

JULIANA MENDES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO MOBILIÁRIO ESCOLAR VISANDO A
DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência Florestal, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48a
2006
Oliveira, Juliana Mendes de, 1978-
Análise ergonômica do mobiliário escolar visando a
definição de critérios / Juliana Mendes de Oliveira.
– Viçosa : UFV, 2006.
viii, 80f. : il. ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Ricardo Marius Della Lucia.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 70-73.

1. Mobiliário para crianças. 2. Ergonomia. 3. Crianças -
Antropometria. 4. Psicologia infantil. 5. Escolas -
Mobiliário e equipamento. 6. Mobiliário - Projetos.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDO adapt. CDD 634.98369

JULIANA MENDES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO MOBILIÁRIO ESCOLAR VISANDO A
DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência Florestal, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 07 de agosto de 2006.

Prof. Amaury Paulo de Souza
(Co-orientador)

Prof. Elaine Cavalcante Gomes
(Co-orientador)

Prof. Luciano José Minette

Prof. José de Castro Silva

Prof. Ricardo Marius Della Lucia
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Maria Ignez e Marivaldo, pelo amor incondicional, paciência e confiança. Aos meus irmãos, Maurício e Gustavo, e à Maria Olga, por estarem sempre presentes em toda a minha vida.

Sou grato aos professores Ricardo Marius Della Lucia, pela orientação, confiança e espírito inovador, Amaury Paulo de Souza, Luciano José Minette e José de Castro Silva, pelo suporte teórico e técnico e à professora Elaine Cavalcante Gomes, pelas idéias inspiradoras. A todos, muito obrigada pelo apoio, disposição e talento despendido para colaborar com a realização deste trabalho.

Aos meus amigos, Wescley, Odete, Juliana e Patrícia, por me fazerem sentir em casa, nessa cidade que já considero meu lar. Ao Rommel, por toda ajuda despendida durante essa “empreitada”.

À CAPES, pelo suporte financeiro.

À Universidade Federal de Viçosa, por tornar possível a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Problema e importância.....	1
1.2. Objetivos.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Ergonomia e sua origem.....	4
2.2. A ergonomia aplicada ao trabalho.....	6
2.2.1. Ergonomia cognitiva.....	8
2.2.2. Antropometria	10
2.3. O ser humano na posição sentada.....	13
2.4. Recomendações ergonômicas para trabalho na posição sentada.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. Caracterização do local de estudo.....	19
3.2. Coleta de dados e amostragem.....	20
3.2.1. Avaliação da satisfação dos alunos em relação aos conjuntos mesa-cadeira utilizados nas escolas.....	20
3.2.2. Estudo comportamental dos estudantes durante as aulas.....	21

3.2.3. Levantamento antropométrico da população infanto-juvenil.....	21
3.3.4. Levantamento do mobiliário escolar utilizado.....	22
3.3. Avaliação da satisfação dos alunos em relação aos conjuntos mesa-cadeira utilizados nas escolas.....	22
3.4. Estudo comportamental dos estudantes durante as aulas.....	24
3.5. Levantamento antropométrico da população infanto-juvenil.....	26
3.6. Mobiliário escolar.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. A avaliação da satisfação dos alunos em relação aos conjuntos mesa-cadeira utilizados nas escolas.....	30
4.2. Análise comportamental dos estudantes durante as aulas.....	33
4.3. Levantamento antropométrico da população infanto- juvenil.....	42
4.4. Levantamento do mobiliário escolar.....	47
5. CONCLUSÃO.....	68
5.1. Recomendações.....	69
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXO.....	74

RESUMO

OLIVEIRA, Juliana Mendes de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2006. **Análise ergonômica do mobiliário escolar visando a definição de critérios.** Orientador: Ricardo Marius Della Lucia. Co-orientadores: Amaury Paulo de Souza e Elaine Cavalcante Gomes.

Este trabalho teve como objetivo geral realizar uma avaliação ergonômica de conjuntos de mesa e cadeira escolares, na cidade de Viçosa, Minas Gerais, para estudantes de primeira a oitava séries do Ensino Fundamental, com a finalidade de subsidiar a definição de critérios para a padronização do mobiliário escolar. O material utilizado foi proveniente de cinco escolas públicas e privadas do Ensino Fundamental na cidade de Viçosa. Foram avaliados cinco conjuntos de carteiras escolares e duzentos e oitenta estudantes. O trabalho foi dividido em quatro etapas de avaliação: qualidade ergonômica das carteiras escolares utilizadas nas escolas, análise comportamental dos alunos durante as aulas, avaliação antropométrica da população infanto-juvenil das escolas de Ensino Fundamental e identificação do mobiliário escolar utilizado nas escolas. Os principais resultados deste trabalho mostraram que os alunos não estão satisfeitos com o mobiliário utilizado nas escolas; a análise comportamental mostrou que o desconforto gerado pelos conjuntos mesa e cadeira favorecem movimentos repetitivos, ligados à fadiga muscular, e que tais movimentos podem interferir na atenção dos alunos; o levantamento antropométrico da população infanto-

juvenil lança bases para a elaboração de um mobiliário escolar mais adaptado às crianças da região e à realidade das escolas brasileiras; a identificação do mobiliário escolar utilizado mostra que nenhuma das carteiras utilizadas segue as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Os resultados demonstraram que aspectos ergonômicos, como conforto e adaptação antropométrica, não estão sendo priorizados nas carteiras escolares utilizadas em algumas das escolas de Ensino Fundamental da cidade de Viçosa.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Juliana Mendes de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, August 2006. **Ergonomic analysis of school furniture seeking the definition of criteria.** Adviser: Ricardo Marius Della Lucia. Co-advisers: Amaury Paulo de Souza and Elaine Cavalcante Gomes.

This work had as its general objective to carry out an ergonomic evaluation of table and chair sets found in schools situated in the city of Viçosa, Minas Gerais, Brazil and utilized by elementary school students from the first to the eighth grades, with the purpose of defining criteria for a possible standardization of school furniture. The material and the students used in the study came from five schools in the city of Viçosa, either public or private. The sample size consisted of five sets of school furniture and two hundred and eighty students. The work was divided into 4 evaluation stages: the ergonomic quality of the furniture used by the schools, the students' behavior during classes, an anthropometrical evaluation of the population of the schools and a description of the school furniture used by them. The major results of this work showed that the students are not satisfied with the furniture used at the schools; the behavior analysis showed that the discomfort generated by the set of table and chair favors repetitive movements linked to muscular fatigue, and that such movements may interfere in the students' attention; the anthropometrical analysis of the students population gives basis for the elaboration of a school furniture more

adapted to the children of the region and the reality of the Brazilian schools; measurement of the furniture used in the region shows that none of the tables and chairs used followed the recommendations of the Brazilian Association of Technical Standards. The results demonstrated that ergonomic aspects, as well as comfort and adaptation to anthropometrical data are not a main concern for the choice of furniture at high schools in the city of Viçosa.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Problema e importância

O primeiro trabalho sistematizado que o homem realiza em sua vida é do aprendizado. Ainda criança, ele entra em contato com o primeiro mobiliário, desenvolvido para uma tarefa específica que irá, possivelmente, acompanhá-lo por muitos anos de sua vida.

O mobiliário escolar é considerado uma importante variável no contexto educacional brasileiro, muitas vezes associado a vultosos investimentos e a grande números de instituições envolvidas, razão pela qual vem se tornando motivo de preocupação para governos federais, estaduais, municipais, bem como para instituições privadas.

Além do custo das carteiras escolares, um outro fator vem se tornando foco de preocupação dessas instituições: sua manutenção. Com a grande variedade de modelos de mobiliário escolar, a compra de peças de manutenção é muito restrita e o custo muito elevado. Como as empresas oferecem vários modelos e produzem cada vez mais opções, de acordo com o que o mercado necessita, o mobiliário antigo vai saindo da linha de produção das empresas, dificultando sua manutenção e reposição.

Somado a esses fatores, observa-se que as carteiras escolares existentes, muitas vezes, não atendem às necessidades de seus usuários,

causando cansaço, estresse, problemas musculares e, acima de tudo, dificultando a aprendizagem.

No Brasil, existem poucas publicações relacionadas ao mobiliário escolar. A mais importante delas, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, órgão responsável pela normalização técnica no País, é a NBR 14006/2003 – “Móveis escolares: assentos e mesas para conjunto aluno de instituições educacionais”. Esta norma estabelece os requisitos mínimos de mesas e cadeiras para instituições de ensino, nos aspectos ergonômicos, de acabamento, identificação, estabilidade e resistência. No que diz respeito aos aspectos ergonômicos, a norma brasileira foi baseada em estudos antropométricos realizados na Europa, a ISO 5970, por ainda não haver estudos antropométricos da população infanto-juvenil, de abrangência nacional.

Como as medidas antropométricas também variam de acordo com a etnia e nacionalidade, não é correto afirmar que as medidas antropométricas da população infanto-juvenil brasileira são semelhantes às de outros países (IIDA, 1997).

Outro fator problemático detectado na NBR 14006/2003 são as dimensões de mesas e cadeiras, divididas por faixas de estatura dos estudantes, dificultando a decisão de compra por parte das escolas, já que as mesmas, muitas vezes, não fazem um controle da estatura de seus estudantes. Além disso, a norma estabelece seis dimensões de mesas e cadeiras, um número elevado, levando-se em consideração que uma única escola deveria possuir, ao menos, cinco tamanhos de carteiras diferentes para alunos entre a primeira e a oitava séries do ensino fundamental.

Dessa forma, a carência de um levantamento antropométrico da população infanto-juvenil brasileira e a total falta de avaliação dos conjuntos mesa/cadeira para estudantes reforça a importância do desenvolvimento de projetos, com a finalidade de propor uma padronização do mobiliário escolar, contribuindo para o desenvolvimento das empresas fornecedoras de carteiras, bem como para o conforto dos alunos, agregando mais um item de valor ao produto: a “qualidade ergonômica”.

1.2. Objetivos

O presente estudo teve como objetivo geral realizar uma avaliação ergonômica de conjuntos de mesa e cadeira escolares, na cidade de Viçosa, Minas Gerais, para estudantes de primeira a oitava séries do ensino fundamental, com a finalidade de subsidiar a definição de critérios de conformidade para a padronização do mobiliário escolar. Especificamente, buscou-se:

- a) Fazer uma avaliação da satisfação do usuário (estudantes), em relação ao mobiliário escolar existente.
- b) Realizar um estudo comportamental dos estudantes durante as aulas.
- c) Realizar o levantamento antropométrico da população infanto-juvenil do ensino fundamental.
- d) Identificar os principais tipos de mobiliário escolar da região.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Ergonomia e sua origem

Os objetivos gerais da ergonomia (segurança, saúde, bem-estar e eficácia do sistema) estiveram sempre presentes na evolução do homem, desde o princípio. Quando o homem pré-histórico colocou uma pedra afiada na ponta de uma vara, a fim de obter um instrumento de caça, estava, na verdade, procurando uma forma mais segura, eficaz e confortável para desenvolver uma determinada tarefa.

A ergonomia pode ser definida como um conjunto de ciências e tecnologias que procura a adaptação confortável e produtiva entre o ser humano e o trabalho, procurando adaptar as condições de trabalho às características do homem. A palavra ergonomia é originada dos termos gregos *ergo* (trabalho) e *nomos* (regras), que significa: regras para organizar o trabalho (COUTO, 1995, v.1).

A palavra ergonomia foi utilizada, pela primeira vez, pelo investigador polaco Wojciceh Jastrzebowski que, em 1857, definiu-a como “a ciência do trabalho”. Apesar de o termo ergonomia ter surgido no século XIX, a ergonomia aplicada ao trabalho é relativamente recente (REBELO, 2004). Segundo IIDA (1997) a ciência ergonômica surgiu em 12 de julho de 1949, quando um grupo de cientistas e pesquisadores se reuniu pela primeira vez, na Inglaterra, para discutir e formalizar a existência desse novo ramo de

aplicação interdisciplinar da ciência. Em 16 de fevereiro de 1950, esse mesmo grupo propôs o neologismo “ergonomia”. No entanto, para COUTO (1995, v.1), o conceito moderno de Ergonomia surgiu logo após a II Guerra Mundial, em 1948, através do projeto da cápsula espacial norte-americana, quando foi necessário fazer todo um planejamento de tempo e meios de se fazer a viagem ao espaço, em decorrência do desconforto pelo qual os astronautas passaram no protótipo da cápsula espacial. Foi assim que, através da antropometria, surgiu o conceito de que o fundamental não é adaptar o homem ao trabalho, mas sim, procurar adaptar as condições de trabalho ao homem. A equipe multidisciplinar que desenvolveu o trabalho chegou à conclusão de que o binômio conforto-productividade estão intimamente ligados.

DUL e WEERDMEESTER (1994) definiram a ergonomia como uma ciência essencialmente multidisciplinar, pois se fundamenta em conhecimentos de outras áreas científicas, como a antropometria, biomecânica, fisiologia, psicologia, toxicologia, engenharia mecânica, desenho industrial, eletrônica, gerência industrial e informática. Ela selecionou e integrou os conhecimentos relevantes dessas áreas, a fim de aplicá-los na melhoria do trabalho e do bem-estar do homem.

A intervenção ergonômica desenvolve-se nos mais variados contextos: industrial, doméstico, escolar, hospitalar, agrícola, transportes, ou meio urbano. Para a realização de um estudo ergonômico existem aspectos fundamentais para estruturar a sua intervenção que, para REBELO (2004), são:

- O homem: suas características físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais; a influência da idade, sexo, treinamento e motivação na interação com o meio.

- O envolvimento físico: tudo que o homem utiliza em seu trabalho com o intuito de ajudá-lo, incluindo máquinas, equipamentos, mobiliário, ferramentas e instalações.

- O envolvimento ambiental: envolve o ambiente físico em que o homem se encontra durante o seu trabalho, englobando a temperatura, umidade, ruídos, incidência solar, vibrações, gases, resíduos suspensos no ar etc.

- O envolvimento comunicacional e/ou informacional: referente às informações apresentadas, comunicações existente dentro do sistema, conseqüências no decurso do processamento e tomada de decisões.

- O envolvimento organizacional: que integra aspectos relacionados com horários, turnos, ritmos, autonomia e responsabilização dos trabalhadores.

- Os modos operatórios: traduzidos nas estratégias colocadas em jogo pelo homem no decorrer da interação com os elementos do sistema.

- As conseqüências para o sistema: que se traduzem na produtividade, nomeadamente em nível da quantidade e qualidade do produto final, ou erros que possam comprometer a segurança do sistema.

- As conseqüências para o utilizador ou trabalhador: em termos de fadiga, problemas físicos, psicológicos ou sociais, decorrentes de condições inadequadas de interação.

Atualmente, a ergonomia possui por objetivo prático assegurar a proteção, a satisfação e o bem estar dos trabalhadores, gerando uma maior harmonia entre estes e seus sistemas produtivos. A ergonomia deveria estar presente em todas as áreas de nossas vidas: no design dos carros, na construção civil (definindo alturas de bancadas, fechaduras, largura e altura de portas etc.), no desenho do mobiliário residencial e institucional. Para COUTO (1995, v.1), "onde há seres humanos deveria haver ergonomia, pois estamos em constante interação com os objetos que nos circundam e o meio ambiente em que vivemos, e fazer com que essa interação seja a mais produtiva, confortável e adequada é o objetivo fundamental da ergonomia". Segundo REBELO (2004), é difícil encarar a participação da ergonomia, sem a perspectiva sistêmica, que coloca o homem no centro do sistema, focando nas interações que ele desenvolve com o seu universo existencial.

2.2. A ergonomia aplicada ao trabalho

Segundo COUTO (1995, v.1.), a ergonomia aplicada ao trabalho é dividida em cinco grandes áreas de atuação:

- Ergonomia na organização do trabalho pesado: trata de planejar o sistema de trabalho em atividades, com alto dispêndio energético, bem como o trabalho em ambientes de altas temperaturas.

- Biomecânica aplicada ao trabalho: estuda as diversas posturas no trabalho (em pé ou sentado), a prevenção da fadiga e outras complicações, através da análise do comportamento da coluna vertebral, da mecânica dos membros superiores e das causas das tenossinovites e outras lesões, causadas por traumas cumulativos.

- Adequação ergonômica geral do posto de trabalho: através da antropometria pode-se medir as dimensões humanas e, assim, planejar o posto de trabalho de acordo com os ângulos de conforto/desconforto do trabalhador. De um modo geral, a ergonomia se contenta quando consegue atingir as necessidades de conforto de 90% da população.

- Prevenção da fadiga no trabalho: em geral, trata da fadiga física do trabalhador; as atividades de recursos humanos tratam de prevenir a fadiga psíquica.

- Prevenção do erro humano: essa é uma área relativamente nova na ergonomia e tem por objetivo adotar medidas para que o trabalhador acerte no seu trabalho; é claro que nem toda falha humana é decorrente das condições ergonômicas, porém verifica-se que elas constituem causas relativamente freqüentes de erro.

Devido às diferentes abordagens ergonômicas, pode-se concluir que a ergonomia é uma ciência multidisciplinar, por isso um bom estudo sobre o assunto deve ser realizado por uma equipe multidisciplinar de profissionais, pois, por se tratar de um assunto que abrange diversas áreas do estudo humano e de seu ambiente, seria praticamente impossível que um só profissional realizasse este trabalho. Dentre os profissionais indicados para esse tipo de serviço, destacam-se:

- Médicos do trabalho: são capazes de identificar a situação do trabalho sob o ponto de vista biomecânico, podendo ajudar na identificação de postos que provocam acidentes ou doenças ocupacionais. Porém, não são capazes de replanejar os postos de trabalho inadequados.

- Os engenheiros: podem ajudar nos aspectos técnicos, na adaptação das máquinas e equipamentos, bem como no ambiente de trabalho.

- Os projetistas e arquitetos: transformam todas as informações obtidas em projeto específico.

- Os desenhistas industriais: além de ajudar na adaptação de máquinas e equipamentos, têm o papel importante de ser os mediadores entre os profissionais da saúde e os trabalhadores (e seus anseios) para avaliar os efeitos de seu projeto.

- Os psicólogos organizacionais: identificam o impacto psicológico que a forma de trabalho gera sobre o operário.

- Os engenheiros de tempos e métodos: são os profissionais que solucionam todos os problemas trazidos pelos profissionais acima citados.

2.2.1. Ergonomia cognitiva

Em se tratando de estudantes, uma outra área de abrangência muito importante é a chamada Ergonomia da Cognição ou Ergonomia Cognitiva. Os estudantes lidam com uma grande variedade de informações e seu aprendizado depende de uma série de processos mentais. A ergonomia cognitiva trata desses processos, como a percepção, a memória, o raciocínio, as respostas mentais, dentre outros aspectos.

Segundo COUTO (1995, v.1), a ergonomia cognitiva “utiliza na sua base teórica o conhecimento acumulado sobre aprendizagem do ser humano, e como principal ferramenta prática a análise detalhada de causas da falha humana. A identificação acurada das causas da falha humana se trata de uma necessidade, pois as ferramentas administrativas de prevenção são completamente diferentes, de acordo com a variação das mesmas.”

A ergonomia cognitiva não se limita em estudar os aspectos físicos das atividades de trabalho, pois o homem não é uma máquina. Os trabalhadores são seres pensantes, capazes de detectar sinais e sensações e, por isso, podem cometer erros. Pode-se dizer que a falha humana é decorrente de seis fatores fundamentais: falta de informação, falta de capacidade, falta de aptidão física ou mental, motivação incorreta, deslizes, e condições ergonômicas inadequadas.

Outros fatores, no entanto, também podem influenciar a falha humana, principalmente em postos de trabalho, como as carteiras escolares. Por ser um trabalho onde a maioria dos alunos possui capacidades intelectuais niveladas, o risco de erros (na aprendizagem) por falta de informação, falta de capacidade e a falta de aptidão mental é extremamente baixo. Os maiores causadores de falha no aprendizado são os deslizes, que estão altamente relacionados à atenção, à memória, ao tempo em sala de aula e ao estresse.

O aspecto para qual se dirige a atenção é chamado de alvo. O elemento para o qual atenção se focaliza, ocupa, em determinado momento, o ponto central do campo de consciência. Tudo o que faz parte do foco é percebido com *atenção*, porém, tudo ao seu redor, como outros objetos ou fenômenos psíquicos, apesar de não abandonarem o campo da consciência, deixam de ser objeto de atenção. Portanto, atenção é considerada um fenômeno de tensão, pois requer esforço e concentração para a manutenção de um determinado foco.

Segundo BALLONE (1999), geralmente, a duração de um determinado foco de atenção é breve. Uma das causas para que isso ocorra é o fato de que o cérebro do ser humano está continuamente em busca de novidades perceptivas; por isso, a atenção tende a mudar, espontaneamente, depois de um período de focalização em uma parte da realidade (exemplo: ruídos ao seu redor). Como o ser humano é incapaz de apreender vários focos simultaneamente, a sua atenção se desloca, de tempo em tempo, para outras partes da realidade. Essa é a causa da dificuldade de manter a atividade mental em um determinado foco. Além de ser influenciada por fatores externos (como sons e luminosidade), também é afetada por acontecimentos interiores, sentimentos, idéias, imagens mentais e desconforto.

De acordo com BALLONE (1999), a memória pode ser entendida como a soma de todas as lembranças existentes na consciência. Essa memória, juntamente com a atenção, é que nos faz capaz de realizar trabalhos que exijam raciocínio, como é o caso de estudantes em sala de aula. Atualmente, um novo problema, no entanto, parece estar relacionado ao desgaste da capacidade de fixação de informações pela memória: o

excesso ou a sobrecarga de informações. Os meios de comunicação se tornaram cada vez mais rápidos e mais abrangentes.

Atualmente, pode-se saber, em tempo real, o que está acontecendo ao redor do mundo. A televisão, a internet, os cursos, a escola, os jornais e revistas, bombardeiam as pessoas com uma avalanche de informações que superam a capacidade de apreensão eficaz. Essa dificuldade de apreensão está intimamente ligada ao estresse, por excesso de estimulação e solicitação. Ainda, segundo BALLONE (1999), pesquisas na área de estresse calculam que, ao fim de cerca de trinta minutos, os hormônios do estresse (adrenalina e cortisona) começam a desativar as moléculas que transportam glucose para o hipocampo, deixando, assim, essa parte do cérebro com pouca energia. Depois de períodos mais longos, os hormônios do estresse podem acabar comprometendo seriamente as ligações entre neurônios, fazendo o hipocampo reduzir, ao mínimo, sua ação, causando uma atrofia funcional. Por isso, é de extrema importância que trabalhos que exijam demasiado esforço cerebral, como a aprendizagem, sejam realizados com pausas constantes e com pouca pressão.

2.2.2. Antropometria

Para uma análise mais profunda sobre ergonomia, outro estudo de suma importância é a antropometria. Segundo GRANDJEAN (1998), a antropometria é o conjunto de estudos que relacionam as dimensões físicas do ser humano com sua habilidade e desempenho ao ocupar um espaço em que ele realiza várias atividades, utilizando-se de equipamentos e mobiliários adequados para o desenvolvimento das mesmas. Basicamente, trata do estudo das medidas do corpo humano e como elas se relacionam com o trabalho.

O conhecimento das medidas do corpo humano é muito importante para o processo de projeção, seja de móveis, postos de trabalho, casas, carros, e todos os equipamentos que cercam o homem. Para NEUFERT (1998), é importante que os projetistas saibam por que se adotam certas medidas que parecem ser escolhidas ao acaso, quando, na verdade, elas

estão relacionadas com as medidas antropométricas do homem, o espaço que ele utiliza para se deslocar e descansar.

As populações humanas possuem diferentes tipos biótipos. Populações de determinadas regiões possuem características semelhantes, mas, mesmo assim, com grandes variações entre si. Um bom exemplo seria o do povo japonês, que possui características físicas semelhantes: geralmente são magros, de estatura mediana, membros finos, dentre outras características (IIDA, 1997); porém, mesmo em um povo com pouca miscigenação as diferenças existem. A estatura pode ser variável, assim como o peso, a quantidade de gordura no corpo, sua distribuição corporal e o comprimento dos membros. Todos esses fatores geram problemas na organização do trabalho devido às diferentes dimensões das pessoas.

Um minucioso estudo realizado por William Sheldon, em 1940 (in: IIDA, 1997), com uma população de quatro mil estudantes norte-americanos, foram realizados levantamentos antropométricos e todos os indivíduos foram fotografados, levando-o a definir três tipos humanos básicos, cada um com certas características dominantes: o endomorfo, o mesomorfo e o ectomorfo. O ectomorfo possui um tipo de corpo e membros alongados e finos, com músculos e pouca gordura; possui ombros largos, porém caídos. O pescoço é fino e comprido, o rosto é magro, o queixo recuado e a testa é alta. O tórax e abdômen são estreitos e finos. O mesomorfo é um tipo musculoso e de formas angulosas; possui cabeça cúbica e maciça, os ombros e peitos são largos e o abdômen pequeno. Os membros são musculosos e fortes; possui pouca gordura subcutânea. O endomorfo é um tipo de formas arredondadas e macias, com grandes depósitos de gorduras; possui a forma de uma pêra (estreito em cima e largo em baixo). O abdômen é grande e com acúmulo de gordura e o tórax parece ser relativamente pequeno; os braços e as pernas são curtos e flácidos. Ombros e cabeça são arredondados; os ossos são pequenos. O corpo possui baixa densidade, devido ao excesso de gordura, podendo flutuar na água; a pele é macia.

SHELDON (in: IIDA, 1997) também chegou à conclusão que a maioria das pessoas não pertence a nenhum desses tipos básicos, mas da

mistura desses três tipos, podendo ser endomorfo-ectomórfico, mesomorfo-endomórfico e, assim, por diante.

Fatores como etnia e sexo também influenciam nas medidas antropométricas. As diferenças étnicas podem gerar grandes diferenças antropométricas; por isso, em um país com grande miscigenação de diversas etnias, como é o caso do Brasil, talvez seja tão difícil estabelecer um “quadro antropométrico” da população. Diferentes regiões do país possuem variações antropométricas significativas, pois além das diferenças étnicas existem ainda fatores correlacionados, como nutrição e saúde.

Para facilitar a utilização dos dados antropométricos, estes são divididos em percentis. Para fins de estudo, a população é dividida em cem categorias percentuais da maior para a menor relação a algum tipo de medida corporal, denominada percentil (PANERO e ZELNIK, 2002). Como exemplo, o percentil 95 da estatura de uma determinada população é dado como 1,85 m; isto significa que somente 5% desta população possuem estatura maior que 1,85 m. Em ergonomia, tenta-se alcançar uma satisfação para 90% da população (COUTO, 1995, v.1), por isso, trabalha-se com percentis de 5 a 95 das medidas antropométricas da população.

As variáveis antropométricas devem permitir ao projetista desenvolver equipamentos e ambientes de trabalho que tenham, como objetivo, a satisfação e o conforto do usuário. No caso da população infante-juvenil brasileira, não existe um levantamento antropométrico e freqüentemente é utilizado o levantamento existente na ISO 5970, realizado com a população infante-juvenil da Europa.

De modo geral, as características antropométricas dos seres humanos geram algumas “regras” para seu equilíbrio em postos de trabalho. Segundo COUTO (1995, v.1), sempre que possível, essas regras devem ser respeitadas para que o homem se sinta mais confortável e para que tenha um melhor rendimento nos postos de trabalho. São elas:

- Os braços devem estar na vertical e os antebraços na horizontal, com apoio para os antebraços e punhos.

- Todos os instrumentos de uso freqüente devem estar dentro da área de alcance do semicírculo descrito pelos antebraços na horizontal, estando os braços na vertical.

- Todos os instrumentos de uso ocasional devem estar no máximo dentro da área definida como aquela em que os antebraços estejam na horizontal e os braços na horizontal, nunca acima do nível dos ombros.

- O tronco não deve se curvar frequentemente para a realização do trabalho.

- No caso de se trabalhar sentado, nunca deve ser necessário afastar as costas do encosto da cadeira para poder atingir o objeto de trabalho.

- Os pés devem sempre estar apoiados.

- Não deve haver compressão de nenhuma parte do corpo humano pelo mobiliário de trabalho.

- Os movimentos e a postura devem ser feitos em condições adequadas.

- Na dúvida entre instalar algum componente mais alto ou mais baixo, instalá-lo mais alto.

Algumas medidas antropométricas são usadas como parâmetros na elaboração de projetos de mobiliário. No caso do trabalho na posição sentada, tem-se os seguintes parâmetros:

- Altura do cotovelo, sujeito sentado: altura do tampo da mesa. Utilizar a medida máxima retirada da população.

- Altura poplíteal, sujeito sentado: altura do assento. Utilizar a medida máxima.

- Profundidade nádega-poplíteal, sujeito sentado: profundidade do assento. Utilizar a medida mínima.

- Largura tórax entre axilas, sujeito sentado: largura do encosto do assento. Utilizar a medida máxima.

- Largura do quadril, sujeito sentado: largura do assento. Utilizar a medida máxima.

- Altura do tórax, sujeito sentado: altura da extremidade superior do encosto do assento ao chão. Utilizar a altura máxima.

2.3. O ser humano na posição sentada

No estudo sobre o mobiliário escolar alguns fatores devem ser observados, pois os estudantes permanecem sentados a maior parte do

tempo. Por isso, é necessária uma avaliação do que acontece fisicamente com o homem quando ele está na posição sentada, para que se possa entender melhor as necessidades dos alunos nesta posição.

Quando o homem se encontra na posição sentada, a primeira alteração que ocorre é o aumento (cerca de 50%) na pressão dos discos intervertebrais da coluna lombar, o que gera uma tendência à degeneração dos mesmos. Esse aumento se deve à eliminação do amortecimento de pressões dado pelo arco dos pés e pelos tecidos moles dos membros inferiores (COUTO, 1995, v.1).

Outro fator importante na posição sentada é a tendência das pessoas se curvar para frente. A inclinação do tronco acarreta uma tendência de queda de todo o corpo. Para equilibrar este esforço e manter o tronco ereto, os músculos paravertebrais desenvolvem uma contração estática e esta contração muscular resulta em um aumento da pressão nos discos lombares. Esse aumento de pressão causa desconforto; para minimizar o mesmo, a tendência do homem é de apoiar os cotovelos sobre a mesa, o que pode resultar na compressão do nervo ulnar, que passa bem superficialmente nesta região. Para minimizar essa situação é de fundamental importância um apoio para as costas.

Na Figura 1, pode-se observar as pressões que o terceiro disco lombar sofre, em uma pessoa de setenta quilos, conforme a posição do corpo e da postura. Analisando o gráfico, pode-se concluir que a posição vertical realmente é a mais confortável para o trabalho, e que na posição sentada uma boa postura é de extrema importância para uma menor sobrecarga sobre os discos.

A partir da figura também se pode observar que a posição onde há menores pressões sobre os discos é a posição deitada, e com essa informação pode-se concluir que, na posição sentada, um encosto com inclinação para trás terá como consequência uma redução da pressão intradiscal, diminuindo o risco de lesões.

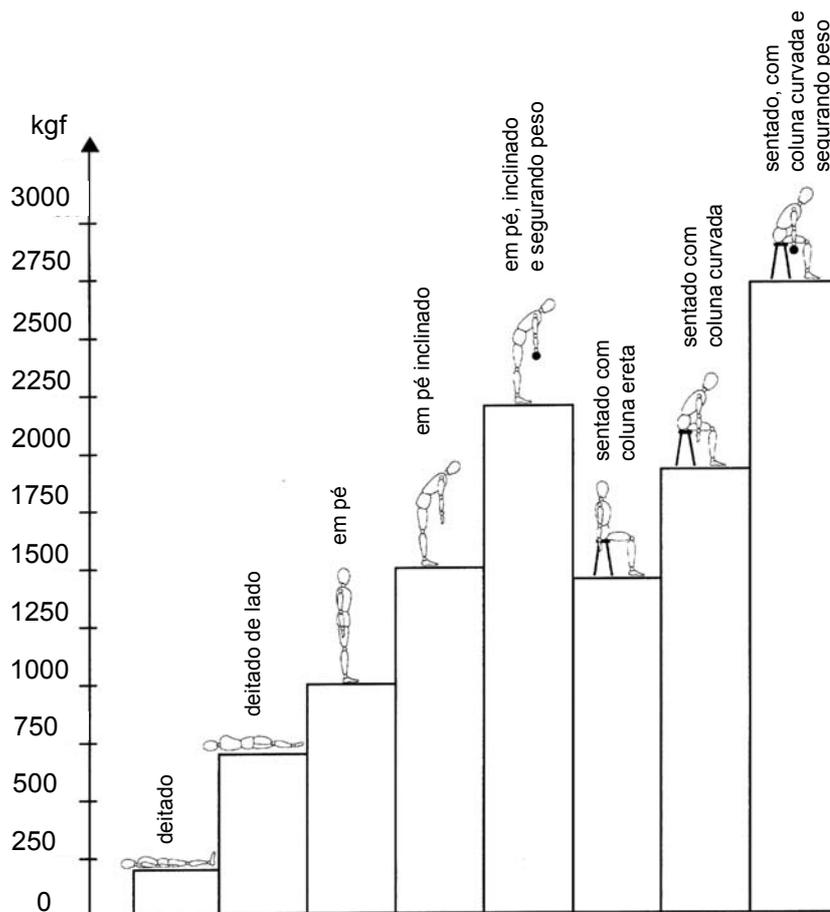


Figura 1: Pressão que o terceiro disco lombar sofre nas diferentes posições e posturas (pressão em kgf/posição). Fonte: adaptado (COUTO, 1995, v.1).

Os estudos dos músculos do dorso na posição sentada são feitos utilizando a eletromiografia de superfície. Com esse sistema é possível verificar a atividade elétrica nos músculos das costas, de acordo com a postura da pessoa. Assim pode-se observar que quando existe um leve arqueamento do dorso, não há qualquer atividade muscular; porém, nesta posição a pressão nos discos já é acentuada. Por outro lado, na postura ereta, onde há uma pressão discal menor, existe uma significativa atividade muscular, o que pode acarretar uma fadiga precoce (Figura 2).

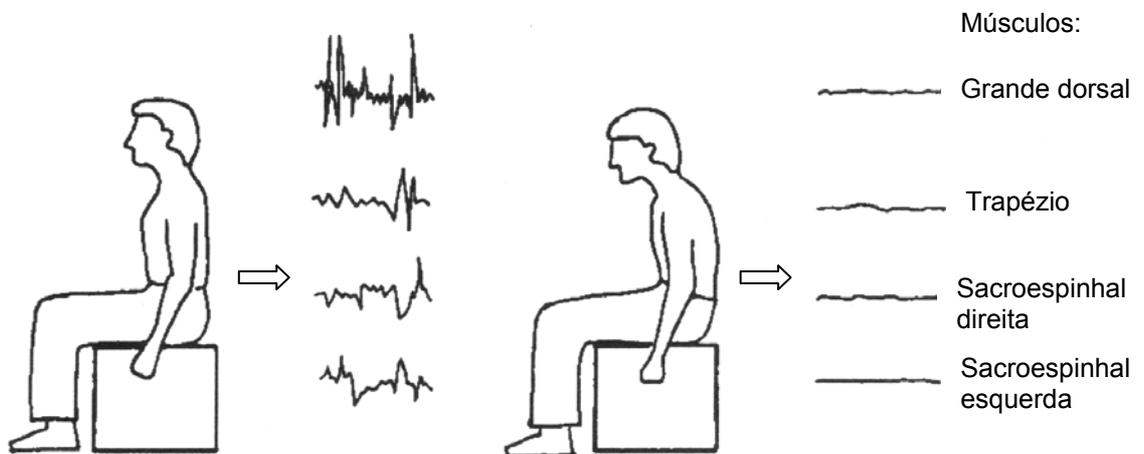


Figura 2: Atividade elétrica (EMG) nos músculos das costas na posição ereta e levemente flexionada à frente.
 Fonte: adaptado (COUTO, 1995, v.1).

Para se obter o melhor ângulo que pudesse conciliar uma pequena pressão nos discos, com baixa atividade muscular, foram feitos estudos com diversas angulações tronco-coxas e seus efeitos nas atividades dos músculos e na pressão dos discos. Com base nos resultados obtidos, chegou-se a conclusão de que ângulos entre 100 e 110 graus entre o tronco e a coxa são os que melhor atendem às duas exigências. Ângulos maiores que 110 graus são até mais favoráveis, porém, geralmente, são incompatíveis com o trabalho a ser realizado (ver Figura 3).

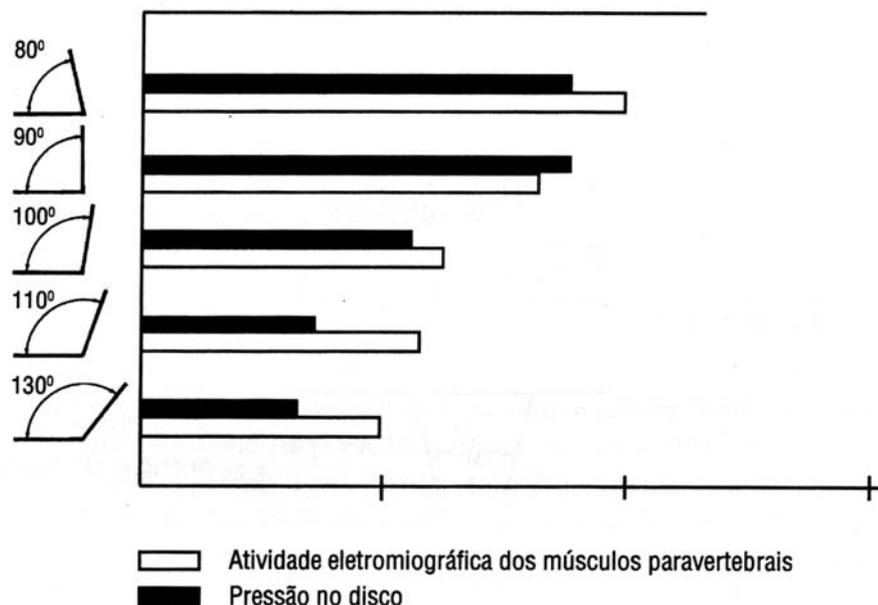


Figura 3: Atividade elétrica (EMG) nos músculos das costas na posição ereta e levemente flexionada à frente.
 Fonte: COUTO, 1995, v.1.

Segundo COUTO (1995), a circulação sanguínea também é prejudicada na posição sentada, pois o retorno de sangue das veias até o coração se torna mais difícil. Nessa posição, a pressão na parte posterior das coxas funciona como um obstáculo, dificultando que o sangue vá até o coração. A distribuição ideal dos pesos na posição sentada é de 50% na base da bacia, 34%, na região posterior das coxas, e 16%, na planta dos pés.

2.4. Recomendações ergonômicas para trabalho na posição sentada

Para trabalhos na posição sentada, algumas recomendações básicas devem ser seguidas, para maior conforto dos usuários (COUTO, 1995; IIDA, 1997; BRANDIMILLER, 2002).

Para a cadeira pode-se citar as seguintes recomendações:

- Deve, sempre que possível, ser estofada, para haver redução da pressão na região posterior das coxas, facilitando a circulação e reduzindo a pressão nos discos intervertebrais.

- A dimensão ântero-posterior do assento não pode ser muito comprida nem muito curta; o tamanho ideal é aquele onde as coxas ficam completamente apoiadas, mas sem compressão da região posterior dos joelhos.

- A borda anterior do assento deve ser arredondada.

- Deve possuir apoio para o dorso.

- O ângulo entre o assento e o apoio dorsal deve ser regulável ou estar posicionado em um ângulo de 100 graus.

- O apoio para o dorso deve ter uma forma que acompanhe as curvaturas da coluna.

- O apoio dorsal alto deve ter a parte superior curvada para trás, a fim de não bloquear os movimentos dos membros superiores, por compressão da ponta da escápula.

- Deve haver espaço na cadeira para acomodar as nádegas.

Para a mesa, deve-se seguir as seguintes recomendações:

- A borda anterior deve ser arredondada.

- Deve haver espaço suficiente para as pernas do trabalhador.

- Deve haver apoio para os pés.

- Deve ser feita de material não reflexivo (nunca utilizar vidro sobre a mesa ou fórmica branca).

No que diz respeito ao mobiliário escolar, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 14006 – “Móveis escolares: assentos e mesas para conjunto aluno de instituições educacionais”, estabelece requisitos mínimos de mesas e cadeiras para instituições de ensino, nos aspectos ergonômicos, de acabamento, identificação, estabilidade e resistência.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do local de estudo

A cidade de Viçosa fica localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, a aproximadamente 225 km da capital Belo Horizonte; seu clima é ameno, com temperatura média anual de 19,4°C e a economia baseia-se na agropecuária, agroindústria e comércio. O município possui uma área de 299 km² e, em 2005, sua população era de 73.121 habitantes (IBGE, 2005). Famosa por abrigar a Universidade Federal de Viçosa, a cidade sempre foi considerada um importante centro educacional brasileiro.

Possui três instituições de ensino superior, sendo uma federal e duas particulares. A Universidade Federal de Viçosa possui 7.965 estudantes, e as escolas particulares de ensino superior 1.064 (IBGE, 2004).

Na cidade existem onze escolas de ensino médio, sendo seis escolas públicas estaduais, uma escola pública federal e quatro escolas particulares, com um total de 3.909 estudantes (IBGE, 2004).

No que diz respeito às escolas de ensino fundamental, que é o objeto de estudo do presente trabalho, dados do IBGE de 2004 mostram que a cidade possui trinta e seis escolas, sendo nove escolas públicas estaduais, dezenove escolas públicas municipais e oito escolas privadas. No ano de 2004, foram realizadas 11.928 matrículas no ensino fundamental, sendo

4.914 em escolas públicas estaduais, 5.050 em escolas públicas municipais e 1.964 em escolas privadas, mostrando que apenas 16,47% dos alunos de ensino fundamental estudam em escolas particulares. As escolas de ensino fundamental possuem um total de 674 docentes, sendo 250 docentes de escolas públicas estaduais, 272 de escolas públicas municipais e 152 de escolas privadas.

3.2. Coleta de dados e amostragem

A presente pesquisa foi realizada em cinco escolas de ensino fundamental, sendo duas escolas públicas municipais e três escolas particulares. A escolha das escolas não foi aleatória, e sim por aceitação da realização da pesquisa pela diretoria e professores.

A coleta de dados para o desenvolvimento do presente trabalho foi realizada no período de agosto de 2005 a maio de 2006. As escolas onde a pesquisa se realizou foram mantidas anônimas, bem como o nome de seus estudantes e funcionários.

Utilizou-se na pesquisa com os estudantes uma amostragem estratificada, sendo 50% de alunos do sexo feminino e 50% do sexo masculino, divididos em oito idades (correspondente a alunos da primeira à oitava séries). Realizada a estratificação, os alunos foram numerados e alguns deles escolhidos em uma tabela de números ao acaso (resultado de uma loteria de números). Assim, todos os elementos da população tiveram igual probabilidade de figurarem a amostra.

Todas as visitas foram agendadas, com antecedência, por telefone ou pessoalmente. As medições e os questionários aplicados foram acompanhadas pelos diretores das escolas ou por professores devidamente autorizados.

3.2.1. Avaliação da satisfação dos alunos em relação aos conjuntos mesa-cadeira utilizados nas escolas

Para a avaliação da satisfação dos alunos, em relação aos conjuntos mesa e cadeira, foram aplicados questionários (check-list) em duzentos e

quarenta estudantes, sendo trinta alunos por série (oito séries), com quinze alunos do sexo feminino e quinze alunos do sexo masculino.

3.2.2. Estudo comportamental dos estudantes durante as aulas

Na avaliação comportamental, foram escolhidos, aleatoriamente, cinco alunos por série, em um total de quarenta, com 50% do sexo feminino e 50%, do sexo masculino.

3.2.3. Levantamento antropométrico da população infanto-juvenil

Para o levantamento antropométrico a amostragem também foi estratificada por sexo e idade; e o tamanho da amostra foi obtido através da equação (IIDA, 1997):

$$n = \left(\frac{t \cdot s}{e} \right)^2$$

Onde:

n = número de sujeitos

t = coeficiente tabelado (distribuição de Student)

s = desvio-padrão

e = precisão estatística desejada

Como o levantamento ainda não havia sido realizado, o desvio padrão (raiz quadrada da variância) não podia ser calculado e, sim, estimado. Por se tratar de uma amostragem estratificada por idade, estimou-se que a variância não seria maior que vinte centímetros para a estatura (para cada idade), obtendo-se um desvio padrão de 4,47.

Foi estabelecida uma precisão de 1,5 centímetros; e o valor t obtido em tabela para esse caso é de 1,99 (IIDA, 1997); então, obteve-se:

$$n = \left(\frac{1,99 \cdot 4,47}{1,5} \right)^2 \quad \Rightarrow \quad n = 35 \text{ pessoas}$$

Assim, para o levantamento antropométrico foram realizadas medições em 280 estudantes, sendo trinta e cinco estudantes por série, 50% do sexo feminino e 50% do sexo masculino.

3.2.4. Levantamento do mobiliário escolar utilizado

Para o levantamento do mobiliário utilizado nas escolas foram medidos os cinco conjuntos mesa-cadeira, utilizados nas escolas. As escolas que possuíam mais de um modelo de carteira escolar, foi medido o conjunto existente em maior número.

3.3. Avaliação da satisfação dos alunos em relação aos conjuntos mesa-cadeira utilizados nas escolas

A primeira etapa do estudo foi estabelecer com os usuários a satisfação dos mesmos em relação às mesas e cadeiras, utilizadas. Para isso, foi utilizado um questionário, adaptação de check-list de COUTO (1995, v.1). O check-list foi entregue aos alunos e, após uma breve explanação, foi respondido diretamente pelos mesmos, por serem os verdadeiros usuários. Foram feitas perguntas simples e objetivas, já que alguns estudantes tinham apenas sete anos de idade. Foram questionados 240 estudantes, sendo 120 do sexo feminino e 120 do sexo masculino, totalizando 30 alunos por série.

O modelo de check-list aplicado se encontra na Tabela 1:

Tabela 1: Modelo de questionário adotado de COUTO (1995, v.1).

Verificação da qualidade ergonômica das cadeiras	Sim	Não
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 com os pés no chão ao mesmo tempo?	1	0
4. O espaço para o apoio do quadril é suficiente para você?	1	0
5. O encosto da sua cadeira é confortável?	1	0
Verificação da qualidade ergonômica das mesas	Sim	Não
6. Você consegue apoiar os cotovelos na mesa sem levantar os ombros?	1	0
7. Você se inclina para frente para apoiar os cotovelos na mesa?	0	1
8. Você consegue cruzar as pernas sem bater no tampo da mesa?	1	0
9. A sua mesa comporta seus materiais escolares?	1	0
10. A mesa e a cadeira de sua escola são unidas?	0	1

Os questionários entregues aos alunos não possuíam o valor atribuído para cada questão a fim de não influenciar as respostas.

Cada pergunta feita no questionário se referia a uma questão de conforto dos conjuntos escolares. A primeira, a segunda e a terceira questão se referem à adequação da altura da cadeira. A quarta questão se refere ao tamanho do assento e a quinta, ao encosto. A sexta, a sétima e a oitava questão se referem à altura da mesa e a nona, ao tamanho do tampo da mesa. E a décima questão diz respeito ao conforto do conjunto, pois conjuntos escolares unidos diminuem sensivelmente a mobilidade dos alunos.

Em ergonomia, a avaliação de um questionário pode ser feita por intermédio da porcentagem de pontos acumulados, sendo que cada questão vale 0 ou 1 ponto, totalizando 10 pontos possíveis. Para a avaliação, foi utilizada a tabulação apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Tabulação para avaliação ergonômica.

91 a 100% dos pontos	Condição ergonômica excelente
71 a 90% dos pontos	Boa condição ergonômica
51 a 70% dos pontos	Condição ergonômica razoável
31 a 50% dos pontos	Condição ergonômica ruim
Menos de 31% dos pontos	Condição ergonômica péssima

Fonte: COUTO, 1995.

3.4. Estudo comportamental dos estudantes durante as aulas

O estudo comportamental dos estudantes durante as aulas teve por objetivo avaliar os principais fatores de cansaço, estresse e distração dos estudantes, bem como esses fatores podem estar relacionados ao mobiliário escolar.

Para a realização dessa análise, foram selecionados cinco alunos por série, em um total de 40 alunos, sendo 20 alunos do sexo feminino e o restante do sexo masculino.

Os alunos selecionados foram observados durante o período de um dia de aula (aproximadamente quatro horas e vinte minutos). Foi elaborada uma lista de possíveis movimentos realizados pelos alunos e o possível fator de estresse relacionado. Cada movimento realizado pelo estudante era anotado em uma planilha de movimentos. A Tabela 3 mostra os movimentos observados e os fatores de estresse relacionados.

Tabela 3: Movimentos observados e os fatores de estresse relacionados.

Estresse relacionado	Movimentos
Sono/cansaço	- bocejar - dormir
Desconforto nos membros inferiores	- colocar pé em apoio - cruzar as pernas - cruzar as pernas sobre o joelho - sentar em cima de uma perna - sentar por cima das duas pernas cruzadas
Desconforto no pescoço e ombros	- relaxar o pescoço - mexer os ombros em movimentos circulares
Cansaço muscular devido à altura da mesa	- inclinar-se para frente para escrever
Sobrecarga nos discos intervertebrais	- espreguiçar - inclinar-se para trás
Dores musculares nas mãos	- estalar os dedos - balançar as mãos
Distração/inquietação	- conversar com colega - levantar sem ser chamado - olhar excessivamente para a mesa do colega - balançar os pés - derrubar material e pegá-lo no chão

Os alunos foram observados durante cinco períodos de aulas corridos, com aproximadamente cinquenta minutos por aula, sendo interrompido apenas pelo horário de intervalo, que ocorria depois de três períodos de aula. As aulas onde os alunos foram observados foram aulas de matérias fundamentais, excluindo aulas de artes, religião, computação e educação física, por se tratarem de matérias onde a movimentação dos alunos é muito maior e poderiam interferir nos resultados.

Para fins de avaliação, os estudantes foram divididos por séries. Foi retirada a média de cada categoria de movimentos executada por cada

grupo de estudantes (cinco em cada grupo), correspondente a uma determinada série.

3.5. Levantamento antropométrico da população infanto-juvenil

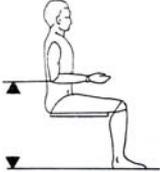
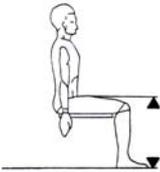
O levantamento antropométrico foi realizado em 280 estudantes, sendo 140, do sexo feminino, e 140, do sexo masculino. A distribuição uniforme entre meninos e meninas se deve ao fato de ter sido observada, nas escolas analisadas, a mesma distribuição.

Para a tomada de medidas antropométricas estáticas da amostra foram utilizados:

- Balança com precisão de 100g.
- Trena, precisão de 0,5 centímetros.
- Esquadro.
- Suta.
- Banco regulável em altura.

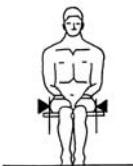
As medidas antropométricas escolhidas para o levantamento são as mais relevantes no que diz respeito ao projeto de mesas e carteiras escolares. As medidas antropométricas analisadas estão listadas na Tabela 4.

Tabela 4: Medidas antropométricas realizadas.

Medidas antropométricas	Descrição	Figura
Peso	Peso do indivíduo tomado com balança de precisão, sem calçados.	
Estatura	Distância vertical do vértice (vertex) ao solo	
Altura do cotovelo, sujeito sentado	Distância vertical da ponta do cotovelo, com o antebraço flexionado em 90° com o braço, ao solo	
Altura das coxas, sujeito sentado	Distância vertical do plano mais superior das coxas ao solo	
Altura popliteal, sujeito sentado	Distância vertical da curva interna do joelho (cavidade popliteal) ao solo	
Altura do ombro, sujeito sentado	Distância vertical do ombro, no acrômio, ao solo	

(continua...)

Tabela 4, continuação: Medidas antropométricas realizadas.

Medidas antropométricas	Descrição	Figura
Profundidade nádega-popliteal, sujeito sentado	Distância pósterio anterior do plano de referência à curva interna do joelho (cavidade popliteal)	
Profundidade nádega-joelho, sujeito sentado	Distância pósterio-anterior do plano de referência ao ponto mais anterior da rótula	
Largura bideltóide, sujeito sentado	Distância horizontal máxima entre as superfícies mais laterais dos músculos deltóides	
Largura tórax entre axilas, sujeito sentado	Distância horizontal entre as axilas	
Largura do quadril, sujeito sentado	Distância horizontal entre as superfícies mais laterais do corpo, na região dos trocanteres maiores, estando o sujeito sentado	
Altura do tórax, sujeito sentado	Distância vertical do tórax, ao nível dos mamilos, ao solo	
Altura do assento	Distância entre o tampo do assento ao solo	—

Fonte: adaptado (INT, 1988).

3.6. Mobiliário escolar

Para o levantamento do mobiliário escolar utilizado, foram retiradas as medidas dos conjuntos mesa-cadeira das cinco escolas analisadas. Para a retirada das medidas, foi utilizada uma trena, com precisão de cinco milímetros. Foram também observados os tipos de materiais dos quais os conjuntos escolares são feitos. Para a análise foram realizados desenhos esquemáticos do mobiliário.

Para avaliar a qualidade do mobiliário escolar encontrado foi usado, como base, a NBR 14006, pois é a única fonte de informações disponível para fabricantes e usuários.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos fatores que dificultam a compra de conjuntos mesa/cadeira do tamanho adequado para os alunos são os variados tamanhos existentes; além disso, a NBR 14006 indicar seis diferentes tamanhos. Para uma escola que atende alunos de primeira à oitava séries do ensino fundamental, isso se torna inviável. Um número razoável seria de dois modelos: um, para atender crianças de primeira à quarta séries do ensino fundamental e outro, para atender aos estudantes da quinta à oitava série. Posteriormente, poder-se-ia pensar em outro tamanho para alunos de primeira à terceira séries do ensino médio.

Para fins de avaliação, os alunos foram divididos em dois grupos: estudantes de primeira à quarta séries e estudantes de quinta à oitava séries; essa separação só não foi realizada na avaliação da satisfação dos alunos, pois, nesse caso, procurou-se ter um resultado amplo de avaliação.

4.1. A avaliação da satisfação dos alunos em relação aos conjuntos mesa-cadeira utilizados nas escolas

A avaliação da satisfação dos alunos em relação aos conjuntos mesa-cadeira, utilizados nas escolas, foi feita por meio de um questionário. O resultado dos questionários aplicados em duzentos e quarenta estudantes encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5: Resultado da avaliação da satisfação dos alunos em relação aos conjuntos mesa-cadeira.

PERGUNTAS FEITAS AOS ESTUDANTES	RESPOSTAS	
	SIM	NÃO
Verificação da qualidade ergonômica das cadeiras		
1. Quando você está sentado, consegue apoiar os pés totalmente no chão?	64,17%	35,83%
2. Sua carteira possui apoio para os pés?	0%	100%
3. Você consegue ficar sentado apoiando as costas no encosto da cadeira e com os pés no chão ao mesmo tempo?	59,17%	40,83%
4. O espaço para o apoio do quadril é suficiente para você?	85,00%	15,00%
5. O encosto da sua cadeira é confortável?	22,08%	77,92%
Verificação da qualidade ergonômica das mesas	Sim	Não
6. Você consegue apoiar os cotovelos na mesa sem levantar os ombros?	70,00%	30,00%
7. Você se inclina para frente para apoiar os cotovelos na mesa?	89,12%	10,88%
8. Você consegue cruzar as pernas sem bater no tampo da mesa?	51,67%	48,33%
9. A sua mesa comporta seus materiais escolares?	30,83%	69,17%
10. A mesa e a cadeira de sua escola são unidas?	10,00%	90,00%

Com os resultados obtidos, foi possível classificar a qualidade ergonômica das carteiras como ruim, pois apenas 48,37% dos pontos foram obtidos, segundo COUTO, 1995 (Tabela 2), entre 31% a 50% dos pontos a classificação é de condição ergonômica ruim. Para fins de avaliação, alguns resultados são passíveis de discussão, como o fato de 40,83% dos alunos não conseguirem ficar sentados, apoiando as costas no encosto da cadeira e com os pés no chão ao mesmo tempo. Isso claramente indica que a altura

das cadeiras está acima da ideal. Se existisse apoio para os pés, esse problema poderia ser contornado; no entanto, como foi verificado, nenhuma das carteiras escolares possuía esse apoio, o que leva os estudantes a apoiar os pés em suas mesas ou na cadeira do aluno sentado à sua frente, como foi verificado na análise comportamental.

Outro fator pertinente foi a indicação de 15% dos estudantes considerarem o assento das cadeiras pequeno. Esse dado, no entanto, não é uma total surpresa, devido ao aumento da estatura dos estudantes e de um problema que já se tornou de interesse das autoridades de saúde pública: a obesidade infantil. Mesmo sabendo que a obesidade não é saudável para as crianças, a segregação que o tamanho da cadeira pode oferecer também não é o ideal. Ignorar essa população do tamanho das carteiras escolares pode ser caracterizado como um modo de discriminação.

Naquilo que diz respeito ao conforto do encosto da cadeira, surpreendeu o fato de 77,92% dos estudantes terem respondido que acham os encostos desconfortáveis. Apesar de ser uma pergunta subjetiva, foi a maneira mais simples de se avaliar os encostos, pois seria muito difícil realizar perguntas relativas à anatomia humana para crianças, com apenas sete anos de idade. Estima-se que esse resultado se deve ao fato de muitas crianças preferirem escrever inclinados sobre a mesa do que com as costas no encosto da cadeira (como foi verificado nas perguntas subseqüentes e na análise comportamental).

Foi verificado que, para 30% dos estudantes, a altura da mesa é muito grande, pois eles não conseguem apoiar os cotovelos sem elevar os ombros. Mesmo que para 70% dos alunos o tamanho da mesa não seja elevado, 89,12% dos estudantes se inclinam para a frente para apoiar os braços na mesa (posição para escrita). Esse dado oferece indícios de que a proporção mesa/cadeira não está adequada. Outro fator que indica isso é que 48,33% dos estudantes disseram que frequentemente batem com o joelho ou a perna no tampo da mesa ao cruzarem as pernas.

Para 69,17% dos estudantes, o tamanho do tampo das mesas não é o ideal, pois é freqüente materiais caírem no chão durante as aulas, devido à falta de espaço.

Em apenas uma das cinco escolas analisadas foram encontrados mesas e cadeiras unidas, formando um conjunto estático. Esse tipo de conjunto não é especificado na NBR 14006 e não existe nenhuma norma ou portaria do Ministério da Educação especificando que esse tipo de conjunto escolar é inadequado; no entanto, esse tipo de carteira diminui sensivelmente a mobilidade dos alunos. Para os estudantes que utilizam esse tipo de mobiliário as maiores queixas são a proximidade da junção das carteiras com as pernas, o que gera batidas desagradáveis e o fato da mesma carteira não atender a destros e canhotos. Foi verificado que, nas escolas analisadas, 12% dos alunos são canhotos, e que na escola onde o mobiliário é unido não existe número suficiente de carteiras para esses alunos.

4.2. Análise comportamental dos estudantes durante as aulas

Os alunos foram avaliados em categorias de movimentos e seus respectivos fatores de estresse. O primeiro fator observado foi o sono/cansaço. Nessa categoria, estão o ato de bocejar e dormir. Bocejar é uma ação muito comum entre os estudantes, independentemente de o período escolar ser matutino ou vespertino. Já dormir não é muito comum, mas ocorre, principalmente com estudantes do período matutino, que se inicia às sete horas da manhã. Apesar de o fator sono/cansaço não estar relacionado com a ergonomia das carteiras escolares, ele foi aqui citado por ser muito comum no comportamento dos estudantes. A Figura 4 mostra o número médio de repetições dos movimentos realizados em cada um dos cinco períodos de aula em alunos de primeira à quarta séries (grupo 1); a Figura 5 mostra o número de repetições realizadas por alunos da quinta à oitava séries (grupo 2).

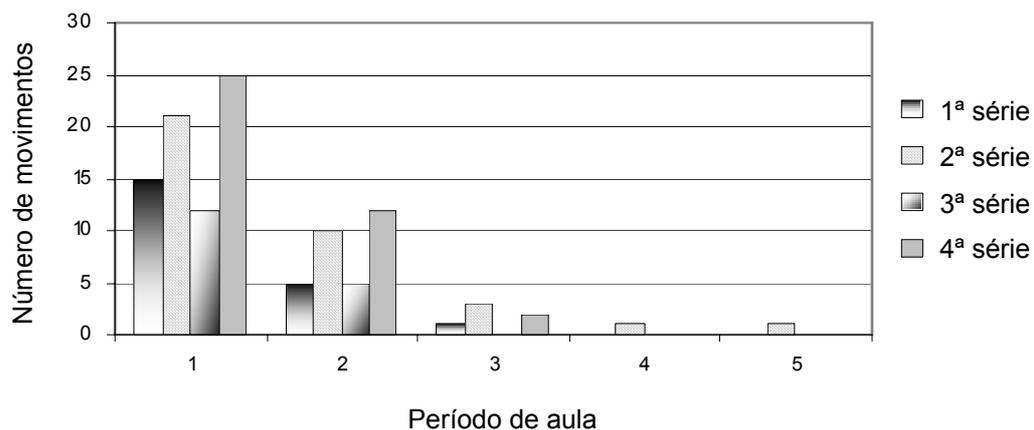


Figura 4: Análise comportamental sono/cansaço do grupo 1.

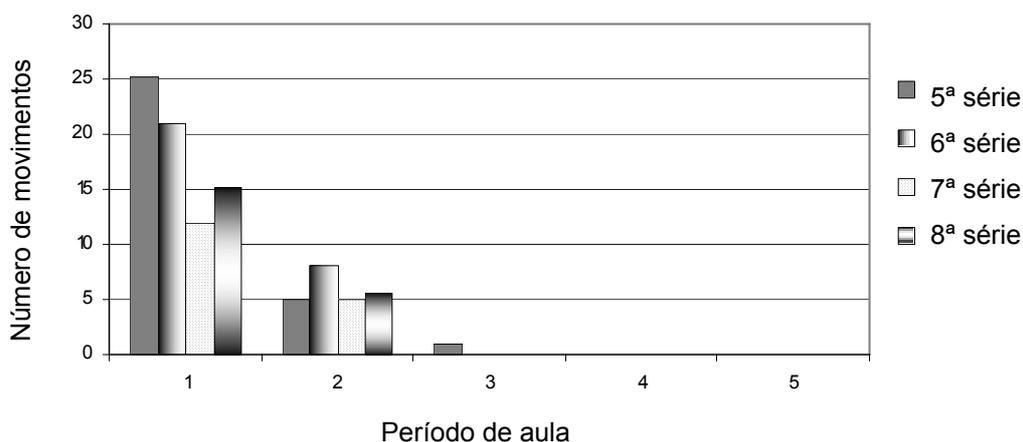


Figura 5: Análise comportamental sono/cansaço do grupo 2.

Os dados das Figuras 4 e 5 mostram a tendência interessante de os alunos estarem muito sonolentos durante os dois primeiros períodos de aula; no terceiro, quarto e quinto períodos de aula os movimentos relacionados a sono/cansaço tiveram pouca ocorrência. Apesar de o fator sono/cansaço não estar diretamente relacionado a aspectos ergonômicos, esse pode ser um dado importante, principalmente para os professores, que devem evitar aulas menos participativas no primeiro e segundo períodos de aulas, onde a atenção dos alunos está muito dispersa, devido à sonolência.

As Figuras 6 e 7 se referem ao desconforto nos membros inferiores, possivelmente causado pela diminuição da circulação nas pernas, devido ao tamanho inadequado das cadeiras. Estão dentro desse grupo os movimentos como colocar pé em apoio, cruzar as pernas e sentar em cima das pernas.

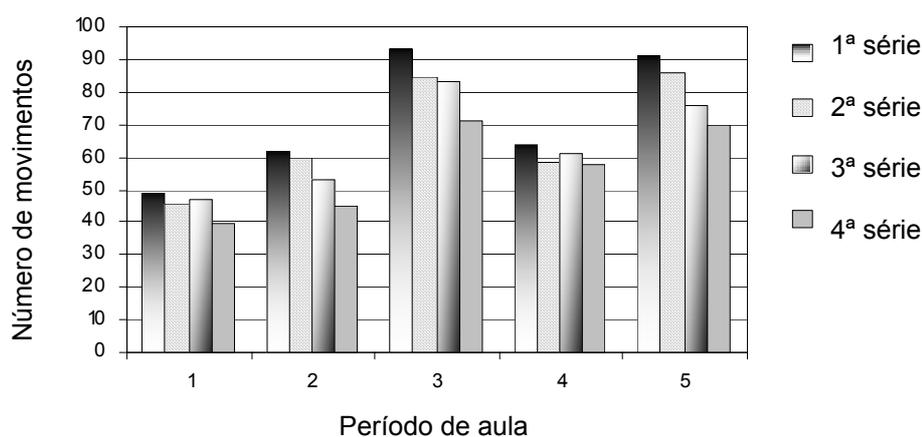


Figura 6: Desconforto nos membros inferiores do grupo 1.

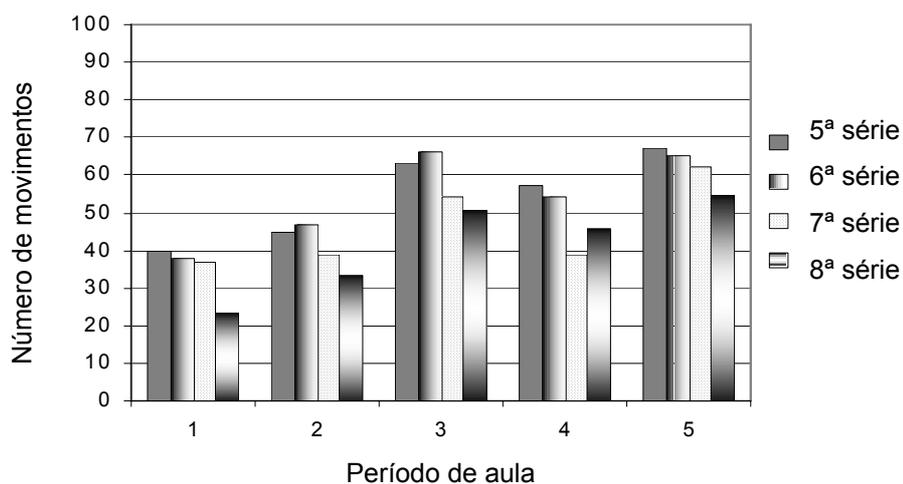


Figura 7: Desconforto nos membros inferiores do grupo 2.

Como pode ser observado nas Figuras 6 e 7, nos dois grupos de estudantes há sempre um crescimento do desconforto nos membros inferiores nos três primeiros períodos de aula, já no quarto período há uma diminuição, provavelmente causada pelo fato de os alunos estarem mais descansados após o intervalo, que ocorre após o terceiro período de aula. No quinto período, os movimentos aumentam novamente.

Foi verificado, também, que as crianças da primeira série são as que mais movimentam as pernas, provavelmente porque a altura da cadeira é excessivamente grande para esses alunos, fazendo com que os mesmos procurem um apoio para os pés. Pode-se observar, também, que, quanto mais velhos os estudantes, há uma diminuição do número de movimentos com as pernas, sugerindo que as cadeiras são mais confortáveis para alunos de maior estatura.

As Figuras 8 e 9 se referem aos movimentos relacionados ao desconforto no pescoço e ombros, como relaxar o pescoço, fazendo movimentos circulares com a cabeça e movimentar os ombros de forma circular, para os grupos 1 e 2 respectivamente. Esse desconforto pode surgir devido à postura estática mantida por longos períodos ou pelo movimento repetitivo de debruçar-se e levantar-se sobre a mesa.

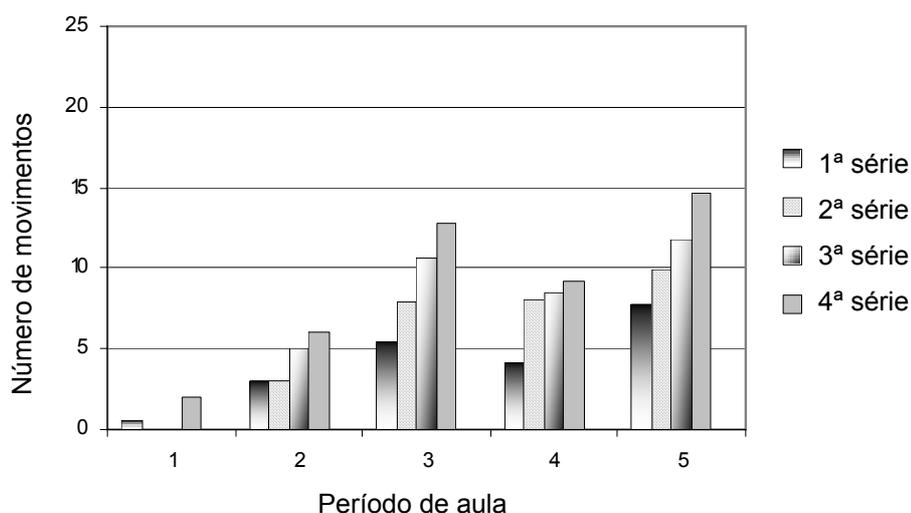


Figura 8: Desconforto no pescoço e ombros do grupo 1.

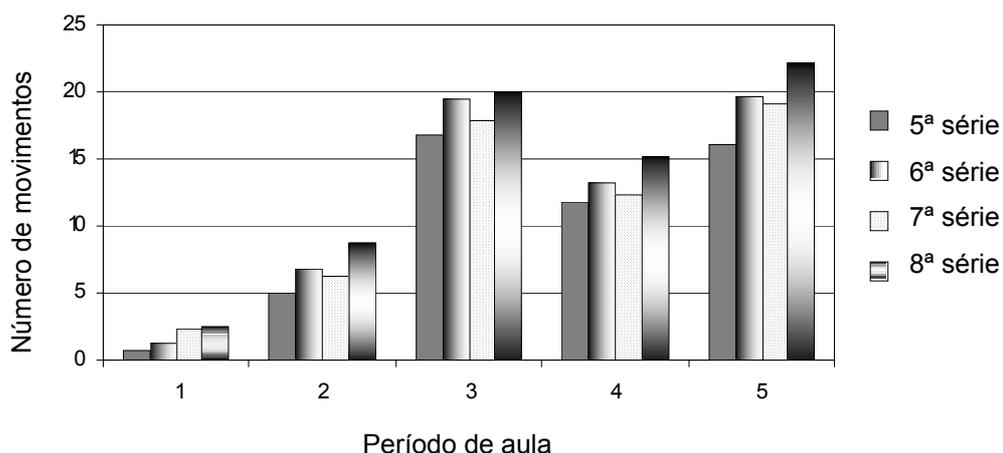


Figura 9: Desconforto no pescoço e ombros do grupo 2.

Quanto ao desconforto no pescoço e ombro, pode-se verificar a mesma tendência de crescimento nos três primeiros períodos, com uma ligeira diminuição do quarto período e aumento, novamente, no quinto período; no entanto, as crianças maiores tendem a ter um desconforto também maior na região dos ombros e pescoço. Isso pode ser atribuída à altura da mesa que não é adequada para alunos de maior estatura, forçando-os a se inclinar sobre a mesa para escrever. Esse movimento de debruçar e levantar pode causar dores musculares nos ombros, pescoço e coluna.

As Figuras 10 e 11 mostram os resultados dos movimentos realizados ligados à altura da mesa, que são os movimentos de debruçar e levantar o dorso, dos grupos 1 e 2, respectivamente. Esse tipo de movimento é muito comum entre os estudantes, o que ainda é agravado pelo fato de muitas vezes eles olharem para o quadro (professor), enquanto estão realizando esse movimento. Esse tipo de ação pode causar dores musculares nas costas, ombro e pescoço, além de aumentar, sensivelmente, a atividade muscular nessa região e aumentar a pressão intervertebral da coluna cervical.

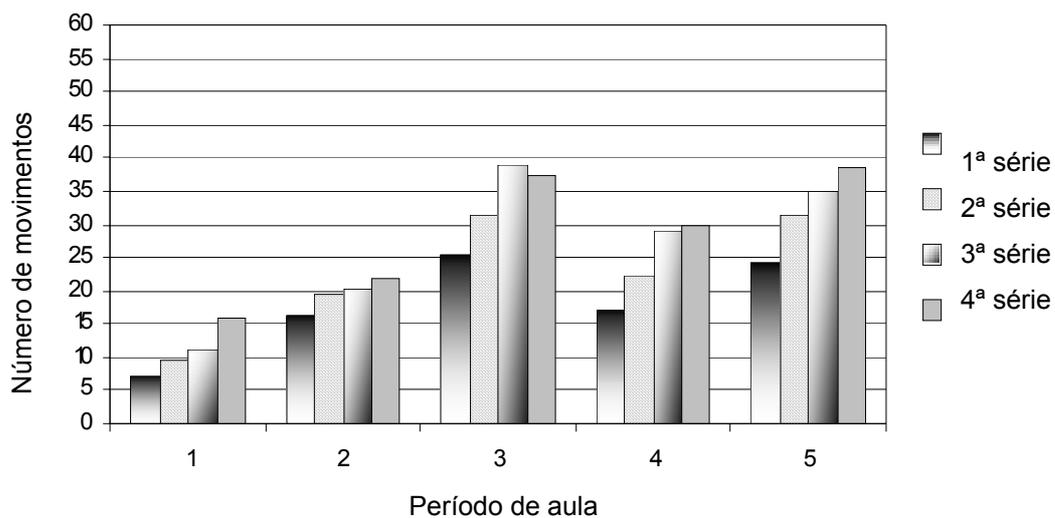


Figura 10: Dores musculares nas costas do grupo 1.

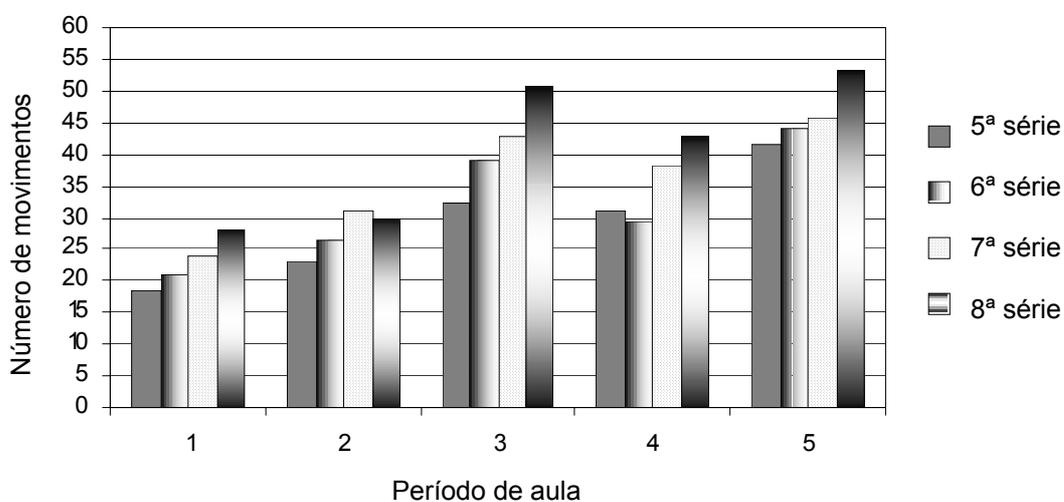


Figura 11: Dores musculares nas costas do grupo 2.

Como mostram as Figuras 10 e 11, há uma tendência de diminuição no número de repetições, após o intervalo de aula. Assim como nos movimentos que causam desconforto nos ombros e pescoço, há uma tendência de crescimento de número de ações com o aumento da estatura

dos estudantes. Isso pode ser explicado pelos movimentos do ombro e pescoço que estão intimamente ligados aos movimentos de debruçar e levantar. Pode-se verificar que os alunos mais afetados são os alunos das sétimas e oitavas séries.

As Figuras 12 e 13 estão relacionadas aos movimentos para aliviar a sobrecarga nos discos intervertebrais da coluna cervical. As pessoas tendem a espreguiçar-se e a se inclinar para trás no encosto da cadeira a fim de alongar a musculatura das costas para aliviar a dor causada pela compressão discal.

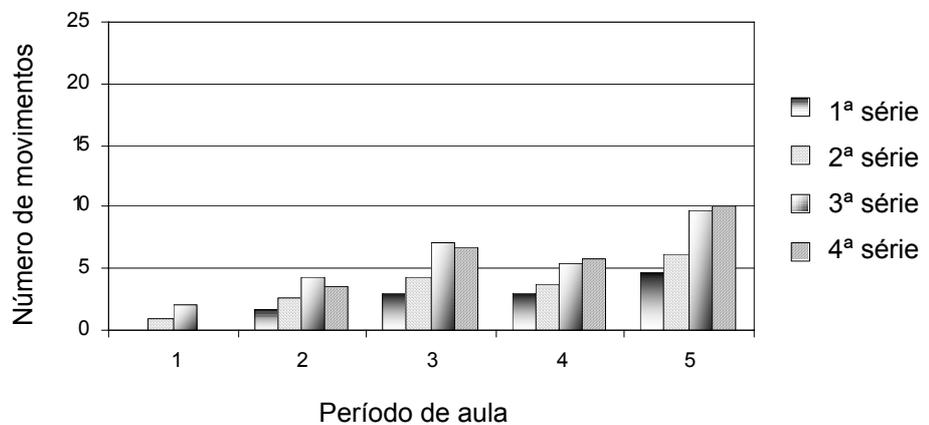


Figura 12: Sobrecarga discal do grupo 1.

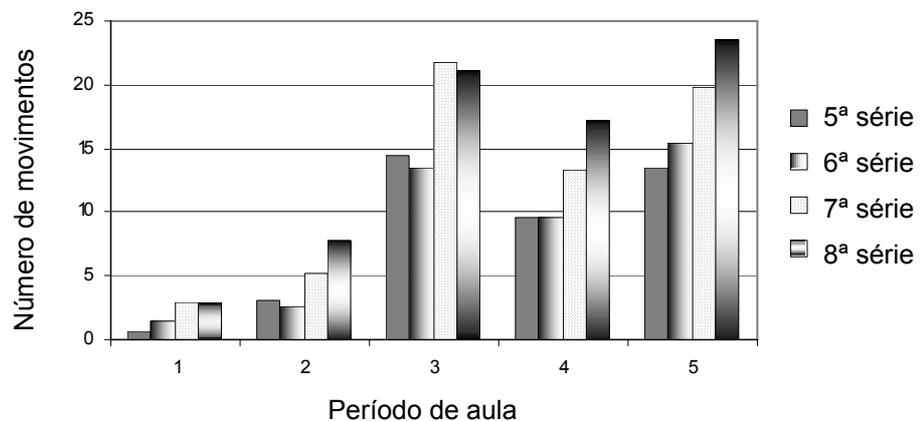


Figura 13: sobrecarga discal, grupo 2.

Os movimentos relativos às Figuras 8, 9, 10 e 11 estão intimamente relacionados com as Figuras 12 e 13 por se tratarem de ações correlacionadas. Por isso seus comportamentos são tão semelhantes; no entanto, pode-se verificar que o número de movimentos realizados pelas crianças menores é bem reduzido. Esse comportamento pode ser atribuído ao fato de as crianças menores serem certamente mais leves, o que pode diminuir a pressão entre os discos da coluna.

As Figuras 14 e 15 são relativas aos movimentos de relaxamento das mãos, dos grupos 1 e 2. Apesar de as dores musculares nas mãos não estarem diretamente relacionadas a fatores ergonômicos das mesas, optou-se por abordar esse assunto, pois tampo de mesas com quinas em ângulos vivos causam compressão de músculos e vasos sanguíneos do antebraço. Por isso, pode-se dizer que os movimentos repetitivos causam dores nas mãos, e a ergonomia da mesa pode influenciar no aumento desse tipo de dor.

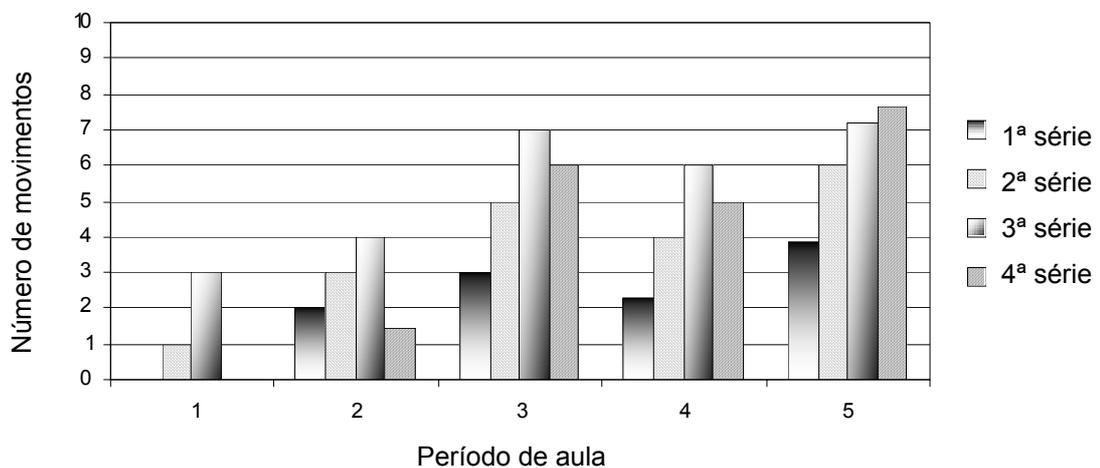


Figura 14: Dores musculares nas mãos do grupo 1.

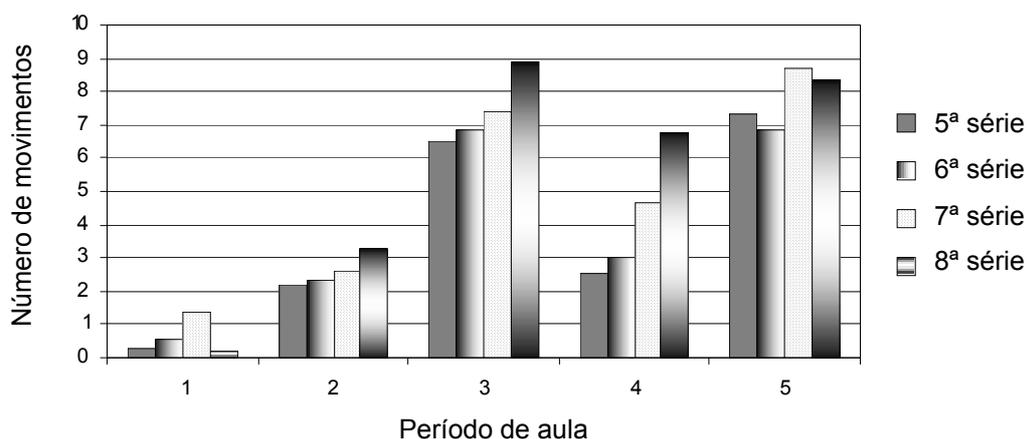


Figura 15: Dores musculares nas mãos do grupo 2.

Os movimentos relativos às dores musculares nas mãos seguem os mesmos padrões dos movimentos apresentados anteriormente; no entanto, aqui se pode ver que os movimentos de relaxamento da musculatura das mãos aumentam de acordo com a série em que o aluno estuda.

As Figuras 16 e 17 se referem aos fatores de distração, dos grupos 1 e 2. Os fatores de distração não estão diretamente relacionados com a ergonomia das carteiras escolares, mas, como já foi dito no presente trabalho, eles podem ser influenciados pela falta de conforto dos alunos. Como pode ser observado nas figuras, os estudantes mais novos tendem a se

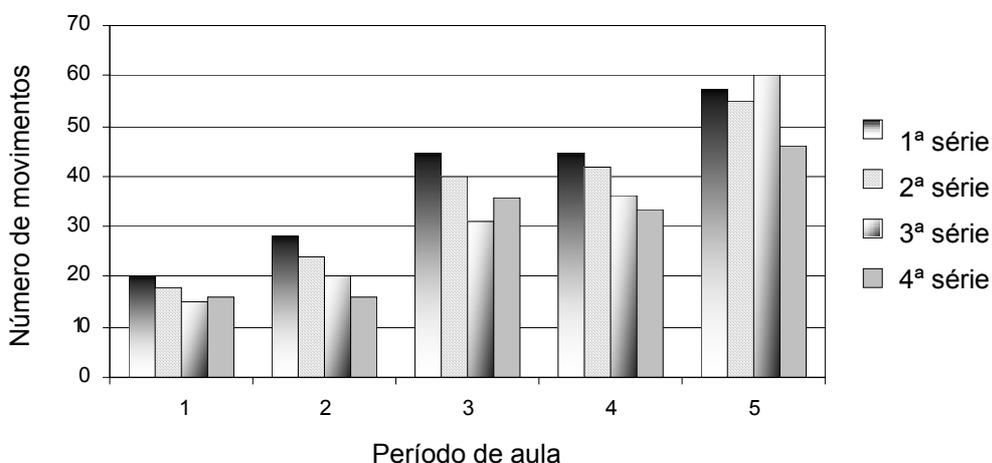


Figura 16: Fatores de distração do grupo 1.

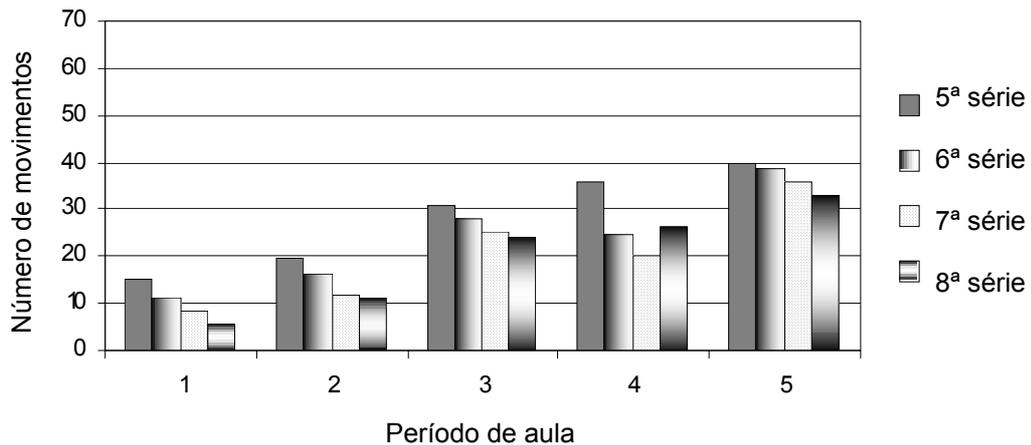


Figura 17: Fatores de distração do grupo 2.

O estudo realizado teve por objetivo verificar os tipos de movimentos feitos pelos estudantes e as possíveis correlações com os aspectos ergonômicos do mobiliário escolar. Muitos dos movimentos podem não ter uma relação direta com a ergonomia, mas o que se pode afirmar é que pessoas, em ambientes ergonomicamente ruins, tendem a realizar trabalho de forma menos eficaz, sendo mais susceptíveis a erros e, no caso apresentado, dificultando a aprendizagem.

A análise comportamental dos estudantes pode auxiliar não só no projeto de carteiras escolares ergonomicamente mais eficientes (informando os fatores que causam mais desconforto aos alunos), como também pode auxiliar as escolas na formação de sua grade de ensino (indicando quais os períodos onde os alunos estão menos atentos ou se, na verdade, uma grade com mais intervalos aumentaria o rendimento dos alunos em sala de aula).

4.3. Levantamento antropométrico da população infanto-juvenil

O levantamento antropométrico realizado foi dividido por faixas etárias, correspondentes às séries à qual os alunos pertencem. Na Tabela 6, estão as medidas dos alunos de 7 a 10 anos, correspondentes a estudantes de primeira a quarta séries. As medidas de peso estão em quilogramas; as demais medidas em centímetros.

Os dados apresentados estão indicados em percentis; para atender a 90% da população estudada, os percentis entre 5 e 95 são os que devem ser observados com mais atenção. Também foram colocados os valores máximos e mínimos das medidas encontradas.

Tabela 6: Levantamento antropométrico da população de 7 a 10 anos de idade.

Medidas de antropometria estática	Percentil			Valores	
	5%	50%	95%	Mín.	Máx.
Peso (kg)	25,1	33,4	50,8	22	65
Estatura (cm)	121	133,5	149	118	155,5
Altura do cotovelo, sujeito sentado (cm)	45	51	56	37,5	61
Altura das coxas, sujeito sentado (cm)	41	45	51	37,5	52
Altura popliteal, sujeito sentado (cm)	30	34	39	26	40
Altura do ombro, sujeito sentado (cm)	70	76,5	85,5	67	88
Profundidade nádega-popliteal, sujeito sentado (cm)	33	38	46	32	49
Profundidade nádega-joelho, sujeito sentado (cm)	40	48	54	31,5	56
Largura bideltóide, sujeito sentado (cm)	28	33	39	27	44,5
Largura do tórax entre as axilas, sujeito sentado (cm)	20	22,5	27	18,5	39
Largura do quadril, sujeito sentado (cm)	23	27	34	23	42
Altura do tórax, sujeito sentado (cm)	49	55	62	48	62,5

Na Tabela 7, estão relacionadas as medidas antropométricas das crianças de 11 a 14 anos, correspondentes aos alunos de quinta a oitava séries do Ensino Fundamental.

Tabela 7: Levantamento antropométrico da população de 11 a 14 anos de idade.

Medidas de antropometria estática	Percentil			Valores	
	5%	50%	95%	Mín.	Máx.
Peso (kg)	33	49,5	72	32	102
Estatura (cm)	142	159,5	179	136	183
Altura do cotovelo, sujeito sentado (cm)	52,5	60,5	68	51,5	74
Altura das coxas, sujeito sentado (cm)	49	53	59	45,5	63
Altura popliteal, sujeito sentado (cm)	37	41,5	46	35,5	48
Altura do ombro, sujeito sentado (cm)	82	90	101	80	109
Profundidade nádega-popliteal, sujeito sentado (cm)	43	47	52	39	58
Profundidade nádega Joelho, sujeito sentado (cm)	50	56	62	46	68
Largura bideltóide, sujeito sentado (cm)	33	38	44	32	50
Largura do tórax entre as axilas, sujeito sentado (cm)	22	26	32,5	21	36
Largura do quadril, sujeito sentado (cm)	27	32,5	41,5	26	49
Altura do tórax, sujeito sentado (cm)	57	65	73	53,5	79

A Tabela 8 mostra a média, a variância e o desvio padrão de cada uma das medidas antropométricas analisadas dos alunos de 7 a 10 anos, referente aos alunos de primeira a quarta séries do Ensino Fundamental.

Tabela 8: Média, variância e o desvio padrão das medidas antropométricas analisadas dos alunos de 7 a 10 anos.

Medidas antropométricas estáticas	Média	Variância	Desvio Padrão
Peso (kg)	34,46	61,85	7,86
Estatura (cm)	134,39	71,54	8,46
Altura do cotovelo, sujeito sentado (cm)	50,49	14,23	3,77
Altura das coxas, sujeito sentado (cm)	45,41	9,92	3,15
Altura popliteal, sujeito sentado (cm)	34,62	6,82	2,61
Altura do ombro, sujeito sentado (cm)	77,14	21,34	4,62
Profundidade nádega-popliteal, sujeito sentado (cm)	38,94	12,63	3,55
Profundidade nádega-joelho, sujeito sentado (cm)	45,76	17,09	4,13
Largura bideltóide, sujeito sentado (cm)	32,68	9,83	3,13
Largura do tórax entre as axilas, sujeito sentado (cm)	23,20	7,60	2,76
Largura do quadril, sujeito sentado (cm)	27,61	14,49	3,81
Altura do tórax, sujeito sentado (cm)	55,25	14,71	3,83

A Tabela 9 mostra a média, a variância e o desvio padrão de cada uma das medidas antropométricas analisadas dos alunos de 11 a 14 anos, referentes aos alunos de primeira a quarta séries do Ensino Fundamental.

Tabela 9: Média, variância e o desvio padrão das medidas antropométricas analisadas dos alunos de 11 a 14 anos.

Medidas antropométricas estáticas	Média	Variância	Desvio Padrão
Peso (kg)	50,08	136,76	11,69
Estatura (cm)	158,93	102,54	10,13
Altura do cotovelo, sujeito sentado(cm)	60,05	22,76	4,77
Altura das coxas, sujeito sentado (cm)	53,04	10,76	3,28
Altura popliteal, sujeito sentado (cm)	41,41	6,60	2,57
Altura do ombro, sujeito sentado (cm)	90,90	38,36	6,19
Profundidade nádega-popliteal, sujeito sentado (cm)	47,14	9,70	3,11
Profundidade nádega-joelho, sujeito sentado (cm)	55,74	13,05	3,61
Largura bideltóide, sujeito sentado	38,08	10,27	3,20
Largura do tórax entre as axilas, sujeito sentado (cm)	26,49	8,63	2,94
Largura do quadril, sujeito sentado (cm)	33,47	18,77	4,33
Altura do tórax, sujeito sentado (cm)	65,19	25,48	5,05

As medidas antropométricas realizadas auxiliam no processo de definição de critérios para a padronização do mobiliário escolar. Mesmo com uma amostra relativamente pequena, pode-se observar que, para a maioria das medidas realizadas, o tamanho da amostra foi satisfatório, pois para crianças de 7 a 10 anos, apenas as medidas de peso, estatura e altura do ombro tiveram o desvio padrão acima de 4,47, desvio estimado para calcular o tamanho da amostra. Para os estudantes de 11 a 14 anos, as

medidas de peso, estatura, altura do ombro, altura do cotovelo e altura do tórax, tiveram o desvio padrão acima do esperado; no entanto, é importante salientar que, apesar da grande variação de estatura e peso, as demais medidas antropométricas não possuem a mesma intensidade de variação. Esse resultado foi interessante, pois apesar de se ter crianças com estaturas tão diferentes, as proporções corporais não sofrem tanta variação, o que favorece o processo de criação de critérios para a padronização do mobiliário escolar.

4.4. Levantamento do mobiliário escolar

O levantamento do mobiliário escolar utilizado nas escolas está representado pelos desenhos esquemáticos apresentados, onde as principais medidas estão indicadas. É pertinente salientar que, em nenhuma das escolas visitadas, existiam tamanhos de conjuntos escolares diferentes para as diferentes séries. Para avaliar a qualidade do mobiliário escolar foi usada como base a NBR 14006, considerada a única fonte de informações à esse respeito disponível para fabricantes e usuários. As Tabelas 10 e 11 mostram algumas das medidas pertinentes para a avaliação do mobiliário escolar. As medidas apresentadas encontram-se na NBR 14006 – “Móveis escolares: assentos e mesas para conjunto aluno de instituições educacionais”. Mais informações sobre a NBR 14006 no Anexo 1.

Tabela 10: Dimensões da mesa (em milímetros).

Dimensão da mesa						
Identificação do tamanho	1	2	3	4	5	6
Faixas e estatura	Até 1000	1000 a 1300	1300 a 1480	1480 a 1620	1620 a 1800	Acima de 1800
Largura mínima do tampo	600					
Altura do tampo (tolerância ± 10 mm)	460	520	580	640	700	760
Profundidade mínima do tampo	450					

Fonte: Adaptado ABNT, 2003.

Tabela 11: Dimensões da cadeira (em milímetros).

Dimensão da cadeira						
Identificação do tamanho	1	2	3	4	5	6
Faixas e estatura	Até 1000	1000 a 1300	1300 a 1480	1480 a 1620	1620 a 1800	Acima de 1800
Largura mínima do assento	330			390		
Largura mínima do encosto	300			350		
Altura do assento (tolerância ± 10 mm)	260	300	340	380	420	460
Altura máxima do vão entre a superfície do assento e a base do encosto	120	130	150	160	170	190
Altura até a borda superior do encosto (mínimo e máximo)	210 250	250 280	280 310	310 330	330 360	360 400
Profundidade efetiva do assento (tolerância ± 10 mm)	260	290	330	360	380	400
Ângulo entre assento e encosto (em graus)	95° a 106°					

Fonte: Adaptado ABNT, 2003.

A Figura 18 mostra a mesa 1, com vista superior, vista lateral e vista frontal. Todas as medidas estão em milímetros.

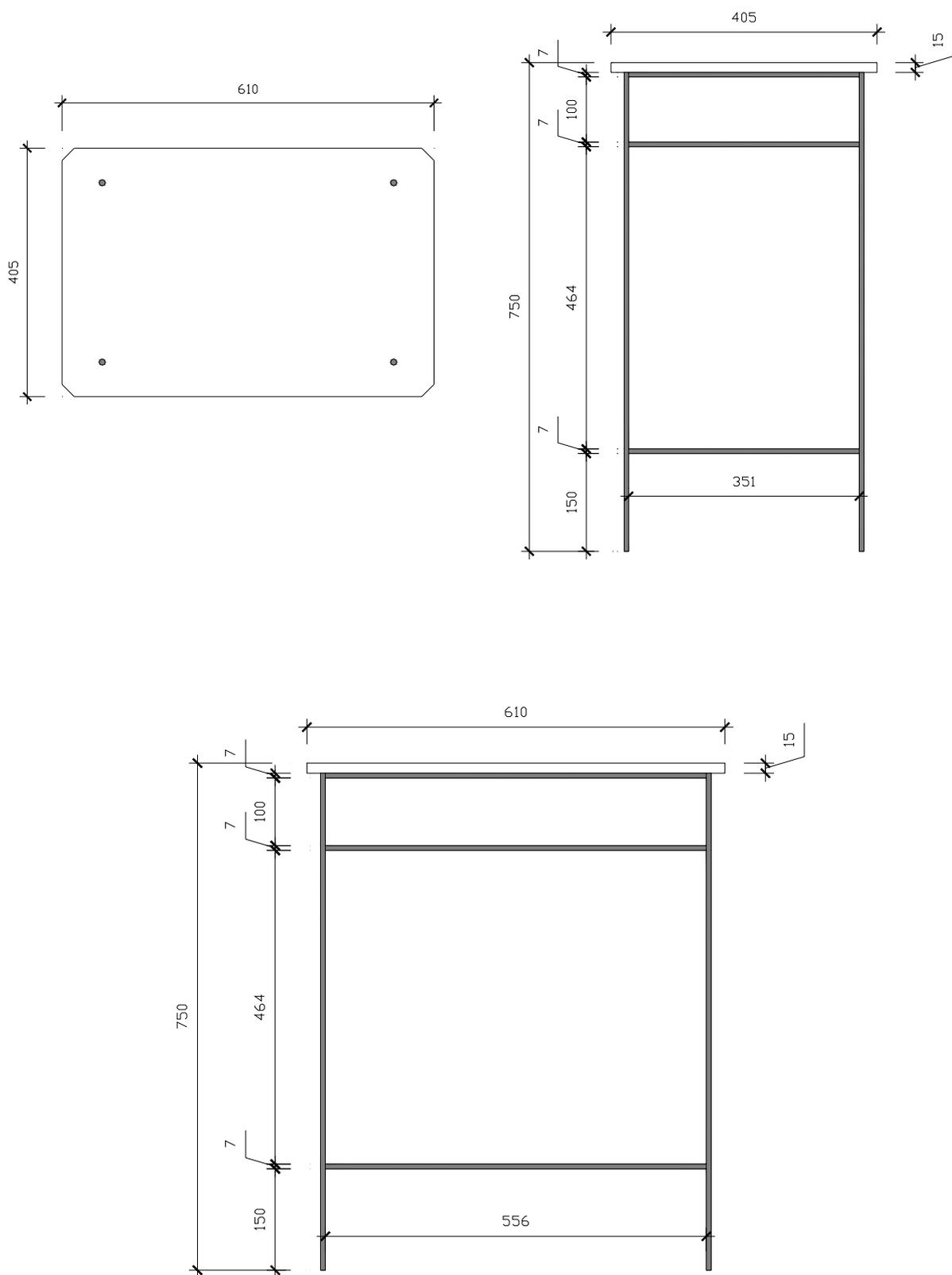


Figura 18: Mesa 1 com vista superior, lateral e frontal.

No que diz respeito à constituição da mesa 1, seu tampo é feito de compensado, revestido na parte superior de fórmica na cor marfim. Sua estrutura é feita de ferro tubular, pintado de preto.

Sobre o tampo, é importante salientar que existem quatro rebites salientes sobre ele, o que pode prejudicar o apoio de cadernos e a escrita. A largura do tampo está dentro das recomendações da NBR 14006, que indica largura mínima de 600 milímetros. A norma indica a profundidade mínima do tampo de 450 milímetros, embora a profundidade encontrada fosse de 405 mm. O tampo também possui bordas chanfradas, o que não é recomendado pela norma, segundo a mesma, as bordas deveriam ser arredondadas.

A altura do tampo da mesa, segundo a norma, possui seis variações, de 460 a 760 mm. A tolerância adotada pela NBR é de ± 10 milímetros (ver Tabela 10), o que indica que a mesa 1 não está dentro de nenhuma das dimensões indicadas na norma, já que as mais próximas são de 700 mm e 760 mm de altura. É pertinente falar que a altura de 760 mm para o tampo, mencionada na NBR 14006, é indicada para estudantes acima de 1,80 metros.

Os resultados obtidos indicam claramente que a mesa 1 está fora dos padrões da norma, possuindo uma largura do tampo insuficiente e uma altura demasiadamente elevada para a maioria dos alunos.

É importante salientar que a haste de ferro a 150 milímetros do chão, utilizada para dar estabilidade à mesa, apesar de ser utilizada pelos estudantes como um apoio para os pés, pode, neste caso, causar ferimentos devido à pequena largura da mesa, tornando-se um local fácil de se bater os tornozelos.

A Figura 19 mostra a cadeira 1, com vista superior, frontal e lateral. A cadeira 1 faz conjunto com a mesa 1. Todas as medidas estão em milímetros.

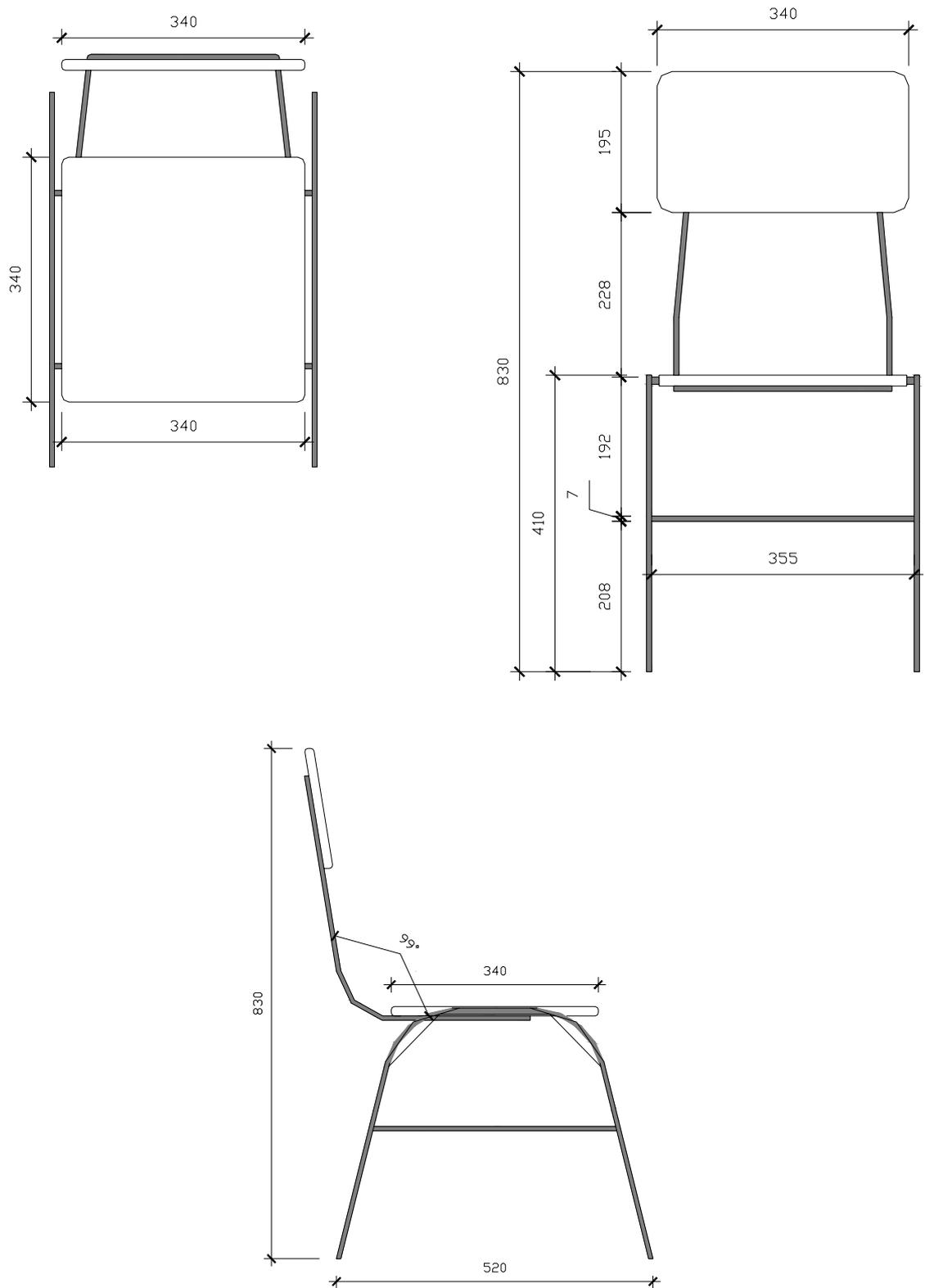


Figura 19: Cadeira 1 com vista superior, frontal e lateral.

A cadeira 1 possui estrutura em ferro tubular, pintado de preto. O assento e o encosto são feitos de compensado revestido de fórmica, na cor marfim.

A NBR 14006 especifica duas larguras mínimas para o assento: 330 mm para alunos até 1,48 m de estatura e 390 mm para estudantes acima da estatura mencionada. A largura do assento da cadeira 1 é de 340 mm, mostrando ser inadequada para alunos acima de 1,48 m de estatura.

Sobre a profundidade do assento, a norma indica seis tamanhos diferentes, de acordo com a faixa de estatura dos estudantes. A tolerância adotada é de ± 10 mm. A profundidade encontrada na cadeira 1 foi de 340 mm, estando em desacordo com as seis medidas recomendadas pela NBR.

A aba frontal do assento não possui curvatura, apenas é arredondada, recusada pela norma, pois prende a circulação das pernas dos estudantes.

A altura do vão entre a superfície do assento e a base do encosto encontrada na cadeira foi de 228 mm. A NBR 14006 indica seis alturas para o vão, porém a altura máxima recomendada é de 190 mm, para estudantes acima de 1,80 m. Isso indica que a altura do encosto da cadeira está muito acima do recomendado.

A altura entre a superfície do assento e a borda superior do encosto encontrada na cadeira foi de 423 mm. A norma estabelece doze alturas diferentes, seis mínimas e seis máximas. A altura máxima é de 400 mm, indicando que a altura do encosto da cadeira também está fora das medidas recomendadas.

Sobre a altura do assento, a norma estabelece seis tamanhos, divididos de acordo com a faixa de estatura dos estudantes, e a tolerância adotada é de ± 10 mm. A altura do assento da cadeira 1 é de 410 mm. Este valor não é encontrado na norma, mas encontra-se próximo do valor indicado para estudantes entre 1,62 m e 1,80 m de estatura, que é de 420 mm.

O ângulo entre o assento e o encosto da cadeira é de 99° , o que está de acordo com a norma, que estabelece que o ângulo esteja entre 95° e 106° .

A figura 20 mostra a mesa 2, com as respectivas, vistas superior, lateral e frontal. Todas as medidas estão em milímetros.

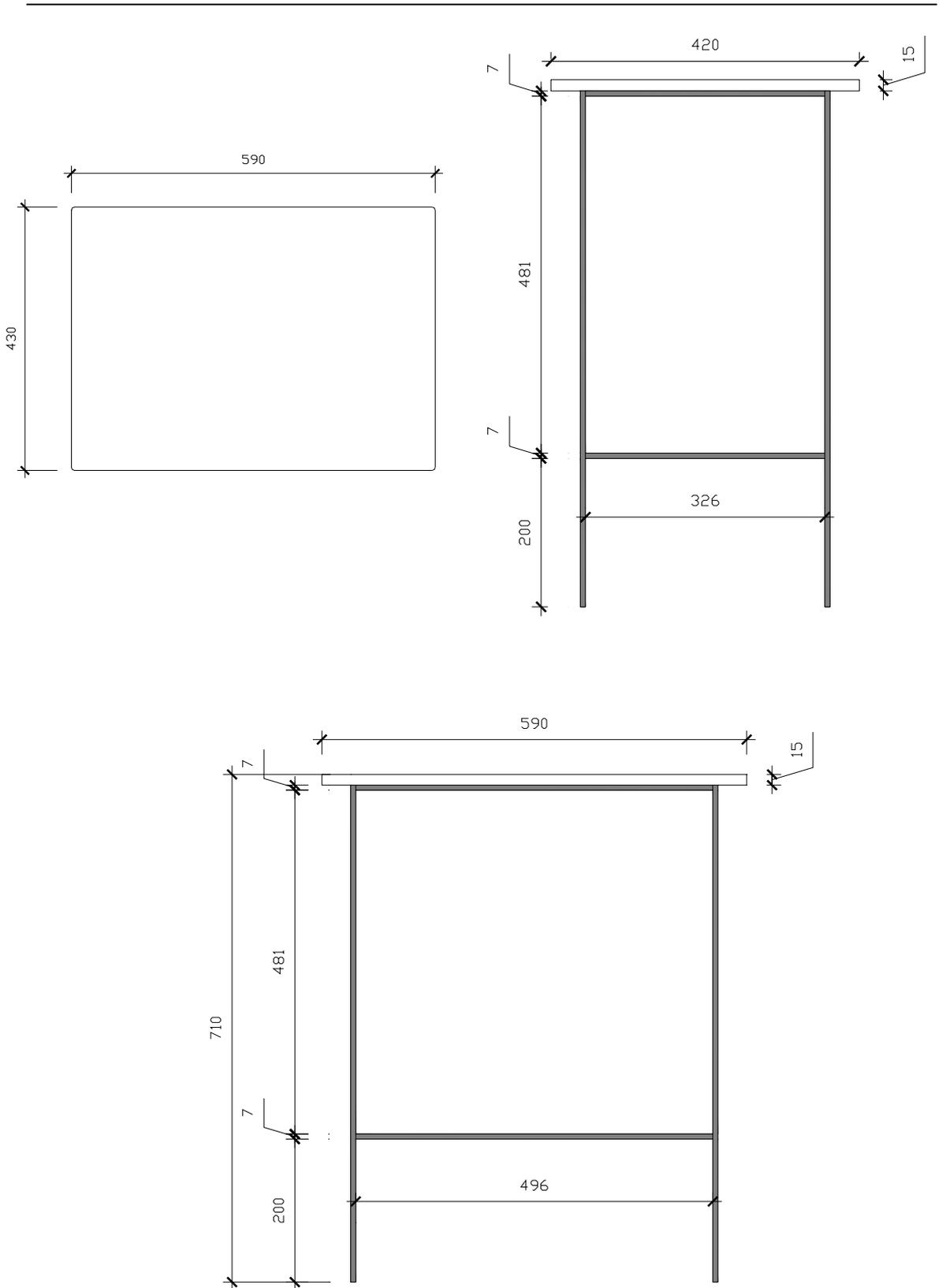


Figura 20: Mesa 2 com vistas superior, lateral e frontal.

A mesa 2 possui estrutura de ferro tubular, pintado na cor preta. Seu tampo é feito de compensado, revestido na parte superior, com lâminas de madeira na cor natural. As bordas do tampo são arredondadas.

A largura do tampo não está dentro das recomendações da norma, que indica largura mínima de 600 milímetros, e a largura encontrada foi de 590 mm. Sobre a profundidade do tampo, a NBR 14006 indica profundidade mínima de 450 mm, e a profundidade encontrada foi de 420 mm.

A altura do tampo da mesa, segundo a norma, possui seis variações, de 460 mm a 760 mm. A altura do tampo da mesa é de 710 mm, não estando dentro dos padrões sugeridos pela norma.

Os resultados obtidos mostram que a mesa 2 está fora dos padrões, possuindo largura e profundidade do tampo insuficientes e uma altura demasiadamente elevada para alunos abaixo de 1,62 m.

Assim como na mesa 1, a mesa 2 possui uma haste de ferro que estabiliza a mesa. No caso da mesa 2, a haste está a 200 mm do chão, o que diminui a probabilidade de ferimentos no tornozelos. Mesmo sendo utilizada como apoio para os pés para os alunos, é importante salientar que a haste não foi desenvolvida para esta finalidade, e seu formato não é adequado.

A Figura 21 mostra a cadeira 2, com as respectivas vistas superior, frontal e lateral. A cadeira 2 faz conjunto com a mesa 2. Todas as medidas estão em milímetros.

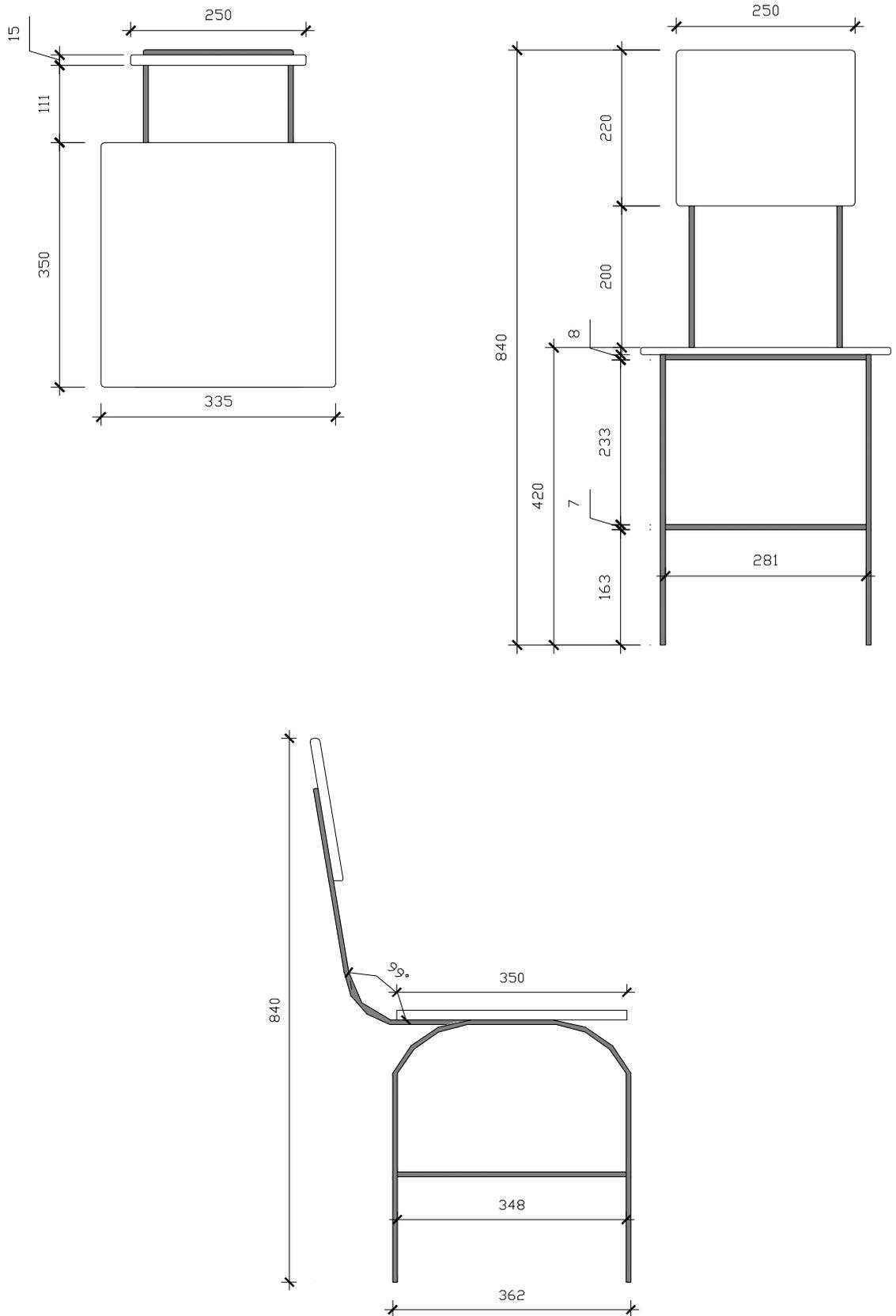


Figura 21: Cadeira 2 com vistas superior, frontal e lateral.

A cadeira 2 possui estrutura em ferro tubular, pintado de preto. O assento e o encosto são feitos de compensado revestido com lâminas de madeira na cor natural.

A NBR 14006 especifica duas larguras mínimas para o assento, 330 mm para alunos até 1,48 m de estatura e 390 mm para estudantes, acima da estatura mencionada. A largura do assento da cadeira 2 é de 335 mm, mostrando ser inadequada para alunos acima de 1,48 m de estatura.

Quanto à profundidade do assento, a norma indica seis tamanhos diferentes, de acordo com a faixa de estatura dos estudantes. A tolerância adotada é de ± 10 mm. A profundidade encontrada na cadeira 2 foi de 350 mm, profundidade não recomendada pela NBR. A aba frontal do assento não possui curvatura, e nem possui aba arredondada.

A altura do vão entre a superfície do assento e a base do encosto encontrada foi de 200 mm. Assim como na cadeira 1, a cadeira 2 possui vão entre a superfície do assento e a base do encosto maior do que a recomendada na norma.

A altura entre a superfície do assento e a borda superior do encosto, encontrada na cadeira, foi de 420 mm. A altura máxima, estabelecida pela norma é de 400 mm, indicando que a altura do encosto da cadeira está fora das medidas recomendadas.

Sobre a altura do assento, a medida encontrada foi de 420 mm. Este valor, de acordo com a Norma, é indicado apenas para estudantes com estatura entre 1,62 m a 1,80 m de estatura.

O ângulo entre o assento e o encosto da cadeira 2 é de 99° , estando de acordo com o que indica a NBR 14006.

A Figura 22 mostra a mesa 3, com as respectivas vistas superior, lateral e frontal. Todas as medidas estão em milímetros.

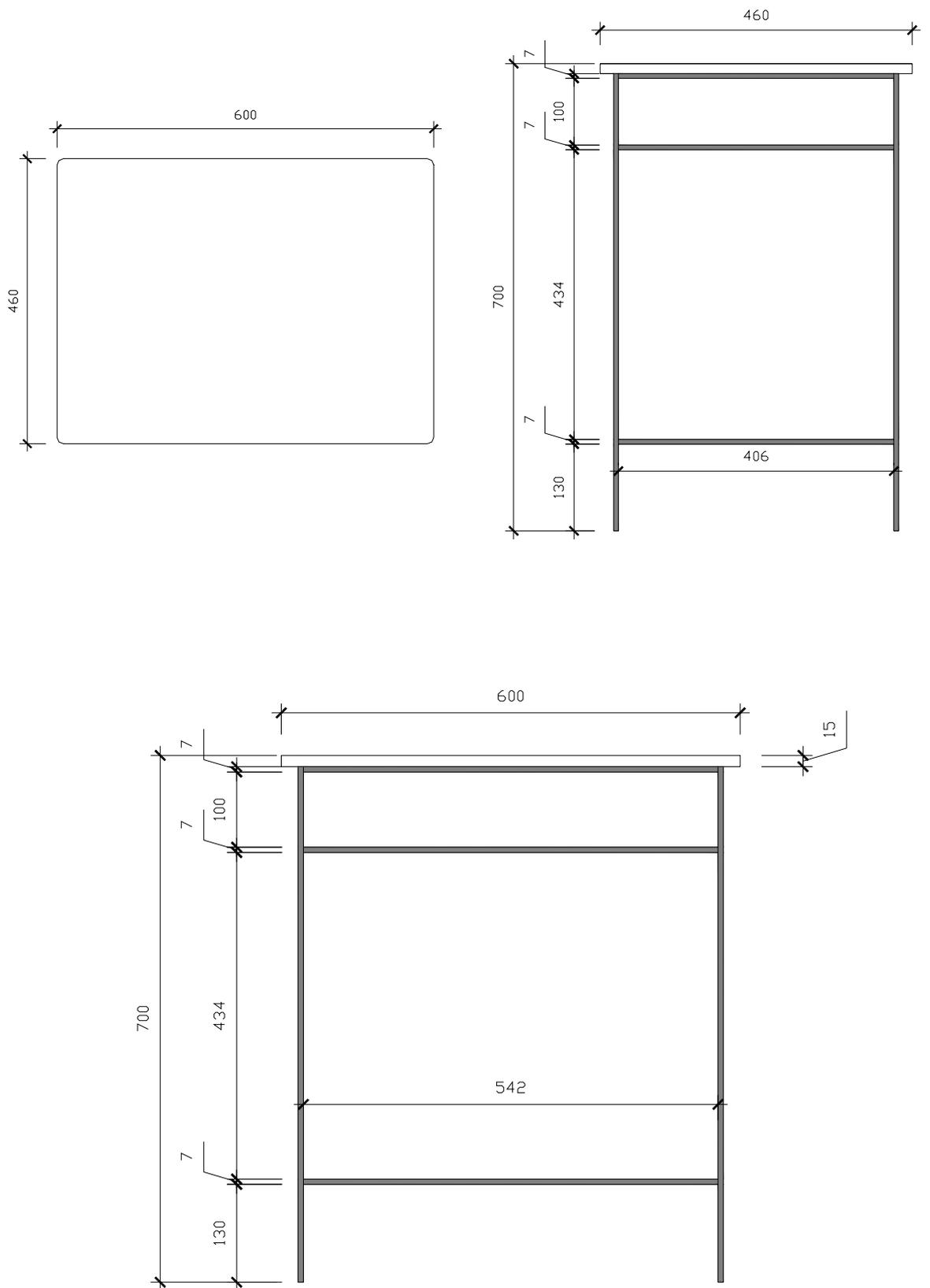


Figura 22: Mesa 3 com vistas superior, lateral e frontal.

A mesa 3 possui estrutura de ferro tubular, pintado na cor preta. Seu tampo é feito de compensado, revestido na parte superior com fórmica, na cor branca. As bordas do tampo são arredondadas.

A largura do tampo está dentro das recomendações da norma, que indica largura mínima de 600 milímetros, e a largura encontrada foi de 600 mm. A NBR 14006 indica profundidade mínima do tampo de 450 mm, e a profundidade encontrada foi de 460 mm.

A altura do tampo da mesa 3 é de 700 mm, sendo indicado pela norma para estudantes entre 1,62 m a 1,80 m de estatura. Esses dados indicam que, apesar de a largura e profundidade do tampo estarem de acordo com a NBR 14006, a altura do tampo não é indicada para grande parte dos estudantes.

A mesa 3, também, possui uma haste de ferro para estabilização da mesa. Essa haste encontra-se a 130 mm do chão, o que pode ser danoso para os alunos.

A Figura 23 mostra a cadeira 3, com as respectivas vistas superior, frontal e lateral. A cadeira 3 faz conjunto com a mesa 3. Todas as medidas estão em milímetros.

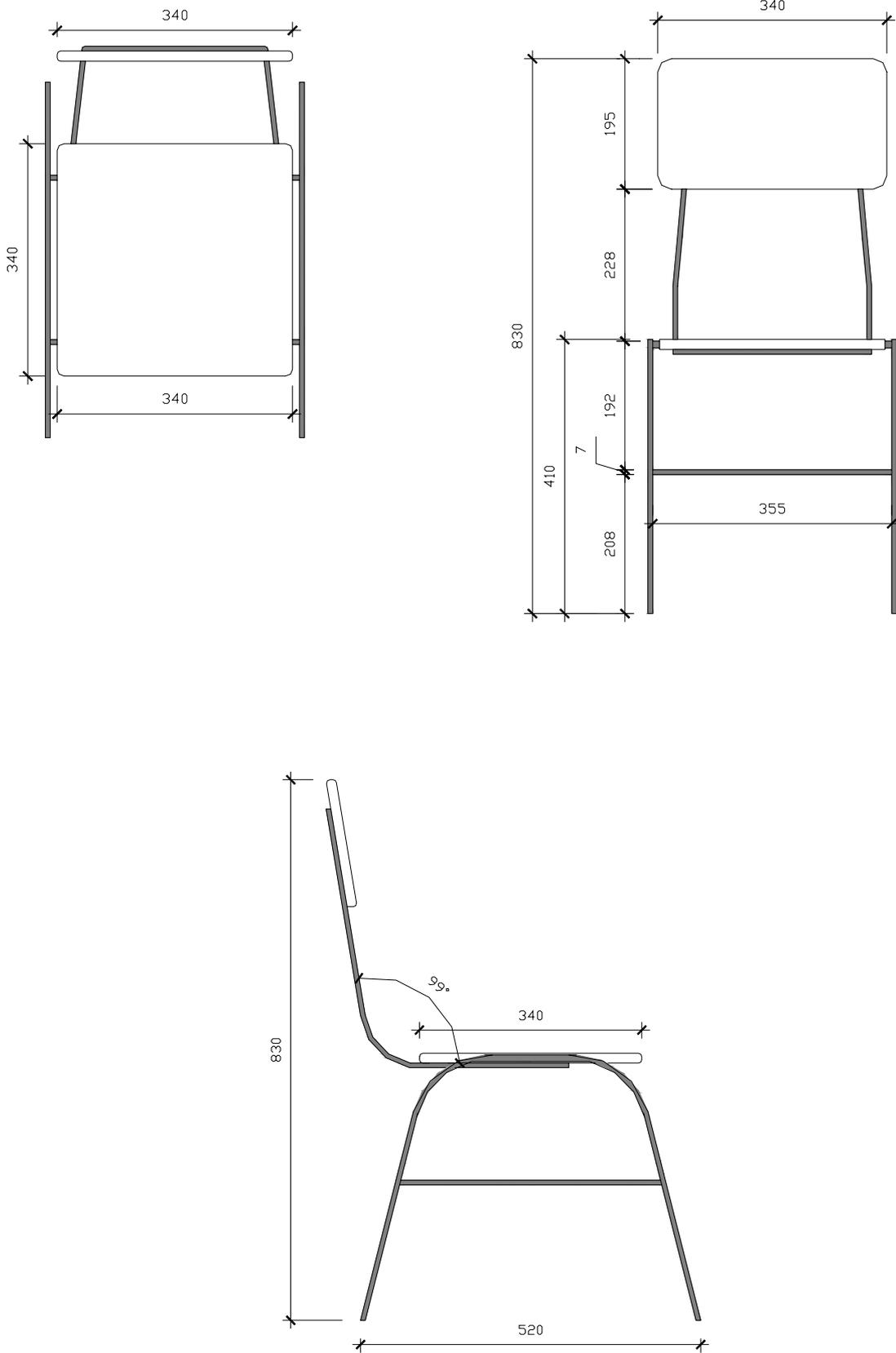


Figura 23: Cadeira 3 - vistas superior, frontal e lateral.

A cadeira 3 possui estrutura em ferro tubular, pintado de preto. O assento e o encosto são feitos de compensado, revestido com fórmica branca.

A largura do assento da cadeira 3 é de 340 mm, indicando não ser do tamanho adequado para alunos com estatura acima de 1,48 m, de acordo com a NBR.

A profundidade encontrada na cadeira 3 foi de 340 mm, profundidade não recomendada pela NBR. A aba frontal do assento não possui curvatura, porém é arredondada.

A altura do vão entre a superfície do assento e a base do encosto encontrada foi de 228 mm. Assim como nas cadeiras 1 e 2, o vão entre a superfície do assento e a base do encosto é maior do que a recomendada pela norma.

A altura entre a superfície do assento e a borda superior do encosto encontrada na cadeira 3 foi de 423 mm, altura que excede a altura máxima recomendada pela norma.

No que diz respeito à altura do assento, a medida encontrada foi de 410 mm. Este valor não é encontrado na norma.

O ângulo entre o assento e o encosto da cadeira 3 também é de 99°, estando de acordo com o que indica a NBR 14006.

A Figura 24 mostra a mesa 4, com as respectivas vistas superior, lateral e frontal. Todas as medidas estão em milímetros.

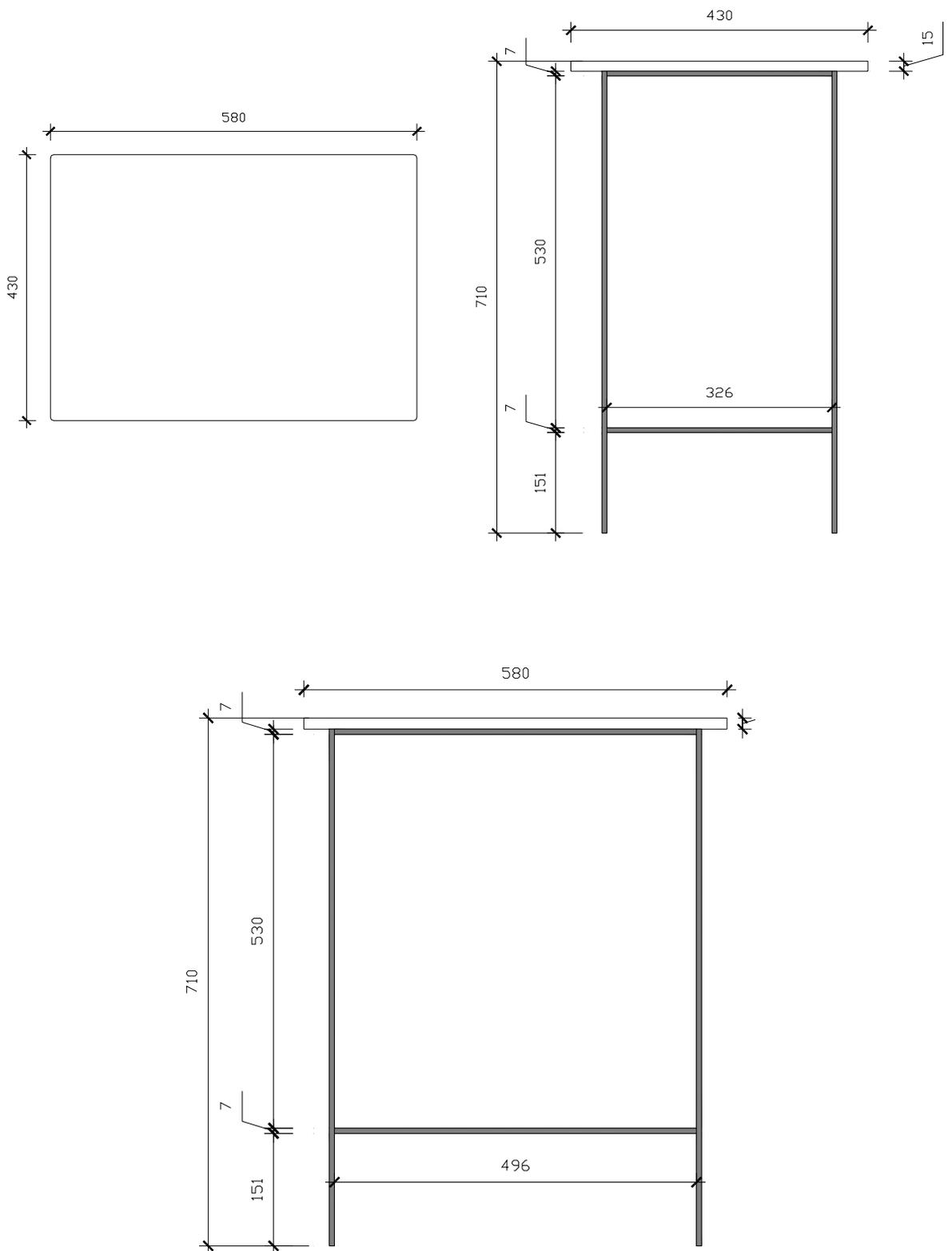


Figura 24: Mesa 4 - vistas superior, lateral e frontal.

A mesa 4 possui estrutura de ferro tubular, pintado na cor cinza . Seu tampo é feito de compensado, revestido na parte superior com fórmica na cor bege. As bordas do tampo são arredondadas.

A largura do tampo está dentro das recomendações da Norma, que indica largura mínima de 600 milímetros, e a largura encontrada foi de 600 mm. A profundidade do tampo, a NBR 14006 indica profundidade mínima de 450 mm, e a profundidade encontrada foi de 460 mm.

A altura do tampo da mesa 4 é de 710 mm. Não existe especificação na norma para essa altura; no entanto, a altura de 700 mm é indicada na NBR para estudantes entre 1,62 m a 1,80 m de estatura. Esses dados indicam que, apesar de a largura e da profundidade do tampo estarem de acordo com a NBR 14006, a altura do tampo não é indicada para grande parte dos estudantes.

A mesa 4 também possui uma haste de ferro para estabilização da mesa. Essa haste encontra-se a 151 mm do chão, o que pode ser danoso para os alunos.

A Figura 25 mostra a cadeira 4, com as respectivas vistas superior, frontal e lateral. A cadeira 4 faz conjunto com a mesa 4. Todas as medidas estão em milímetros.

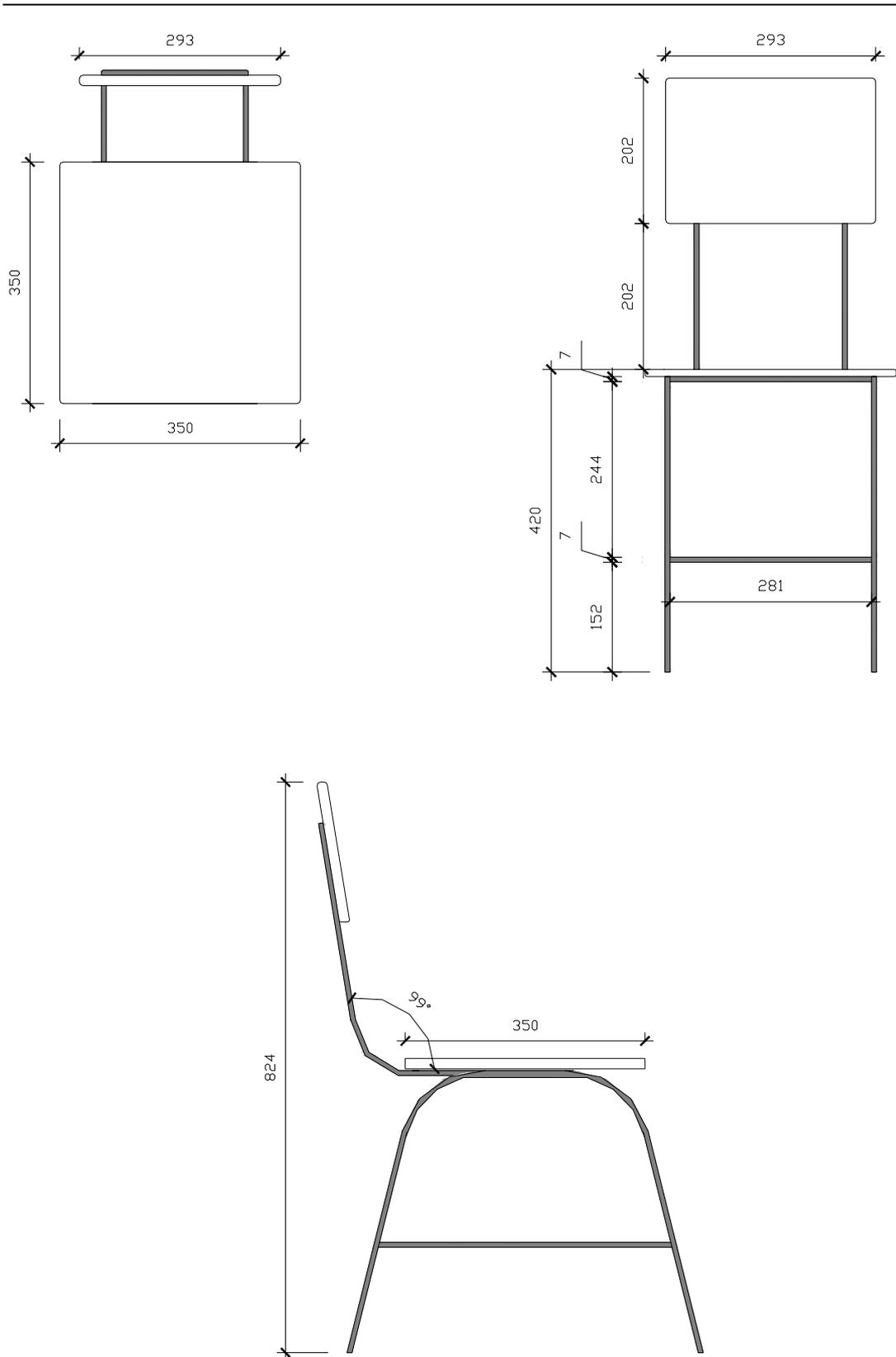


Figura 25: Cadeira 4 com vistas superior, frontal e lateral.

A cadeira 4 possui estrutura em ferro tubular, pintado na cor cinza preto. O assento e o encosto são feitos de compensado, revestido com fórmica na cor bege.

A largura do assento da cadeira 4 é de 350 mm, medida que, de acordo com a NBR 14006, só é indicada para alunos até 1,48 m de estatura.

A profundidade encontrada na cadeira 4 foi de 350 mm, profundidade não encontrada na NBR. A aba frontal do assento não possui curvatura e não é arredondada.

A altura do vão entre a superfície do assento e a base do encosto encontrada foi de 202 mm. Assim, como nas cadeiras 1, 2, e 3, o vão entre a superfície do assento e a base do encosto é maior do que a recomendada pela NBR.

A altura entre a superfície do assento e a borda superior do encosto encontrada na cadeira 4 foi de 404 mm, altura que excede a altura máxima recomendada pela norma.

Sobre a altura do assento, a medida encontrada foi de 420 mm. Este valor, segundo a norma, é indicado para estudantes de 1,62 m a 1,80 m.

O ângulo entre o assento e o encosto da cadeira 4 também é de 99°, estando de acordo com o que indica a NBR 14006.

A Figura 26 mostra a carteira 5, com as respectivas vistas superior, frontal e lateral. Todas as medidas estão em milímetros.

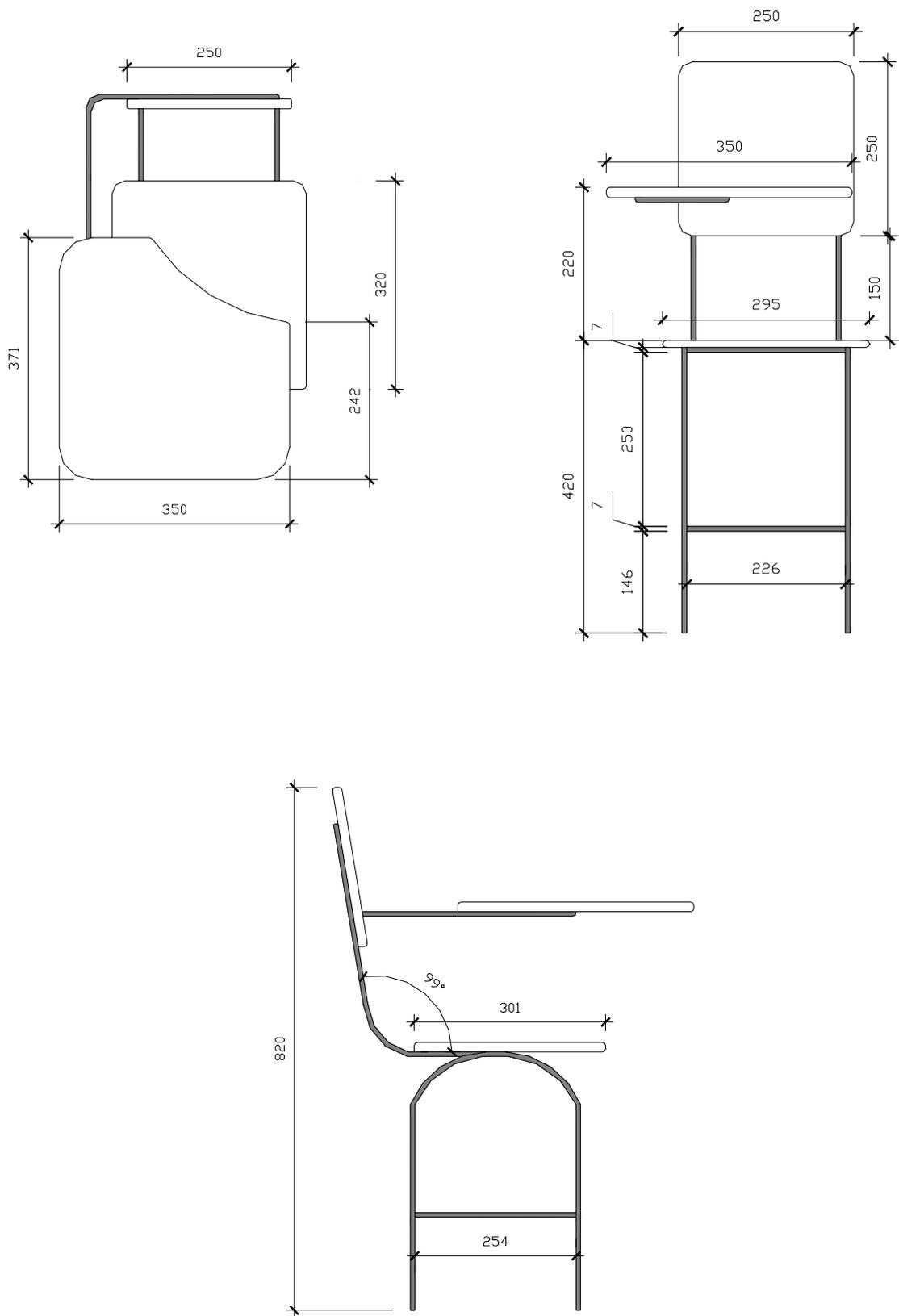


Figura 26: Carteira 5 com vistas superior, frontal e lateral.

A carteira 5 possui características diferentes, por ser um conjunto escolar unido. A NBR 14006 não possui especificações para esse tipo de carteira escolar; por isso, para analisá-la foram utilizadas, como base, as medidas indicadas para mesas e cadeiras indicadas na norma.

A carteira 5 possui estrutura de ferro tubular, pintado na cor preta. O tampo, o assento e o encosto são de compensado, revestido de fórmica branca.

A largura do tampo está fora das recomendações da Norma, pois a largura do tampo da carteira 5 é de 350 mm. A profundidade aproveitável é de 242 mm, o que também não atende à medida mínima exigida.

A altura do tampo da mesa da carteira é de 640 mm. Segundo a norma, essa altura de tampo é recomendada para estudantes com estatura entre 1,48 m e 1,62 m.

A largura do assento da cadeira da carteira é de 295 mm, medida inferior à exigida pela norma.

A profundidade encontrada na cadeira 5 foi de 320 mm, profundidade não encontrada na NBR. A aba frontal do assento não possui curvatura e é arredondada.

A altura do vão entre a superfície do assento e a base do encosto encontrada foi de 150 mm. Segundo a NBR 14006, essa altura de vão é indicada para carteiras que atendam estudantes entre 1,30 m a 1,48 m de estatura.

A altura entre a superfície do assento e a borda superior do encosto encontrada na cadeira 5 foi de 400 mm, altura que excede a altura máxima recomendada pela norma.

Sobre a altura do assento, a medida encontrada foi de 420 mm. Este valor, segundo a norma, é indicado para estudantes de 1,62 m a 1,80 m.

O ângulo entre o assento e o encosto da cadeira também é de 99°, estando de acordo com o que indica a NBR 14006.

A análise das carteiras escolares utilizadas nas cinco escolas visitadas na cidade de Viçosa mostrou que nenhuma delas atendia às recomendações indicadas na NBR 14006 – “Móveis escolares: assentos e mesas para conjunto aluno de instituições educacionais”.

Outro dado pertinente é que nenhuma das escolas visitadas possuía carteiras com tamanhos diferentes para as diferentes faixas etárias. Esses dados indicam que nem as escolas, nem as fábricas de carteiras escolares possuem conhecimento do conteúdo da NBR 14006, afetando diretamente as características ergonômicas das carteiras escolares.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados neste trabalho, pode-se concluir que:

1. Os estudantes das escolas visitadas na cidade de Viçosa não estão satisfeitos com o mobiliário escolar que utilizam.

2. O estudo comportamental dos estudantes das escolas analisadas mostrou que alguns dos movimentos realizados pelos alunos estão intimamente relacionados à ergonomia de suas mesas e cadeiras, indicando que a fadiga muscular, além de ser prejudicial à saúde, também pode influenciar na atenção dos mesmos.

3. O levantamento antropométrico da população infanto-juvenil estudada oferece subsídios para o projeto e futura padronização do mobiliário escolar na cidade.

4. O mobiliário escolar utilizado nas escolas analisadas não atende às recomendações da NBR 14006, por não se enquadrarem em nenhuma das dimensões recomendadas.

Com base nos dados apresentados no presente trabalho pôde-se concluir que as carteiras escolares das escolas analisadas não atendem às necessidades dos alunos.

5.1. Recomendações:

Os resultados obtidos indicam a necessidade de estudos antropométricos para oferecer às escolas e às fábricas de carteiras escolares uma normalização mais compatível com a realidade das escolas brasileira.

É importante salientar que os levantamentos antropométricos para a formulação de uma nova normalização devem acontecer não apenas em uma região do país, mas em todas as regiões, e a padronização recomendada deveria respeitar as diferenças antropométricas de cada parte do país. Um estudo amplo, de abrangência nacional, se faz urgente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Móveis escolares – Assentos e mesas para conjunto aluno de instituições educacionais – NBR 14006**. Rio de Janeiro: ABNT, maio de 2003. 26p.

BALLONE, Geraldo José. **Atenção e memória: curso de psicopatologia**. Internet, 1999. Disponível em: <<http://psiqweb.med.br/cursos/memoria.html>> Acesso em: 13 out. 2004.

BEZERRA, Charles; BARROS, Izabel. Espaços para mentes. **Arc Design: revista bimestral de design, arquitetura, interiores, comportamento**. São Paulo, n.36, p. 60-63, mai/jun. 2004.

BRANDIMILLER, Primo A. **O Corpo no trabalho: guia de conforto e saúde para quem trabalha em microcomputadores**. São Paulo: Editora SENAC, 2002. 157 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma regulamentadora de segurança e saúde do trabalhador NR-17 – Ergonomia**. Brasília, 1999. Disponível em: <www.mt.gov.br>. Acesso em: 13 out. 2004.

CANTI, Tilde. **O móvel no Brasil: origens, evolução e características**. Rio de Janeiro: Agir, 1980. 271 p.

CORLETT, E. N.; CLARK, T. S. **The ergonomics of workspaces and machines: a design manual**. 2 ed. Londres: Taylor & Francis, 1995. 128 p.

COUTINHO, Luciano et al. **Estudos: Design na indústria de móveis**. Curitiba: Alternativa Editorial, 2001. v. 3. 103 p.

COUTO, Hudson de Araújo. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995. v. 1. 353 p.

COUTO, Hudson de Araújo. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995. v. 2. 383 p.

COUTO, Hudson de Araújo. **Novas Perspectivas na Abordagem Preventiva das LER/DORT**. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2004. 480 p.

DANIELLOU, François. **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. 244p.

DUL, J.; WEERDMEEESTER, B. **Ergonomics for beginners – a quick reference guide**. London: Taylor e Francis, 1994. 133 p.

EDHOLM, O. G. **A biologia do trabalho**. Tradução de: Ilídio Sardoeira. Porto: Editorial Inova, 1968. 258 p.

ESTRADA, Maria Helena. 7d x 24h: já alcançamos a velocidade das máquinas? **Arc Design: revista bimestral de design, arquitetura, interiores, comportamento**. São Paulo, n.36, p. 50-55, mai/jun. 2004.

FIALHO, Patrícia Bhering. **Avaliação ergonômica de moveis para subsidiar a definição de critérios de conformidade para o pólo moveleiro de Ubá – MG**. Viçosa: UFV, 2005, 135f.

FILHO, Antônio Mendes da Silva. Percepção humana na interação humano-computador. **Revista Espaço Acadêmico**, 2003. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/025/25amsf.htm>>. Acesso em 13 out. 2004.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1982. 286 p.

GIORGI, Giorgio. Ponto. **Arc Design: revista bimestral de design, arquitetura, interiores, comportamento**. São Paulo, n.36, p. 64-66, mai/jun. 2004.

GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Emocional**. Trad. Marcos Santarrita. Rio de Janeiro: Objetiva, 1995. 375 p.

GOMES, J. F. **Ergonomia do objeto: sistema técnico de leitura ergonômica**. São Paulo: Escrituras, 2003

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Trad. João Pedro Stein. Porto Alegre: Bookman, 1998. 338 p.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 200 p.

HAGBERG, Mats et al. **Work related musculoskeletal disorders (WMSDs): a reference book for prevention**. Londres: Taylor & Francis, 1995. 421 p.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: notas de aulas**. 3 ed. São Paulo: EPUSP, 1978. 292 P.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 4 ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1997. 465 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 jun. 2006.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL DO PARANÁ. **Projetos desenvolvidos – carteiras escolares, 2006**. Disponível em: <<http://www.centrodedesign.org.br/serviços/fundeapar/index.php>>. Acesso em 30 abril de 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. **Pesquisa antropométrica e biomecânica dos operários da indústria de transformação – RJ**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, 1988. 127p.

MARTIN, Paul, BATESON, Patrick. **Measuring behaviour: an introduction guide**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 222 p.

MASI, Domenico De. Linha reta, linha curva. **Arc Design: revista bimestral de design, arquitetura, interiores, comportamento**. São Paulo, n.36, p. 56-58, mai/jun. 2004.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: conceitos e aplicação**. Rio de Janeiro: 2AB, 1998. 120 p.

MORAES, Dijon de. **Limites do design – Dijon de Moraes**. São Paulo: Studio Nobel, 1997. 168 p.

NEUFERT, E. **Arte de projetar em arquitetura**. 6. ed. São Paulo: Gustavo Gili, 1998. 431 p.

PANERO, J., ZELNIK, M. **Dimensionamento humano para espaços interiores**. Barcelona: Gustavo Gili, 2002. 320 p.

REBELO, Francisco. **Ergonomia no dia a dia**. Lisboa: Edições Silabo, 2004. 156 p.

SANTI, Maria Angélica. **Contribuição aos estudos sobre as origens da produção seriada do mobiliário no Brasil – A experiência: Móveis CIMO S/A**. São Paulo: FAU, 1999. 175 p.

SCHMIDT, Wanda Lúcia, org. **Glossário: Madeira/mobiliário**. Brasília, SENAI/DN, 2002. v. 2. 81 p.

SENAI. RS/CETEMO. **Tendências em mobiliário 2002**. Bento Gonçalves, 2002. 38 p.

SPIEGEL, Murray R. **Estatística**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1972, 580 p.

WILLIAMS, Robin. **Design para quem não é Designer: noções básicas de planejamento visual.** Tradução de Laura Karin Gillon. São Paulo: Callis, 1995. 142 p. Original em inglês.

WILSON, J. R., CORLETT, E. N. **Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology.** Londres: Taylor & Francis Ltd, 1995. 1134 p.

WISNER, A. **A inteligência no trabalho: textos selecionados de ergonomia.** São Paulo: FUNDACENTRO/UNESP, 1994. 190 p.

ANEXO

ANEXO 1: NBR 14006, Móveis escolares – Assentos e mesas para conjunto aluno de instituições educacionais (Fonte: Adaptado ABNT, 2003).

Objetivo:

- Esta Norma estabelece os requisitos mínimos de mesas e cadeiras para instituições de ensino, nos aspectos ergonômicos, de acabamento, identificação, estabilidade e resistência.

Nota: a combinação de mesa e cadeira é denominada nesta Norma como conjunto aluno.

- Esta Norma não se aplica a móveis destinados aos usuários com necessidades especiais.

- Esta Norma não se aplica a conjunto aluno concebido em uma única estrutura ou conjunto aluno com regulagens.

Definições:

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

- Aspectos ergonômicos: critérios essenciais para o conforto, uso e segurança do aluno na relação com o conjunto cadeira e mesa.

- Conjunto aluno: mobiliário escolar composto por dois elementos independentes: a mesa e a cadeira do aluno. A mesa é constituída de tampo, estrutura e porta-objeto; a cadeira é constituída de assento, encosto e estrutura.

- Estabilidade: capacidade do móvel resistir a forças que favorecem o seu tombamento.
- Medidas antropométricas: dimensões relativas às características físicas, de massa e de força do ser humano.
- Ponto de interseção das linhas de centro dos planos do assento e encosto: ponto no qual a linha de centro do plano do assento, a partir da sua borda frontal, intercepta a linha vertical que desce do ponto mais avançado do encosto.

Mesa:

- Largura mínima do tampo – b1: menor distância entre as duas laterais em tampos retangulares, ou de outras formas geométricas.
- Largura mínima do espaço para as pernas – b2: espaço livre sob o tampo delimitado pelas estruturas laterais de apoio da mesa.
- Altura do tampo – h1: distância medida entre o piso e a face superior do tampo.
- Altura mínima para movimentação das coxas – h2: distância livre entre o piso e a superfícies inferior do porta-objeto, ou entre o piso e a superfícies inferior do tampo, no caso de não haver porta-objeto. Deve ser medida na borda frontal mais próxima do aluno.
- Altura mínima para movimentação dos joelhos – h3: distância livre entre o piso e a superfície inferior do porta-objeto, ou entre o piso e a superfície inferior do tampo, no caso de não haver porta objeto, medida na profundidade t3.
- Altura mínima para o posicionamento de obstáculos na área de movimentação da perna – h4: medida no plano de simetria da mesa.
- Profundidade mínima do tampo – t1: menor distância medida perpendicularmente à borda do tampo em contato com o usuário.
- Profundidade mínima do espaço para as pernas – t2: distância livre, na altura dos joelhos (h3), medida a partir da borda da mesa mais próxima do usuário. É relativa à variável antropométrica do comprimento nádega-jelho.
- Profundidade mínima para movimentação das pernas – t3: distância livre para a movimentação das pernas, medida a partir da borda da mesa mais próxima do usuário, na altura h4. Esta medida é relativa à variável antropométrica do comprimento nádega-jelho, acrescido de espaço que possibilite o aumento da angulação entre a perna e a coxa (alternância postural), sem nenhum obstáculo que impeça esta movimentação.

Cadeira:

- Largura mínima do assento – b3: distância entre as bordas laterais superiores do assento, medida no terço mais próximo do encosto.
- Largura mínima do encosto – b4: distância horizontal entre as bordas laterais do encosto, medida no seu plano horizontal mais proeminente.
- Altura do assento – h5: altura do ponto mais alto do assento ao solo, medida no plano da simetria da cadeira.
- Altura máxima do vão entre a superfície do assento e a base do encosto – h6: altura do ponto mais baixo do assento até o ponto mais baixo do encosto, medida no plano de simetria da cadeira. Deve ser assegurado espaço livre para a região glútea na posição sentada para escrita.
- Altura até a borda superior do encosto – h7: altura do ponto mais baixo do assento até o ponto mais alto do encosto, medida no plano de simetria da cadeira.
- Altura da aba frontal do assento – h8: altura máxima da aba junto à cavidade popliteal (curva interna do joelho), de modo que não impeça a alteração da angulação entre a perna e a coxa e conseqüente alternância postural.
- Raio da aba frontal do assento – r1: raio aproximado da aba frontal do assento. A curva não precisa ser um arco exato do círculo.
- Raio da curvatura da parte interna do encosto – r2: raio definido pela curvatura da parte interna do encosto, medida no plano horizontal.
- Profundidade efetiva do assento – t4: distância da borda frontal do assento à projeção do ponto W, medida no plano de simetria da cadeira.
- Ângulo entre o assento e o encosto β – w: altura máxima do ponto mais proeminente do encosto, medida até o assento no plano de simetria da cadeira.
- Ângulo entre o sentto e o encosto – β : ângulo entre o assento e o encosto, medido no plano de simetria da cadeira.
- Inclinação do assento – δ : ângulo medido longitudinalmente, na linha de centro do assento, em relação à horizontal.

Materiais:

Madeira maciça e chapas derivadas de madeira:

As espécies de madeira utilizadas devem ser preferencialmente oriundas de áreas de reflorestamento, ou de áreas de florestas nativas com projetos de manejo florestal aprovados por órgãos oficiais. Na impossibilidade da

utilização destas espécies, deve-se utilizar aquelas que não constam em listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção.

A madeira maciça utilizada para confecção do conjunto aluno deve ter as seguintes características:

- a) ser isenta de defeitos naturais como nós, desvios de fibras, empenamento, rachaduras ou ligações frouxas e descolamentos;
- b) para a confecção do tampo, a densidade de massa da madeira, determinada a 15% de umidade deve ser no mínimo de 650 kg/m³. a dureza Janka da madeira deve ser superior a 435 N.

Se utilizadas chapas ou componentes de madeira compensada, estas devem ter no mínimo as seguintes características:

- a) tipo: IM – intermediária, de acordo com a NBR 9531;
- b) qualidade de colagem: quando submetida ao ensaio de cisalhamento no estado úmido – Resistência à água fria da NBR 9534 – deve apresentar falha na madeira de no mínimo 60% ou tensão de ruptura mínima de 1,5 MPa;
- c) isenta de deterioração por fungos e/ou insetos xilófagos (cupins e brocas);
- d) para compensados moldados (assento e encosto), o número de lâminas internas deve ser ímpar, com espessura igual ou inferior a 1,5 mm.

Dimensões:

Para definir as classes dimensionais, foi utilizada como base a ISSO 5970 por ainda não haver estudos antropométricos da população infanto-juvenil de abrangência nacional.

Dadas as peculiaridades das escolas brasileira, as dimensões mínimas de profundidade e largura do tampo da mesa foram definidas com 450 mm x 600 mm.

A superfície da mesa especificada nesta Norma é horizontal. Entretanto, se for necessária uma superfície inclinada, esta não deve ter uma inclinação maior do que 10°. A borda da mesa mais próxima ao aluno deve ter a altura especificada para a mesa plana. Se for colocado um porta-objeto sob o tampo da mesa, o espaço livre entre eles deve ter no mínimo 60 mm de altura.

A inclinação do assento deve ter no máximo 4°. A superfície do assento pode ser plana ou ter conformações. Qualquer conformação deve estar nos dois terços posteriores do assento.

As dimensões para o conjunto aluno estão estabelecidas nas tabelas 1 e 2.

Algumas das dimensões estabelecidas tomam como base medidas antropométricas, resultando em dimensões funcionais.

Tabela 1 – Dimensões da mesa (em milímetros)

Identificação do tamanho			1	2	3	4	5	6
Identificação da cor			Laranja	Lilás	Amarela	Vermelha	Verde	azul
Faixas de estatura			Até 1000	1000 a 1300	1300 a 1480	1480 a 1620	1620 a 1800	Acima de 1800
b1	Largura mínima do tampo	1 lugar	600					
		2 lugar.	1200					
b2	Largura mínima do espaço para as pernas	450	470				500	
h1	Altura do tampo (tolerância ± 10 mm)	460	520	580	640	700	760	
h2	Altura mínima para a movimentação das coxas	350	410	470	530	590	650	
h3	Altura mínima para movimentação dos joelhos	350		400		450	500	
h4	Altura mínima para posicionamento de obstáculos na área de movimentação da perna	250		300		350		
t1	Profundidade mínima do tampo	450						
t2	Profundidade mínima do espaço para as pernas	300			350	400		
t3	Profundidade mínima para movimentação das pernas	400				450		

Tabela 2 – Dimensões da cadeira (em milímetros)

Identificação do tamanho	1	2	3	4	5	6	
Identificação da cor	Laranja	Lilás	Amarela	Vermelha	Verde	azul	
Faixas de estatura	Até 1000	1000 a 1300	1300 a 1480	1480 a 1620	1620 a 1800	Acima de 1800	
b3	Largura mínima do assento		330		390		
b4	Largura mínima do encosto		300		350		
h5	Altura do assento (tolerância ± 10 mm)	260	300	340	380	420	460
h6	Altura máxima do vão entre a superfície do assento e a base do encosto	120	130	150	160	170	190
h7	Altura até a borda superior do encosto (mínimo e máximo)	210 250	250 280	280 310	310 330	330 360	360 400
h8	Altura da aba frontal do assento (± 5 mm)	35					
r1	Raio da aba frontal do assento	30 a 90					
r2	Raio da curvatura da parte interna do encosto	500 a 900					
t4	Profundidade efetiva do assento (tolerância ± 10 mm)	260	290	330	360	380	400
w	Ponto de referência para β	160	170	190	200	210	220
β	Ângulo entre assento e encosto (em graus)	95° a 106°					
δ	Inclinação do assento (em graus)	2° a 4°					

Acabamento:

O conjunto aluno não pode apresentar elementos que possam ser removidos sem a utilização de ferramentas.

As quinas e arestas devem ser arredondadas com um raio de curvatura mínimo de 1,0 mm, com exceção do tampo da mesa, onde o raio de curvatura deve ser no mínimo 2,5 mm, para a face de contato com o usuário.

As saliências não devem apresentar características cortantes ou perfurantes capazes de causar ferimentos ou danos em vestimentas, quando verificadas conforme a NBR 11786.

A estrutura metálica não pode apresentar respingos provenientes de solda.

Os móveis cuja estrutura for feita de tubos devem apresentar fechamento em todas as terminações.

O tampo da mesa deve ser plano, com limitação da flecha em 0,3% da maior dimensão medida em qualquer direção.

O tampo, encosto e assento nas superfícies em contato direto e constante com o usuário não podem ser de material metálico.

A rugosidade da superfície superior do tampo da mesa deve ser inferior a 40 μm e a rugosidade do assento e do encosto da cadeira deve ser inferior a 50 μm .

Os pés da mesa e da cadeira, quando carregados com uma massa de 30 kg \pm 0,15 kg, devem estar perfeitamente apoiados em uma superfície plana e não apresentar desnivelamento.