que se espera encontrar.

Essa amostra será usada tanto para a execução da etapa 1, como da etapa 2, que será explicada a seguir.

## **Etapa 2:** Realizar o Diagrama de Dores

Na etapa 2 será realizado um Diagrama de Dores ou Diagrama de áreas dolorosas.

Essa etapa objetiva saber, através de uma pesquisa realizada em campo, quais são as áreas dolorosas no corpo dos alunos que utilizam o mobiliário escolar. Optou-se por realizar uma pesquisa de campo durante as aulas, dessa

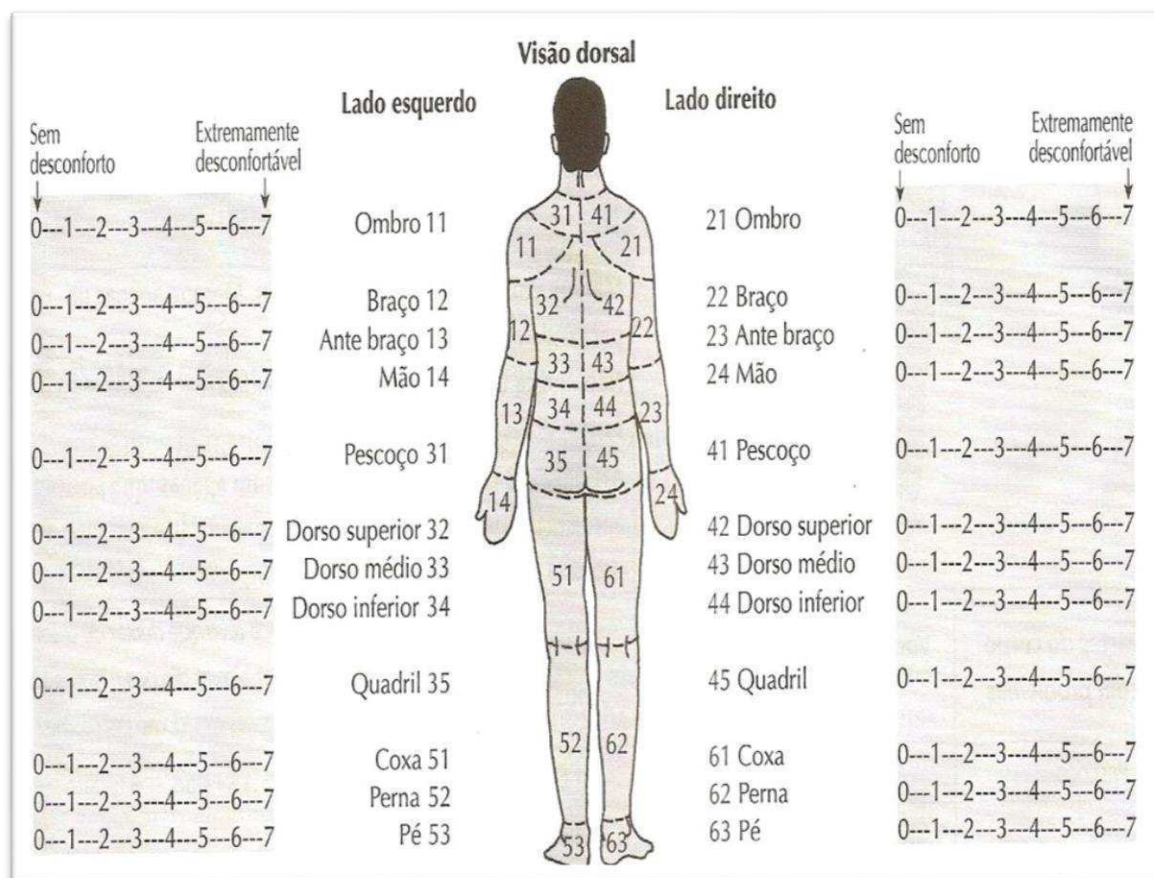


forma os alunos terão mais clareza para indicar as dores que sentem do que se essa pesquisa fosse feita a distância ou fora do horário de aula.

A pesquisa consiste em uma imagem representativa do corpo humano em visão dorsal, que o divide em 24 segmentos diferentes que irão permitir aos alunos indicar quais dos segmentos apresentam algum tipo de dor. Como critério diferenciador de intensidade, ao lado de cada segmento será apresentado uma escala de 0 a 7, onde o número 0 representa um segmento sem desconforto, enquanto o número 7 representa um segmento extremamente desconfortável, como indicado na figura 4.

A aplicação do diagrama visa obter os resultados das regiões mais afetadas pelo mobiliário escolar. O diagrama, juntamente com o questionário de qualidade das carteiras, indicará possíveis causas dos desconfortos dos usuários.

Figura 4: Diagrama de Áreas Dolorosas - Corlett e Manenica



Fonte: IIDA, 2005.

### Etapa 3: Coletar dados antropométricos.

Essa etapa trata da obtenção de dados das medidas de segmentos corporais dos usuários das carteiras escolares.

Para a realização dessas medições foram adotados alguns procedimentos importantes.

- 1) Definição dos objetivos: as medidas terão como base os princípios da ergonomia estática, pois o aluno usuário estudado, enquanto em sala de aula, encontra-se a maior parte do tempo sentado e sem executar maiores movimentos. Os dados conseguidos serão utilizados para serem comparados com os dados das carteiras escolares, a norma regulamentar

dos mobiliários escolares e aspectos ergonômicos relevantes dispostos na literatura.

- 2) Definição das medidas: as partes do corpo a serem medidas foram aquelas que de alguma forma possam ser relevantes no estudo da postura do aluno na sala de aula, tanto em posição ereta, como em posição sentada. Para essa pesquisa foi utilizado uma imagem indicando quais as medidas serão necessárias. Vale ressaltar as condições no momento da medição: a atividade foi feita em sala de aula e os alunos estavam devidamente vestidos, com exceção dos calçados, que foram retirados durante a avaliação. Essas medidas estão representadas na figura 5.

Figura 5: Ficha de coleta para levantamento estático.

MEDIDAS EM POSIÇÃO ERETA *		
	01-A	Peso **
	02-A	Estatura
	03-A	Olhos-Chão
	04-A	Acrômio-Chão
	05-A	Cotovelo-Chão
	06-A	Cotovelo-Extremo mão aberta
	07-A	Cotovelo-Punho
	08-A	Axila-Chão
	09-A	Acrômio-Extremo mão aberta
	10-A	Envergadura
	11-A	Circunferência Torácica
	12-A	Circunferência Abdominal
	13-A	Largura do Quadril
	14-A	Largura do Acrômio

MEDIDAS EM POSIÇÃO SENTADA *		
	01-B	Assento-Cabeça
	02-B	Assento-Cihos
	03-B	Assento-Acrômio
	04-B	Assento-Cotovelo
	05-B	Altura das coxas
	06-B	Sacro-Poplítea
	07-B	Sacro-Joelho
	08-B	Altura Poplítea
	09-B	Largura dos Pés
	10-B	Comprimento dos Pés
	11-B	Altura Calcânea

Fonte: Paschoarelli (2009)

- 3) Escolha dos métodos utilizados: os instrumentos utilizados foram uma balança simples com precisão de 100 gramas e uma trena simples de precisão em centímetros.
- 4) Universo estudado: os dados da pesquisa são subsidiários. São resultados de atividades realizadas em sala de aula, durante a disciplina de Ergonomia do curso.
- 5) Medições: ressalta-se que as medições foram realizadas pelos próprios alunos, que divididos em grupos realizavam as medições entre si. Não houve nenhum tipo de treinamento para a execução da atividade. Entre os resultados encontrados, aqueles que apresentarem uma distorção muito grande em relação as medidas médias serão interpretados como erros de medição por parte dos alunos e desconsiderados para efeito de estudo. Todas as medidas de comprimento estão em centímetros e as medidas de massa em quilos.
- 6) Análise estatística: para a análise estatística foi considerado uma distribuição normal dos dados. A avaliação tinha como objetivo trabalhar os resultados para obter a média, o desvio padrão, a variância e o coeficiente de variação. Ademais, foram considerados o menor e o maior valor dos dados, assim como os valores que representam os percentuais de 5%, 50% e 95% dos dados medidos.

Os resultados dessa etapa serão devidamente avaliados juntamente com as medidas do mobiliários escolar e também serão comparados com os requisitos relevantes da norma 14006, que trata das medidas do mobiliário escolar.

#### **Etapa 4:** Coletar dados da carteira.

Nessa etapa serão coletadas as medidas da carteira universitária usadas durante as aulas ministradas no centro de tecnologia da universidade federal do Ceará (UFC), mais especificamente aos alunos de engenharia de produção.

Para isso será usada uma trena com precisão em centímetros que servirá para medir dimensões pré-definidas das carteiras, apresentadas no quadro 3.

*Quadro 3: Dimensões que serão medidas nas carteiras estudantis.*

<b>MEDIDA</b>
ALTURA DA SUPERFÍCIE DA MESA
ALTURA MINIMA PARA ESPAÇO ENTRE AS PERNAS
LARGURA MÍNIMA DA SUPERFÍCIE DO TAMPO
COMPRIMENTO MÍNIMO DA SUPERFÍCIE DO TAMPO
ALTURA DA SUPERFÍCIE DO ASSENTO
PROFUNDIDADE DO ASSENTO FUNCIONAL
LARGURA MÍNIMA DA SUPERFÍCIE DO ASSENTO
LARGURA MÍNIMA DA SUPERFÍCIE DO ENCOSTO
ALTURA ATÉ A BORDA SUPERIOR DO ENCOSTO

*Fonte: Autor*

Ao final desta etapa, serão obtidos os dados da carteira. Esses dados serão usados na comparação com os dados antropométricos resultantes da etapa anterior e com os requisitos da norma, que serão destacados na etapa posterior.

#### **Etapa 5:** Comparar a norma com as medidas encontradas

Essa etapa consiste em avaliar se as medidas da carteira estão de acordo com a norma regulamentadora do mobiliário escolar NBR – 14006, com as recomendações ergonômicas e com as medidas antropométricas. É importante destacar que a norma não trata especificamente das carteiras escolares que

configuram um único conjunto, e sim de especificações individuais, avaliando cadeira e mesa separadamente. Apesar dessa restrição, inúmeros aspectos podem ser levados em consideração para o julgamento da adequação da carteira.

Os valores serão colocados em uma tabela e posteriormente julgados quanto à adequação em relação a norma.

### 3.2 Análise dos resultados

Essa parte do trabalho demonstrará os resultados encontrados nas etapas da pesquisa do estudo de caso realizado.

Para o cálculo da amostra que seria utilizada na realização da etapa 1 e etapa 2, algumas variáveis precisaram ser definidas.

No estudo realizado, o semestre analisado tinha 312 alunos em atividade no curso de engenharia de produção. Esse número foi considerado como o universo (N), visto que a pesquisa foi realizada entre esses estudantes.

Para a pesquisa foi considerado um nível de confiança de 90%, onde Z, para efeito de cálculo assume o valor indicado ( $Z = 1,645$ ).

Como o nível de confiança é 90%, então a margem de erro admitida será de 10%.

“P” é a proporção que se espera encontrar, como a pesquisa não sinaliza nenhum tipo de proporção que indique aproximações sobre o resultado esperado, então deve ser utilizado a proporção de 50% (para efeito de cálculo, 0,5).

- **Resultado do tamanho da amostra:**

Será necessária uma amostra com 55 alunos.

O resultado sobre a percepção da qualidade das carteiras por parte dos alunos está indicado na tabela 2.

Tabela 2: Resultado do questionário sobre a qualidade da carteira.

QUESTÃO	SIM	NÃO	TOTAL	PERCENTUAL	
				SIM	NÃO
Quando voce está sentado, consegue apoiar os pés totalmente no chão?	50	5	55	91%	9%
Sua carteira possui apoio para os pés?	20	35	55	36%	64%
Você consegue ficar sentado apoiando as costas no encosto da cadeira e os pés no chão ao mesmo tempo?	50	5	55	91%	9%
Para você o espaço dado ao quadril é suficiente?	51	4	55	93%	7%
O encosto da cadeira pode ser considerado confortável?	26	29	55	47%	53%
Você consegue apoiar os cotovelos na mesa sem levantar os ombros?	27	28	55	49%	51%
Você consegue apoiar os cotovelos na mesa sem ter que se apoiar para frente?	29	26	55	53%	47%
Você consegue cruzar as pernas sem bater no tampo da mesa?	33	22	55	60%	40%
A sua mesa comporta seus materiais universitários?	26	29	55	47%	53%
Sua mesa e a carteira são separadas?	0	55	55	0%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>57%</b>	<b>43%</b>			

Fonte: Autor.

Em comparação com o quadro 2, se percebe que quando o total de pontos atingido fica entre 51% e 70% o mobiliário apresenta uma qualidade ergonômica considerada razoável.

Porém vale destacar alguns aspectos.

Em relação aos principais pontos positivos, destaca-se:

- A maior parte dos alunos consegue apoiar os pés totalmente no chão. É importante para manter o corpo em equilíbrio e evitar esforços na região posterior da coxa.
- O espaço dado ao quadril é suficiente, o que indica que poucos alunos sentem dificuldade de locomoção e encaixe devido à falta de espaço entre a superfície e o encosto.
- É possível se manter encostado enquanto os pés tocam no chão. Portanto não é necessário escolher entre apoiar os pés ou



encostar-se. Dessa forma, o corpo possui mais de um apoio, o que facilita a manutenção da postura adequada pelo aluno.

Por outro lado, em relação aos principais pontos negativos, tem-se:

- Apesar das respostas ficarem divididas, muitos alunos confundiram o apoio para os pés com a parte inferior da carteira usada para guardar os materiais de estudo. A cadeira não possui um apoio próprio para apoiar os pés, o que representa uma falha ergonômica para uma parte dos extremos que não consegue apoiar os pés completamente no chão.
- 53% dos alunos questionados afirmaram que não consideram o encosto confortável. Esse fato pode estar relacionado com a falta de um material acolchoado para poder apoiar as costas. A não existência de um material que reduza a pressão do corpo com a carteira também deve ser observada no assento.
- 51% dos alunos não consegue apoiar o cotovelo na mesa sem levantar os ombros. Essa é uma conclusão crítica, pois a atividade de escrever exige do aluno que este se mantenha equilibrado com os cotovelos na mesa. Levantar os ombros para poder ajustar a posição do corpo para a execução da atividade pode levar a problemas no pescoço e trapézio, além de comprometer o equilíbrio para movimentos mais precisos. Esse dado está diretamente relacionado com a possibilidade de encostar os pés no chão. Apesar desta característica ter sido considerada adequada, é importante que se mantenha uma diferença entre a altura do assento e a superfície de trabalho que permita ao aluno se colocar em postura ideal durante o exercício de sala de aula.

- 40% dos alunos não conseguem cruzar as pernas sem bater no tampo da mesa. Essa é outra característica que deve observar a relação entre as alturas do assento com a superfície de trabalho, assim como suas inclinações.
- 53% dos alunos dos alunos considera a mesa pequena e insuficiente para comportar seus materiais universitários. Esse fato compromete as atividades em sala de aula. Os alunos terão de recorrer a outros meios, como apoiar materiais nas pernas, para poder realizar suas atividades. Esse tipo de postura prejudica a saúde dos estudantes e é causa de dores corporais.
- Como já foi afirmado anteriormente, as mesas e cadeiras formam um conjunto único. Se trata de um aspecto negativo, pois o aluno tem menor flexibilidade para se adequar ao mobiliário.

Para a análise do Diagrama de Dores, foram coletados dados do lado esquerdo e direito, compilados em uma secção única. Os pontos de cada lado foram somados e deles extraído a média, para uma apresentação conclusiva dos resultados.



O resultado dos dados coletados está apresentado na tabela 3:

*Tabela 3: Resultado do Diagrama de Áreas Dolorosas.*

PARTE DO CORPO	SECÇÃO	MÉDIA DAS NOTAS
BRAÇO	12 E 22	0,24
ANTEBRAÇO	13 E 23	0,15
MÃO	14 E 24	0,07
PESCOÇO	31 E 41	4,55
OMBRO	11 E 21	2,42
DORSO SUPERIOR	32 E 42	5,45
DORSO MÉDIO	33 E 43	5,27
DORSO INFERIOR	34 E 44	5,56
QUADRIL	35 E 45	0,38
COXA	51 E 61	1,42
PERNA	52 E 62	0,76
PÉ	53 E 63	0,36

Fonte: Autor

No diagrama de dores, poucos alunos reclamaram de dores nas regiões dos braços (12, 13, 14, 22, 23 e 24) e da parte inferior do corpo (35, 51, 52, 53, 45, 61, 62 e 63).

As regiões dos ombros (11 e 21) e pescoço (31 e 41) apresentaram uma relação média de indicação de dor. Essa conclusão pode estar relacionada com a posição que os alunos têm que adotar para as atividades de escrever. Os estudantes que não conseguem apoiar os cotovelos na mesa sem ter que levantar os ombros, acabam forçando os músculos dessa região, que quando mantidos tensionados por um longo período de tempo geram fadiga e constrangimentos no corpo.

A região que apresentou um pior desempenho, ou seja, com maiores indicações de dores, foi a região dorsal (32, 33, 34, 42, 43 e 44). Apesar do encosto ter medidas adequadas às dimensões do quadril da maior parte dos alunos, falta no encosto um material capaz de minimizar os impactos no contato com as costas, além da distância entre o encosto e a superfície não permitir que parte dos alunos consigam exercer as atividades sem ter que inclinar-se para frente. A inclinação do estudante para poder escrever faz com que este perca o apoio do assento e tenha que forçar os músculos das costas para manter o equilíbrio na realização da atividade.

Quanto ao resultado dos dados antropométricos, vale lembrar que os dados que apresentaram grandes distorções foram rejeitados, pois foi considerado que eles foram resultados de erros de medição. Os dados, conseguidos subsidiariamente, são resultados de atividades realizadas em sala de aula, durante a disciplina de Ergonomia do curso. A coleta é datada de 2011 até 2015, contabilizando um total de 209 alunos, entre homens e mulheres. Entre esses alunos 65 são do sexo feminino e 145 do sexo masculino. Como as carteiras são usadas indistintamente por alunos de ambos os sexos, o processamento dos dados para avaliação foi realizado desconsiderando essa diferença de gênero. Ademais, o curso de engenharia conta historicamente com mais homens do que mulheres. As medidas de comprimento estão em centímetros e a de peso em quilos, como apresentado na tabela 4.

Tabela 4: Resultado das medidas antropométricas.

Medidas antropométricas	Percentil			Extremos		Dados estatísticos		
	5%	50%	95%	Maior	Menor	Média	Desvio padrão	Variância
Estatura (2-A)	158	173	188	194	151	172,78	9,15	83,75
Assento-Cabeça (1-B)	79	88	97	104	65	87,67	5,62	31,66
Assento-Olhos (2-B)	68	77	86	91	62	77,03	5,40	29,22
Assento-Acrômio (3-B)	52	58	68	79	47	59,12	4,79	22,96
Assento-Cotovelo (4-B)	18	24	32	64	14	24,87	5,63	31,71
Altura das coxas (5-B)	12	15	20	24	11	15,48	2,65	7,04
Sacro-Poplíte (6-B)	39	46	54	65	36	46,60	4,88	23,83
Cotovelo-Punho (7-A)	23	28	33	34	21	27,93	2,83	8,04
Cotovelo-Extremo Mão Aberta (6-A)	39	45	52	54,5	32	45,47	3,94	15,53
Acrômio-Extremo Mão Aberta (9-A)	65	75	85	92	43	75,06	6,42	41,32
Peso (1-A)	43	71	95	154	40	71,37	16,53	273,41
Olhos-Chão (3-A)	147	163	178	188	140	161,92	9,38	88,10
Acrômio-Chão (4-A)	129	143	158	180	122	143,95	9,36	87,71

Cotovelo-Chão (5-A)	98	109	120	126	92	109,09	6,71	45,04
Axila-Chão (8-A)	120	135	150	178	114	134,83	9,70	94,12
Envergadura (10-A)	157	175	193	216	140	174,88	12,31	151,72
Circunferência torácica (11-A)	75	95	113	128	49	94,62	11,58	134,19
Circunferência abdominal (12-A)	64	84	110	140	49	85,10	14,65	214,87
Largura do quadril (13-A)	33	41	103	116	31	52,59	24,94	622,34
Largura do Acrômio (14-A)	33	42	51	58	30	42,05	5,37	28,88
Sacro-jelho (7-B)	45	55	66	80	36	55,23	6,69	44,78
Altura poplítea (8-B)	40	48	58	63	35	48,40	5,39	29,07
Largura dos pés (9-B)	8,5	10	12	14	7	10,36	1,21	1,48
Comprimento dos pés (10-B)	22	26	30	38	19	25,75	2,89	8,35
Altura calcânea (11-B)	6	9	12	19	5	8,98	2,05	4,23

Fonte: Autor

Vale destacar também os aspectos em que há uma grande diferença entre os usuários. Essa diferença é representada no quadro 4 pelo desvio-padrão.

As medidas relevantes no estudo ergonômico que apresentam as maiores distorções são:

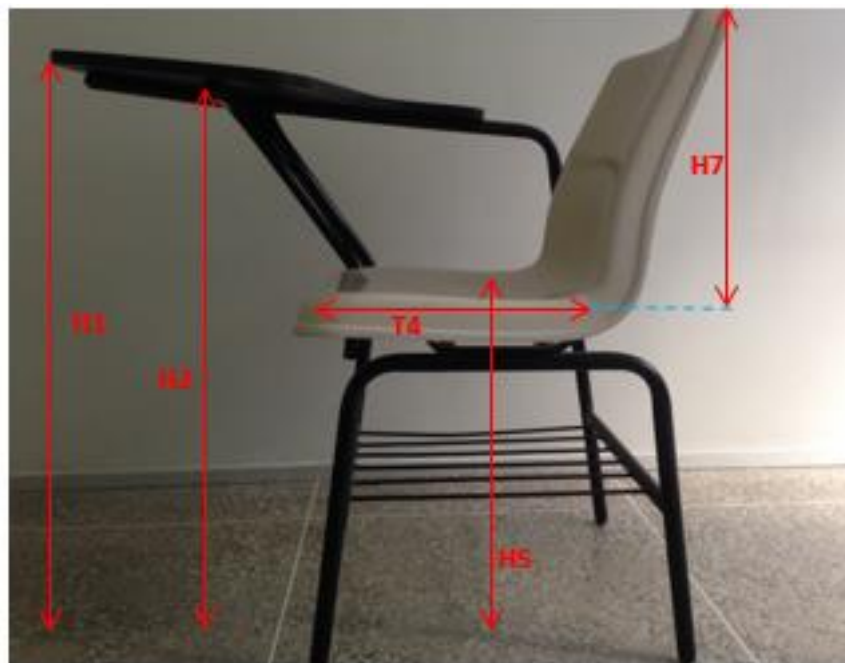
*Quadro 4: Apresentação das distorções entre medidas*

Medidas	Desvio padrão
Estatuta	9,15
Olhos-chão	9,38
Axila-chão	9,70
Envergadura	12,31
Circunferência abdominal	14,65
Largura do quadril	24,64

*Fonte: Autor*

Em relação as medidas da carteira estudantil foram coletadas na própria universidade e foram feitas com uma trena simples de precisão de 1 milímetro. Imagens das carteiras foram registradas em diversos ângulos. As imagens foram feitas através da câmera de um smartphone e estão apresentadas nas figuras 6, 7 e 8.

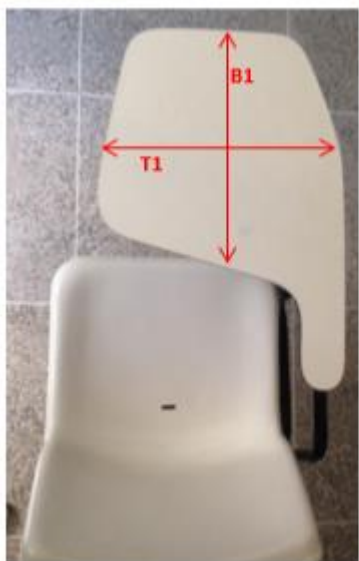
*Figura 6: Foto da lateral esquerda da carteira estudantil da Universidade Federal do Ceará (UFC) – campus do picé.*



Fonte: autor.



Figura 7: Foto da vista superior (a esquerda) e da vista de frontal (a direita) da carteira escolar da Universidade Federal do Ceará (UFC).



Fonte: Autor

Figura 8: Foto da lateral direita (a esquerda) e da parte de trás (a direita) da carteira estudantil da Universidade Federal do Ceará (UFC).



Fonte: Autor

Tanto as medidas antropométricas, quanto as medidas das carteiras estudantis podem ser comparadas com as dimensões padronizadas na NBR e os critérios ergonômicos do mobiliário presentes na literatura.

*Tabela 5: Medidas das carteiras universitárias utilizadas pelos alunos da Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará.*

<b>CODIGO DA MEDIDA</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>VALOR (mm)</b>
H1	ALTURA DA SUPERFÍCIE DA MESA	770
H2	ALTURA MINIMA PARA ESPAÇO ENTRE AS PERNAS	600
T1	LARGURA MÍNIMA DA SUPERFÍCIE DO TAMPO	360
B1	COMPRIMENTO MÍNIMO DA SUPERFÍCIE DO TAMPO	370
H5	ALTURA DA SUPERFÍCIE DO ASSENTO	472
T4	PROFUNDIDADE DO ASSENTO FUNCIONAL	385
B3	LARGURA MÍNIMA DA SUPERFÍCIE DO ASSENTO	438
B4	LARGURA MÍNIMA DA SUPERFÍCIE DO ENCOSTO	425
H7	ALTURA ATÉ A BORDA SUPERIOR DO ENCOSTO	345

*Fonte: Adaptado de Silva (2003).*

O presente trabalho irá tratar a seguir das comparações entre as medidas da carteira com a norma, literatura específica e medidas antropométricas.

A norma 14006, que fala sobre mobiliário escolar, divide os parâmetros em 7 categorias de acordo com média de estatura dos usuários. No estudo de caso apresentado, a média de estatura dos alunos é 172,7 cm. Portanto, a comparação com a norma, será de acordo com o último parâmetro, utilizado para pessoas adultas.

Em relação a norma e literatura, a tabela 6 apresenta os resultados:

*Tabela 6: Comparação das medidas da carteira com a norma e literatura.*

<b>CODIGO DA MEDIDA</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>VALOR (mm)</b>	<b>NBR 14006 (mm)</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO EM RELAÇÃO A NORMA</b>	<b>Panero e Zelnik (1993)</b>
H1	ALTURA DA SUPERFÍCIE DA MESA	770	760	Inadequada	-
H2	ALTURA MINIMA PARA ESPAÇO ENTRE AS PERNAS	600	650	Inadequada	-
T1	LARGURA MÍNIMA DA SUPERFÍCIE DO TAMPO	360	450	Inadequada	-
B1	COMPRIMENTO MÍNIMO DA SUPERFÍCIE DO TAMPO	370	600	Inadequada	-
H5	ALTURA DA SUPERFÍCIE DO ASSENTO	472	460 (+/-) 10	Inadequada	Min: 356
					Max: 508
T4	PROFUNDIDADE DO ASSENTO FUNCIONAL	385	400 (+/-) 10	Inadequada	Min: 394
					Max: 406

B3	LARGURA MÍNIMA DA SUPERFÍCIE DO ASSENTO	438	360	Adequada	Min: 432
					Max: 483
B4	LARGURA MÍNIMA DA SUPERFÍCIE DO ENCOSTO	425	320	Adequada	Min: 254
H7	ALTURA ATÉ A BORDA SUPERIOR DO ENCOSTO	345	Min: 360	Inadequada	Min: 432
			Max: 400		Max: 610

Fonte: Adaptado de Silva (2003).

Os dados apresentados mostram que a carteira estudantil apresenta a maioria dos aspectos inadequados, tanto em relação a norma como a literatura específica.

Quanto à altura, o comprimento e a largura da superfície da mesa (tampo, ou prancheta), todas as medidas foram consideradas inadequadas. A altura apresenta uma diferença mais sensível em relação ao padrão da norma. Comprimento e largura têm uma maior distorção quanto as medidas ideais.

Com as dimensões reduzidas, os alunos necessitam segurar o caderno com uma das mãos para mantê-lo estável, enquanto escrevem com a outra mão. A prancheta deve ter espaço mínimo para a realização das tarefas e para apoiar os materiais utilizados em aula. Além disso, espaços reduzidos geram movimentações prejudiciais ao aluno assim como desorganização e derrubada de materiais.

A comparação dessas duas medidas tem um caráter impreciso pelo fato da norma tratar mesa e cadeira separadamente, porém fazendo uma comparação com a literatura que trata dessas partes de forma conjunta, a tabela 7 indica que:

*Tabela 7: Dimensões de carteira universitária, referências antropométricas, recomendações de design (mm) e determinações.*

Medida	Medida da carteira	Soares (1998)	Thariq, Munasighe e Abeysekara (2010)	Khanam, Reddy e Mrunalini (2006)
Largura da superfície	370 mm	210mm	198mm	240mm
Comprimento da superfície.	360 mm	400mm	453mm	300 – 305 mm

*Fonte: Autor.*

Nesse caso se percebe que apesar a largura apresentar um tamanho adequado, o comprimento ainda não atinge uma medida satisfatória. Quanto ao requisito de altura a comparação pode ser feita com a própria norma, pois os cuidados ergonômicos devem ser os mesmos em relação a essa medida.

O espaço entre as pernas também não atingiu uma medida satisfatório em relação a NBR. A carteira apresentou um tamanho menor do que o exigido e pode trazer consequências devido à falta de espaço para movimentação dos membros inferiores dos alunos. Ademais, o espaço reduzido pode ser causa de choques entre as pernas dos estudantes e a superfície de estudo (prancheta).

Quanto à altura da superfície do assento, também foi considerada inadequada pela norma, pois apresenta uma medida abaixo da indicada. Altura do assento com dimensões pequenas compromete a flexibilidade de movimentação dos alunos e pode pressionar os músculos abdominais e comprometer a capacidade respiratória. Por outro lado, essa medida deve ser tratada conjuntamente com a distância da superfície com o chão, pois deve haver um espaço entre o tampo e o assento que evite posturas e movimentos inadequados dos estudantes, como a possibilidade de bater o joelho na superfície de trabalho.

Em relação a profundidade do assento, também foi considerada inadequada de acordo com a norma e a literatura, menor do que a indicada. Com isso, a distribuição do peso dos estudantes não é feita de forma equilibrada quando os alunos pressionam a superfície do assento, que tem tamanho reduzido.

As únicas medidas consideradas adequadas quando comparadas com a norma e literatura, foram as larguras do assento e do encosto. A norma indica a medida mínima para essas dimensões. A carteira estudada apresenta medidas acima das exigidas.

A altura da borda superior da cadeira também tem medida abaixo da mínima necessária indicada pela norma. A inadequação dessa medida pode provocar aos alunos dores no dorso, pois os músculos dessa região são flexionados para poder compensar o peso que está acima da borda superior do encosto.

Então, pode-se concluir que, de maneira geral, as medidas da carteira não estão de acordo com as referências da norma regulamentadora.

As medidas da carteira também foram comparadas com os dados antropométricos.

Se tratando mais especificamente de assento e encosto, Thariq, Munasinghe e Abeysekara (2010) avaliaram 385 estudantes com 20-28 anos ( $22,4 \pm 1,6$  anos de idade), obtiveram dados antropométricos e realizaram recomendações sobre as dimensões de carteiras universitárias sem regulamentação para estudantes universitários de ambos os sexos, sendo referência para a análise do trabalho, conforme mostra a tabela 8:

Tabela 8: Recomendações ergonômicas com referência antropométricas.

Dimensões da cadeira	Referências antropométricas	Medidas mensuradas da carteira (mm)	Medidas antropométricas (mm)		Comparação
Altura do assento	Altura políptea	472	5%	400	Não atende
			<b>50%</b>	480	<b>Atende</b>
			95%	580	Não atende
Profundidade do assento	Nádegas a região poplítea	385	5%	390	Não atende
			<b>50%</b>	460	Não atende
			95%	540	Não atende
Largura do assento	Largura do quadril, sentado	438	5%	330	<b>Atende</b>
			50%	410	<b>Atende</b>
			<b>95%</b>	1030	Não atende
Altura inferior do encosto	Altura da parte superior do osso do quadril	-	5%	-	-
			50%	-	
			95%	-	
Altura superior do encosto	Última costela flutuante até o assento	345	5%	-	-
			50%	-	
			95%	-	
Largura do encosto (mínima)	Largura do quadril	425	5%	330	<b>Atende</b>
			50%	410	<b>Atende</b>
			<b>95%</b>	1030	Não atende
Atura da mesa ao assento	Altura do cotovelo assento	298	5%	180	<b>Atende</b>
			50%	240	<b>Atende</b>
			<b>95%</b>	320	Não atende
Profundidade da mesa (mínima)	Comprimento do antebraço até a ponta do dedo médio	370	<b>5%</b>	390	<b>Atende</b>
			50%	450	<b>Atende</b>
			95%	520	<b>Atende</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Diante dessas medidas, pode-se perceber que:

Em relação à altura do assento, apesar das medidas terem valores próximos aos exigidos, apresenta-se um pouco acima da média. A elevação dos assentos deve ter comparações diretas com a altura políptea das referências antropométricas. Quando apresentam medidas acima das adequadas, fazem com que parte dos usuários não consiga apoiar completamente a sola do pé no chão, o que reduz a estabilidade postural e não permite um apoio firme das tuberosidades isquiáticas. Consequentemente os alunos têm que mudar de posição constantemente e apoiar os pés na carteira da frente. Ademais sofrem pelas pressões nos músculos posteriores da coxa e nas nádegas. Portanto, a medida foi considerada inadequada.

Assim como na comparação com a norma, quando comparado com as medidas antropométricas, a profundidade do assento das carteiras estudadas não está de acordo com o que seria considerado ideal. Por apresentar uma medida bem menor do que a indicada, atendendo menos de 5% dos estudantes, a região das nádegas e a políptea, ou sacro-políptea, ficam submetidas a distribuir o peso do aluno em uma região de espaço menor do que a adequada. Quando isso ocorre, a concentração do mesmo peso em uma superfície reduzida provoca uma força maior de reação do assento ao corpo do aluno, muitas vezes causando incômodo e dores locais. Para evitar essas dores, os alunos acabam por mudar de postura constantemente, prejudicando o uso do encosto.

A largura do assento e do encosto, baseados em medidas antropométricas da largura do quadril do estudante, quando sentado, apresenta no geral medidas adequadas, apesar de não atenderem as medidas dos extremos superiores da tabela. Caso as carteiras fossem feitas para atender as maiores medidas de quadril, aumentariam os custos de fabricação e maior teria de ser o espaço da sala de aula. Portanto, uma modificação nessas medidas não seria indicada. O espaço dado a região do assento e encosto em relação a sua largura, permite que alunos com dimensões de quadril maiores (não extremos) tenham uma distribuição de carga equilibrada por toda a extensão (largura) do assento, diferentemente do que acontece na profundidade. A largura do assento



deve ser suficiente para acomodar a população de usuários, e as bordas de assento não devem ser percebidas durante um trabalho na posição sentada.

A altura da mesa ao assento tem referência antropométrica com a medida do cotovelo ao assento dos usuários. A altura mínima da mesa é determinada pela altura vertical do cotovelo, ou seja, a superfície mínima de trabalho deve ficar à altura do cotovelo. Lida (2005) também faz essa recomendação, porém acrescenta que a superfície pode estar de 20 a 30 mm abaixo dela. Portanto de acordo com o autor, que remete à uma altura mínima de trabalho, pode-se dizer que essa medida atende à grande parte dos alunos. Pois aqueles que se encontram abaixo da medida da carteira são atendidos, e aqueles que representam os 95% maiores e têm apenas uma diferença de 22 mm acima da adequada, menor do que a margem sugerida pelo autor.

Em relação a profundidade da mesa, foi tomado como referência satisfazer apenas o percentual menor dos alunos, condição atendida pelas medidas. Os alunos com menores dimensões antropométricas devem alcançar os materiais e ter capacidade de manuseá-los. Caso estes, que se encontram na margem inferior da tabela antropométrica, consigam, os outros alunos também conseguirão.

### **3.3 Considerações sobre os resultados:**

Apesar das dificuldades inerentes ao processo de fabricação e padronização das carteiras escolares, através do estudo se pode chegar algumas recomendações:

- Para o atendimento da maior parte dos alunos, seria necessário que na sala de aula houvesse mais do que apenas um tipo de carteira. Deveria existir alguma margem que fosse dedicada aos estudantes que apresentam medidas mais próximos dos extremos. Assim, a presença de mais um ou dois tipos de carteiras seria o adequado. Se trata de uma recomendação que aumentaria os custos das organizações e tornaria o processo de aquisição mais complexo. Ademais, seria necessário que as

fabricantes de carteiras apresentassem uma maior flexibilidade para poder variar no tamanho desse mobiliário.

- A principal crítica encontrada na avaliação das carteiras foi sobre a dimensão da superfície de trabalho (prancheta). É recomendado que continue a ser adotado cadeira e mesa como um conjunto único, pois dessa forma há mais liberdade de movimentação dos alunos. Conjuntos separados deixam os estudantes com menos espaço e movimentação para as pernas. Porém é fundamental que seja aumentado o tamanho da superfície de estudo, tanto em relação ao comprimento como em relação à largura. A prancheta, como é conhecida a superfície de estudo, deve ter medidas suficientes para abranger tanto o material utilizado como o material de apoio. É inadmissível que o espaço disponível exija do aluno usar outros espaços que não façam parte da carteira (como apoiar o livro nas pernas para poder copiar) para a realização de atividades básicas como ler, escrever ou copiar.
- É recomendado o uso de materiais acolchoados nos assentos e nos encostos. A presença desses materiais, respeitadas as condições dispostas na norma, podem aliviar as pressões que o corpo exerce nas carteiras e evitar constrangimentos e possíveis dores.
- A manutenção da postura sentada durante as aulas, aproximadamente duas horas, faz com que o corpo tenha pouco movimento e apresente dificuldades circulatórias e respiratórias. Seria ideal que as aulas tivessem uma duração menor do que esse tempo ou que durante as duas horas houvesse um período de alguns minutos que proporcionasse aos alunos uma liberdade de movimentação. A liberdade dada faria com que o corpo voltasse a circular normalmente, nutrindo os tecidos e evitando o surgimento de problemas aos alunos.

#### 4. CONCLUSÕES:

Diante do estudo foi possível perceber a importância do mobiliário estudantil tanto em relação ao desempenho dos alunos, quanto para evitar possíveis problemas de saúde.

Os questionários realizados indicaram a percepção de qualidade dos alunos, que se mostraram insatisfeitos com as medidas e posições a que são submetidos durante a aula. Paralelamente também houve indicações de dores por partes dos alunos. Não necessariamente as medidas inadequadas da carteira tenham sido causa do surgimento dessas dores, porém o diagnóstico apresentado deve servir de base para a tomada de medidas que evitem que o uso do mobiliário seja potencializador dessas dores.

Outro fato que merece destaque é sobre a falta de estudos e normas regulamentadoras sobre esse tema. A falta de padrões que sirvam de base para o mobiliário é prejudicial para os próprios usuários e acabam sendo uma despesa empregada pelas unidades educacionais. Portanto, devem existir mais normas que possam guiar as organizações na aquisição desse material, que deve ser um instrumento facilitador da aprendizagem e não o contrário.

Os dados estudados também mostraram que alcançar carteiras com requisitos ideais é uma tarefa complexa, principalmente devido a variação antropométrica entre estudantes universitários, independente da sua faixa etária. De certa forma a padronização de um tamanho único de carteira inevitavelmente não será capaz de atender a todas as necessidades dos alunos.

Um aprofundamento na pesquisa e uma iniciativa mais incisiva dos órgãos responsáveis pela regulamentação e fiscalização do mobiliário estudantil seria de grande valia para a melhoria da qualidade desse material.

Por fim, apresentam-se as seguintes recomendações para trabalhos futuros:

- Expandir a análise, verificando a qualidade do material que compõe a carteira.

- Incluir outras variáveis, como a distância do olho do usuário para a superfície de trabalho, assim como considerar as variações angulares.
- Considerar no estudo o custo das carteiras e das modificações propostas.

**REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO:**

ABRAHÃO, J. Et al. Introdução a Ergonomia: da prática à teoria. São Paulo. 2009.

BERGMILLER, K. H.; SOUZA, P. L. P.; BRANDÃO, M. B. A. Ensino Fundamental: mobiliário escolar. Brasília: FUNDESCOLA – MEC. 1999.

BRASIL. Norma Regulamentadora - NR 17 – ERGONOMIA. Portaria MTPS n.º 3.751, de 23 de novembro de 1990. Disponível em: [http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_17.pdf](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_17.pdf).

CERVO, A. L; BERVIAN, P. A. Metodologia científica. São Paulo.1996.

CHAFFIN, D. B.; ANDERSSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. Occupational biomechanics. New Jersey. 2006.

CORLET, E. N.; MANENICA, I. The effects and measurement of working postures. Applied Ergonomics, Trondheim. 1980.

COUTO, H. A. Ergonomia aplicada ao trabalho: Manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte. 1995.

DUL, J; WEERDMEEESTER, B. Ergonomia prática. São Paulo. 2004.

GOUVALI, M.K.; BOUDOLOS, K. Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. Applied Ergonomics. 2006.

IIDA, Itiro. Ergonomia: projeto e produção. São Paulo. 2005.

KENDALL, F. P. Et al. Músculos: provas e funções. São Paulo. 2007.

KHANAM, C. N.; REDDY, M. V.; MRUNALINI A. Opinion of Students on Seating Furniture Used in Classroom. Journal of Human Ecology. Andra Pradexe. India.

KRAMER, J. Dynamic characteristics of the vertebral column effects of prolonged loading. Ergonomics. 1985.

KROEMER, K. H. E; GRANDJEAN, E. Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre. 2005.

KROEMER, K. et al. Ergonomics: how to design for ease and efficiency. New Jersey. 2003.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo. 1991.

MELLO FILHO, J. H. Equipamentos e mobiliários: elaboração de projetos e desenvolvimento. Brasília: Fundescola – MEC. 1998.

MORAES, A. Aspectos físicos na ergonomia. Curso de extensão em ergonomia. UFRGS, 1999.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. Ergonomia: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro. 2000.

MORO, A. R. P. Análise biomecânica da postura sentada: uma abordagem ergonômica do mobiliário escolar. Tese (Doutorado em Educação Física), Universidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2000.

MUNIZ, A. M. S.; MORO, A. R. P. ; ÁVILA, A. O. Um estudo comparativo da curvatura vertebral na posição em pé e sentada. Anais do VII Congresso Brasileiro de Biomecânica. Florianópolis. 1999.

MURPHY, S.; BUCKLE, P.; STUBB, D. A cross-sectional study of self-reported back and neck pain among English schoolchildren and associated physical and psychological risk factors. Applied Ergonomics, 2007.

PANERO, J; ZELNIK, M. Human dimension & interior space. A source book of design reference standarts. New York. 2008.

PASCHOARELLI, L. C; MENEZES, M: Design e ergonomia: aspectos tecnológicos (org.). São Paulo. 2009.

PHEASANT, S. Bodyspace. Anthropometry, ergonomics and the design of work. London. 1997.

RIO, R. P; Licínia. Ergonomia: Fundamentos da prática ergonômica. São Paulo – SP, 2001.

RODRIGUES, R. M. Pesquisa Acadêmica: como facilitar o processo de preparação de suas etapas. São Paulo. 2007.

SANTOS, N. et. al. Antropotecnologia: a ergonomia dos sistemas de produção. Curitiba. 1997.

SILVA, E. Avaliação da preferência de cadeiras para diferentes tipos de trabalhos de escritório. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre. 2003.

SILVA, K. M. O corpo sentado: Notas críticas sobre o corpo e o sentar na escola. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas – SP. 1994.

SOARES, M. M. Contribuições da ergonomia do produto ao design de mobiliários escolares: carteira universitária, um estudo de caso. Estudos em Design, Rio de Janeiro. 1998.

SOARES, M. M. Contribuições Da Ergonomia do Produto ao Design e Avaliação de Mobiliários Escolares: carteira universitária, um estudo de caso. Rio de Janeiro. 2001.

TAFNER, J; SILVA, A; WEODUSCHAT, I. Metodologia do trabalho acadêmico. Indaial. 2005.

THARIQ, M.G.; MUNASINGHE H.P.; ABEYSEKARA J.D. Designing chairs with mounted desktop for university students: Ergonomics and comfort. International Journal of Industrial Ergonomics, 2010.