



**Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

**DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS
DE AVALIAÇÃO TÉCNICO-FUNCIONAL
E DE QUALIFICAÇÃO
DE MOBILIÁRIO ESCOLAR**

Mario dos Santos Ferreira

Tese apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
da Universidade Federal de Santa Catarina
para Obtenção do Título de Doutor em Engenharia

**Florianópolis, SC
Maio, 2001**

Mario dos Santos Ferreira

**DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS
DE AVALIAÇÃO TÉCNICO-FUNCIONAL
E DE QUALIFICAÇÃO
DE MOBILIÁRIO ESCOLAR**

Esta tese foi julgada e aprovada para a obtenção do título de
DOUTOR EM ENGENHARIA
no Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção
da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, SC
31 de maio de 2001

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do PPGEP-UFSC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Neri dos Santos, Dr. Ing.
Orientador

Prof. José Antônio do Nascimento Pinto, Dr. Eng.
(Membro Externo)

Prof. Leila Amaral Gontijo, Dr.

Prof. Lia Buarque de Macedo Guimarães, Ph.D.
(Membro Externo)

Prof. Ana Regina de Aguiar Dutra, Dr. Eng.

À

Vera Lúcia Nunes Ferreira,

pelo exemplo diário
de garra,
perseverança
e amor.

Agradecimentos

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul-PUCRS,
em especial ao Prof. Dr. Mons. Urbano Zilles,
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação, pelo apoio novamente recebido.

À Fundação de Ciência e Tecnologia-CIENTEC,
em especial ao Eng. Fernando Antônio Piazza Recena, pelo apoio recebido.

À Eunita e Mario Ferreira, pelo dom da vida.

Ao meu irmão mais velho Antônio Carlos, pela insistência na empreitada.

Ao amigo Carlos Antônio Ramirez Righi, pelo convívio, pela amizade.

À Prof. Lia Buarque de Macedo Guimarães, pelas sugestões aos ajustes deste documento final.

À UFSC, pela nova acolhida.

À boa terra de Santa Catarina, do seu filho adotado.

Agradecimentos Especialíssimos

À Neri dos Santos, Prof. Dr. Ing.,
ser humano iluminado, cordial, respeitoso, amigo e... meu orientador.

Agradecimento Indiscutível

ao Criador. Ele e eu sabemos porquê.

Sumário

Lista de Figuras.....	VII
Lista de Gráficos e Quadros.....	VIII
Lista de Tabelas.....	IX
Lista de Fotos.....	X
Resumo.....	XI
Abstract.....	XII
1.INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa do Trabalho.....	5
1.2 Definição do Problema de Pesquisa.....	7
1.3 Objetivos da Pesquisa.....	8
1.4 Hipóteses de Pesquisa.....	10
1.5 Características da Pesquisa.....	11
1.6 Originalidade e Relevância da Pesquisa.....	13
1.7 Limitação do Trabalho.....	13
1.8 Estrutura	
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Considerações Ergonômicas para a Concepção de Mobiliário Escolar.....	31
2.2 Considerações Antropométricas e Biomecânicas sobre concepção de Mobiliário Escolar.....	44
2.3 Índice de Massa Corporal.....	48
2.4 Modelos Biomecânicos.....	50
2.5 Considerações sobre a postura sentada e sua Influência na Modelagem Biomecânica.....	52
2.6 Modelagem Biomecânica para Ensaios de Mobiliário.....	57
2.7 Normas Internacionais.....	65
2.8 Normas Brasileiras.....	68
2.9 Trabalhos Significativos no País.....	73
2.10 Considerações sobre o Estado da Técnica.....	

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	
3.1 Questão de Pesquisa Investigada.....	77
3.2 Características da Pesquisa.....	78
3.3 População Pesquisada.....	81
3.4 Amostra da População.....	82
3.5 Definição de Variáveis Intervenientes na Formulação dos Ensaios.....	82
3.6 Estrutura do Levantamento de Dados.....	88
3.7 Tratamento e Análise dos Dados Coletados.....	90
4. MODELO TEÓRICO.....	101
4.1 Ensaio de Impacto no Assento de Cadeira Escolar.....	107
4.2 Ensaio de Impacto no Encosto de Cadeira Escolar.....	108
4.3 Ensaio de Impacto no Tampo de Carteira Escolar.....	108
5. CONSTRUÇÃO DE EQUIPAMENTOS E ENSAIOS-TESTES E ENSAIOS-TESTES	
5.1 Descrição das Amostras dos Produtos.....	110
5.2 Construção dos Equipamentos.....	113
5.3 Testagem dos Produtos e Síntese dos Resultados Obtidos.....	115
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	119
7. BIBLIOGRAFIA	
7.1 Referências Bibliográficas.....	123
7.2 Bibliografia Consultada.....	133
7. ANEXOS.....	137
8. GLOSSÁRIO.....	140

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Localização e Situação da Região Metropolitana de Porto Alegre.....	4
Figura 02- Padrão Mobiliário Escolar SEC-RS.....	8
Figura 03- Faixa de Domínio da Ergonomia.....	18
Figura 04- Interface Tarefa-Atividade.....	19
Figura 05- Riscos a considerar na concepção do mobiliário.....	22
Figura 06- Efeitos das quatro posições do corpo sobre a pressão interna do disco vertebral.....	24
Figura 07- Perfil do assento e poltrona polivalente.....	25
Figura 08- Esquema da coluna vertebral na posição sentada.....	26
Figura 09- Posição instintiva de proteção do corpo contra a dor.....	27
Figura 10- Esquema ergonômico de concepção de uma cadeira escolar...	29
Figura 11- Limites de Movimentação a partir da Coluna Vertebral.....	33
Figura 12- Diagrama para tomada de medidas antropométricas.....	34
Figura 13- Espaços de preensão vertical.....	38
Figura 14- Espaços de preensão horizontal.....	38
Figura 15- Dimensões humanas para uso em projeto.....	39
Figura 16- Confronto Usuário-Produto.....	40
Figura 17- Definições de variáveis intervenientes na relação aluno - mobiliário.....	47
Figura 18- Variações Angulares no Movimento para a Posição Sentada.....	51
Figura 19- Analogia entre o Esqueleto e o Sistema de Cadeias Articuladas.....	51
Figura 20- Diagrama do Movimento na modificação de postura.....	53
Figura 21- Distâncias de Aplicação das Cargas.....	55
Figura 22- Dimensionamento dos Pontos de Aplicação das Cargas em Mesas e Cadeiras, incluindo Mobiliário Escolar.....	55
Figura 23- Analogia de Ensaios de Desempenho.....	79
Figura 24- Conceito do travamento.....	115

LISTA DE GRÁFICOS E QUADROS

Gráfico 01- Padrão Peso por Estatura Meninos 0-10 anos.....	45
Gráfico 02- Padrão Peso por Estatura Meninas 0-10 anos.....	45
Quadro 01- Mobiliário Escolar adquirido pela SEC.....	03
Quadro 02- Recursos Envolvidos com Ensino de 1º. e 2º. Graus na Rede Pública Estadual do RS.....	04
Quadro 03- Publicações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil/LNEC mais significativas na área de qualificação de mobiliário.	62
Quadro 04- Normas em Vigência do Comitê Brasileiro do Mobiliário/CB-15/ABNT.....	66
Quadro 05- Normas em vigência do Comitê Brasileiro do Mobiliário/ CB-15/ABNT para Mesas e Cadeiras, incluindo Mobiliário Escolar.....	67
Quadro 06- Alunos Matriculados em 1998 na Rede Pública Estadual da Região Metropolitana de Porto Alegre-RS.....	81
Quadro 07- Aplicações Específicas por Mobiliário em Relação ao Nível de Teste, segundo Especificações do LNEC.....	84
Quadro 08- Aplicações Específicas por Mobiliário em Relação ao Nível de Teste, segundo a Norma Britânica.....	85
Quadro 09- Escola Mais Populosas nos Municípios da RMPoA.....	89
Quadro 10- Resultados da Testagem das formulações de Ensaios...	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -Pesos em Kg - Sexos Combinados de Crianças e Adolescentes.....	35
Tabela 02 -Estatura em cm - Sexos Combinados de Crianças e Adolescentes....	36
Tabela 03 - Padrão Antropométrico adotado pela NBR14006.....	37
Tabela 04 - Percentuais de Peso Corporal.....	54
Tabela 05 - Variáveis Intervenientes nos Ensaio segundo ABNT.....	83
Tabela 06 - Alturas de Cargas de Ensaio.....	83
Tabela 07 -Estatísticas descritivas e Percentís Ens. Fundamental -JARDIM	93
Tabela 08 - Estatísticas descritivas e Percentis Ens. Fundamental -1ª SÉRIE....	94
Tabela 09 - Estatísticas descritivas e Percentis Ens. Fundamental -2ª SÉRIE.....	94
Tabela 10 - Estatísticas descritivas e Percentis Ens. Fundamental -3ª SÉRIE	95
Tabela 11 - Estatísticas descritivas e Percentis Ens. Fundamental -4ª SÉRIE	95
Tabela 12 - Estatísticas descritivas e Percentis Ens. Fundamental -5ª SÉRIE... ..	96
Tabela 13 - Estatísticas descritivas e Percentis Ens. Fundamental -6ª SÉRIE.....	96
Tabela 14 - Estatísticas descritivas e Percentís Ens. Fundamental -7ª SÉRIE.....	97
Tabela 15 - Estatísticas descritivas e Percentis Ens. Fundamental -8ª SÉRIE.	97
Tabela 16 - Estatísticas descritivas e Percentis Ens. Médio -1ª SÉRIE	98
Tabela 17 - Estatísticas descritivas e Percentís Ens. Médio - 2ª SÉRIE.....	98
Tabela 18 - Estatísticas descritivas e Percentís Ens. Médio - 3ª SÉRIE.....	99
Tabela 19 - Estatísticas descritivas e Percentis Tamanho 1.....	100
Tabela 20 - Estatísticas descritivas e Percentis Tamanho 2.....	100
Tabela 21 - Estatísticas descritivas e Percentis Tamanho 3.....	100
Tabela 22 - Síntese Percentil 50 por Tamanho de Mobiliário por Faixa Etária.....	103
Tabela 23 - Síntese Percentís 50 por Série.....	104
Tabela 24 - Cargas de Ensaio para Mobiliário por Tipologia.....	105
Tabela 25 - Comparativo entre Percentís em Função da Energia de Impacto.....	105
Tabela 26 - Variáveis Intervenientes nos Ensaio segundo a ABNT.....	106
Tabela 27 - Ensaio de Impacto no Assento de Cadeira Escolar.....	107
Tabela 28 - Ensaio de Impacto no Encosto de Cadeira Escolar.....	108
Tabela 29 - Ensaio de Impacto no Tampo de Carteira Escolar	108

LISTA DE FOTOS

Foto 01- Carteira Escolar SEC	09
Foto 02- Cadeira Escolar SEC-RS.....	09
Foto 03 e 04- Ensaio de resistência ao impacto em assento e encosto, executados na CIENTEC, em cadeira de uso profissional, segundo a NBR 14110.....	70
Foto 05 e 06- Ensaio de resistência ao impacto executado na FETEP, em cadeira de uso doméstico, segundo a norma ISO 7173.....	71
Foto 07 - Situação de solicitação estrutural de cadeira escolar	101
Foto 08- Amostra do Conjunto Fixo Antes dos Ensaio.....	111
Foto 09- Amostras do Conjunto Regulável antes dos Ensaio.....	111
Fotos 10 e 11- Sacos de areia carregados com os valores de cargas de ensaio.....	114
Foto 12- Protótipo do travamento.....	115
Fotos 13, 14, 15 e 16 - Amostras Posicionadas para os testes	116
Fotos 17, 18 e 19- Fraturas e deformações verificadas durante o ensaio de impacto no tampo.....	118

RESUMO

FERREIRA, Mario S. **Definição de Critérios de Avaliação Técnico-Funcional e de Qualificação de Mobiliário Escolar**. Florianópolis, 2001. 140f. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

A pesquisa aborda o estudo de critérios técnico-funcionais para qualificação de mobiliário escolar de uso individual, especificamente carteira e cadeira para alunos do nível fundamental e médio. Para isso, estabelece um rol de informações acerca dos usuários deste produto utilizando, como ferramentas, os conhecimentos do campo da ergonomia do produto.

A partir de tratamento estatístico do levantamento de peso e altura, junto a uma amostra significativa de 6.319 alunos, em escolas públicas da Região Metropolitana de Porto Alegre-RS, determinou-se variáveis humanas intervenientes em ensaios de qualificação de produtos desta natureza. O trabalho concentrou-se em duas premissas:

- A inexistência de instrumentos oficiais para avaliação e qualificação de mobiliário escolar que garantam um padrão mínimo de qualidade, do ponto de vista técnico- funcional;
- A inexistência de dados antropométricos e biomecânicos que permitam um uso imediato na formulação de critérios de qualificação de mobiliário escolar.

Utilizando as normas brasileiras para mobiliário de escritório, como modelo analógico, e de posse dos dados tratados, a pesquisa estabelece um modelo teórico para ensaios de desempenho, precisamente ensaios de impacto de corpo mole para o assento, encosto de cadeiras e tempo de carteiras escolares.

A pesquisa apresenta uma síntese e análise dos resultados dos testes das formulações de ensaios, executados em dois conjuntos de carteira e cadeira, fornecidos por empresa fabricante. Ao final, apresenta conclusões e recomendações para utilização futura do conhecimento trabalhado, em especial para projetos de norma.

Palavras-Chave: Mobiliário Escolar, Qualificação de Mobiliário, Ensaios em Mobiliário.

ABSTRACT

FERREIRA, MARIO S. **Definition of Technical and Functional Criterion for the Evaluation of School Furniture.** Florianópolis, 2001. 140f. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

This thesis presents an investigation about the technical and functional criterion for the evaluation of individual use school furniture, more specifically desks and chairs for primary and secondary students. The human factors knowledge has been used to gather data and information about the main users of these products.

A statistical approach in a group of 6.319 students has been done to obtain data of body weight and human size of public schools in the Great Porto Alegre. Using this sample, the human variables used in the qualification tests for schools chairs and desks were determined. The work focuses into two premises:

- The lack of official tools for the evaluation and qualification of school furniture based on a minimum quality standard, from the technical and functional point of view;
- The lack of anthropometrics and biomechanics data for the use in evaluation criterion of school furniture.

Performance evaluation, using impact tests of soft body for chairs and desks, based on the new data and into the light of the Brazilian standards for office furniture are proposed for the school furniture.

The investigation presents an study and analysis of the test results to define test criterion, based on two groups of chairs and desks. In addition, conclusions and recommendations for the future use of the gathered information are presented, having in mind the process of standardization for new codes.

Key-words: School furniture, furniture evaluation, furniture tests.

1

INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

O apelo principal para o aprofundamento tecnológico em qualquer área de conhecimento é a demanda. Autores como Montmolin (1995) e Wisner (1987), afirmam que só é possível realizar uma pesquisa se ocorrer uma demanda explicitamente formulada.

Assim, entende-se que o rumo das atividades de pesquisa tecnológica devem orientar-se segundo as demandas da sociedade (produtores, distribuidores, consumidores e usuários).

No Brasil as demandas, atualmente, estão identificadas em setores de interesse social para os quais, ao longo dos anos, tem sido canalizados volumes consideráveis de recursos para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), sem a obtenção efetiva de resultados práticos e imediatos reivindicados, hoje ainda, pelos contribuintes.

O trabalho reporta-se a questões referentes a ergonomia do produto. Wisner (1987) define, com propriedade, o campo de inserção desta pesquisa:

“Pode-se distinguir dois campos principais na ergonomia: a ergonomia do produto e a ergonomia de produção. um móvel é um produto, mas a escrivaninha e a cadeira da datilógrafa fazem parte importante de suas condições de trabalho. A ergonomia do produto situa o ergonomista no setor de estudos e pesquisas. Ela o conduz a colaborar com o setor comercial (...), com o setor de fabricação (...) e com outros especialistas de concepção do produto. ...”

Na conceituação de ergonomia, Wisner (1987) ainda vincula a questão ergonômica ao objeto de estudo neste trabalho:

“Por outro lado, seu resultado é avaliado principalmente por critérios que pertencem às ciências do homem (saúde, sociologia e economia).”

O assunto tratado nesta pesquisa configura-se como da mais alta importância, em se tratando de despesas públicas, e utiliza conhecimentos da Ergonomia, Antropometria e Biomecânica, no estabelecimento de bases tecnológicas para qualificação de produtos, utilizados pela população de alunos matriculados em escolas públicas no Rio Grande do Sul.

Para compreensão deste quadro faz-se necessário o registro de alguns dados significativos a respeito das despesas públicas com os referidos produtos, ao longo dos três últimos anos.

Os investimentos em infra-estrutura para educação, nos níveis fundamental e médio, no Estado do Rio Grande do Sul, nos anos de 1997 e 1998, especificamente com conjuntos carteira-cadeira, foram da ordem de R\$2.259.240,00, considerando um lote de 37.654 conjuntos adquiridos no período citado, ao preço de R\$60,00 o conjunto carteira-cadeira.

Levando-se em conta que somente as questões legais referentes à preço, prazo e condições de pagamento foram consideradas na decisão de

aquisição, os aspectos referentes à **manutenção, vida útil e futuras reposições** do equipamento não poderão ser estimadas com um mínimo de precisão, na medida em que **efetivamente não é conhecido o que foi adquirido** (avaliação técnico-funcional).

Os resultados obtidos da pesquisa nesta área podem ainda ser utilizados em contribuições e proposições futuras de projetos normativos, na medida em que as normas brasileiras disponíveis (Bertarello, 1999), não contemplam todas as informações necessárias para trabalhos de natureza analítica, especificamente análise ergonômica de produtos.

A pertinência da pesquisa neste campo específico ficou caracterizada pelo rol de informações para fundamentação das ações visando a melhoria da qualidade de vida (conforto) do segmento da população, em idade escolar, com possibilidade de aumento dos níveis de apreensão de conhecimento.

Através da Diretoria de Planejamento da Secretaria de Estado da Educação/RS sabe-se que as aquisições com mobiliário escolar, especificamente cadeiras e carteiras, são significativas. O quadro 01 mostra o volume adquirido deste tipo de mobiliário, nos últimos dois anos.

Quadro 01- Mobiliário Escolar adquirido pela SEC

Ano	Cadeiras	Carteiras
1997	10.000 unidades	10.000 unidades
1998	29.154 unidades	27.654 unidades

fonte: Rio Grande do Sul, 1998

Os valores citados no quadro 01, reportam-se a ações de reposição anual do equipamento, tendo em vista os dados apresentados pela SEC, no quadro 02.

Quadro 02- Recursos Envolvidos com Ensino Fundamental e Médio na Rede Pública Estadual do RS

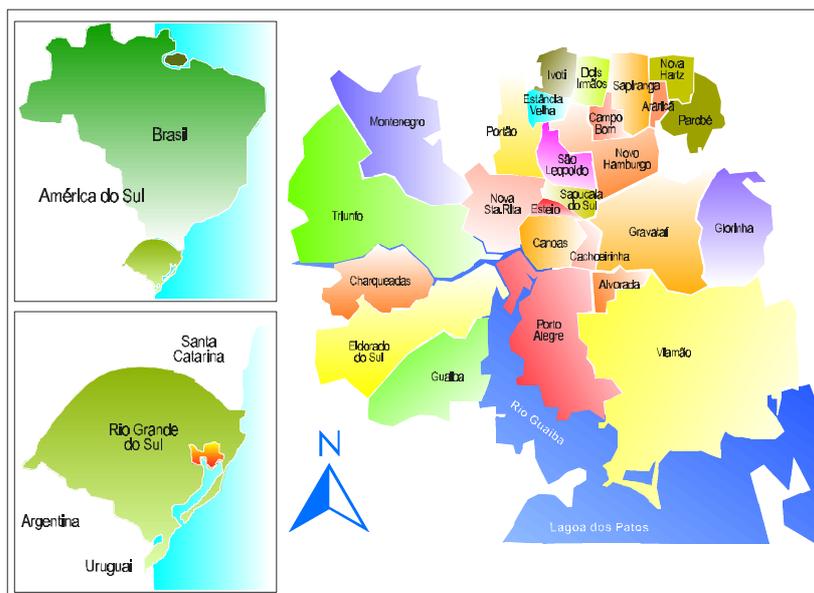
Número de escolas públicas estaduais em atividade	3.297 unidades
Número de alunos regularmente matriculados	1.303.451 alunos
Número de professores em atividade	81.658 profissionais
Número de servidores em atividade	16.337 profissionais

fonte: Rio Grande do Sul, 1998

Segundo a Fundação Metropolitana de Planejamento (METROPLAN, 1999), o Rio Grande do Sul conta com uma população de 9.866.928 habitantes enquanto a Região Metropolitana de Porto Alegre/RMPoA é constituída de uma população de 3.410.736 habitantes, os quais representam 34% da população total no Estado.

Integrada por vinte e seis municípios a RMPoA, apresenta uma taxa de 11,71% de sua população regularmente matriculada nas séries dos níveis fundamental e médio, segundo dados fornecidos pela Secretaria de Estado da Educação e Cultura-RS (RIO GRANDE DO SUL, 1998). A figura 01 representa graficamente a área de concentração geográfica da pesquisa.

Figura 01 -Localização e Situação da Região Metropolitana de Porto Alegre .



Fonte: Metroplan (1999), adaptado

A partir destes dados optou-se pelo desenvolvimento da pesquisa na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPoA), em função de sua representatividade no que se refere à densidade populacional e percentuais de população em idade escolar.

A investigação concentrou-se fundamentalmente em três pontos fundamentais, a saber:

- identificação e organização de variáveis antropométricas e biomecânicas que permitam avaliar o mobiliário em uso e o equipamento a ser adquirido futuramente pelo poder público;

- formulação de método e o estabelecimento de parâmetros para uma avaliação técnico-funcional do mobiliário escolar, do ponto de vista da qualidade de uso em termos de segurança dos produtos;

- definição de premissas para uma possível elaboração de projetos de normas para mobiliário, no âmbito regional e/ou nacional.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Ao proceder-se levantamentos para a montagem inicial da pesquisa para subsidiar tomadas de decisão acerca de gastos públicos percebeu-se a inexistência de dados ergonômicos, antropométricos e biomecânicos de usuários, neste segmento específico (mobiliário escolar), para o RS, disponíveis ao setor público, para uso na sua forma mais nobre (ferramental

para análise, estudos e concepção de ambientes, produtos, equipamentos, sistemas e postos de trabalho).

Por outro lado, para citar a importância desses dados, as empresas do setor coureiro-calçadista do Vale dos Sinos, RS, investem em pesquisas nesta área, na busca de subsídios para desenvolvimento de seus produtos.

Não existem atualmente informações disponíveis ao poder público, para estudos de racionalização dos gastos com equipamento mobiliário para o ensino fundamental e médio, por exemplo.

A inexistência de informação (organização de dados disponíveis) específica acerca de padrões antropométricos e biomecânicos, no RS, tem dificultado uma verificação detalhada, por parte dos analistas, dos produtos oferecidos, do ponto de vista ergonômico (conforto e segurança), limitando julgamentos aos aspectos puramente técnico-construtivos.

Este trabalho, portanto, se propõe identificar, junto a um grupo significativo da população de alunos usuários, parâmetros que avaliem o **comportamento e resistência estrutural de mesas e cadeiras**, utilizadas individualmente por alunos do ensino fundamental e médio, na escolas públicas da RMPoA, quando submetidas a cargas de impacto, decorrentes da condição real de uso, verificando sua integridade mediante formulação de **testes e ensaios específicos**.

Neste sentido propôs como problema de pesquisa uma **Definição de Critérios de Avaliação Técnico-Funcional e de Qualificação de Mobiliário Escolar**. Assim, a partir de um levantamento de dados, acerca da população de usuários, o estudo define critérios necessários a uma avaliação objetiva e estabelece modelos de ensaios que permitam a avaliação e certificação.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.3.1 OBJETIVO GERAL

A pesquisa teve por objetivo geral a investigação e formulação de ensaios de desempenho para o mobiliário escolar (carteira e cadeira) adquirido e usado pela rede pública estadual, na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS, a partir de dados concretos acerca da população usuária, entre 1^a série do nível fundamental e 3^a série do nível médio. A formulação dos ensaios tem como base científica e analógica as normas brasileiras para ensaios de desempenho para mobiliário de escritório, especificamente mesas e cadeiras.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

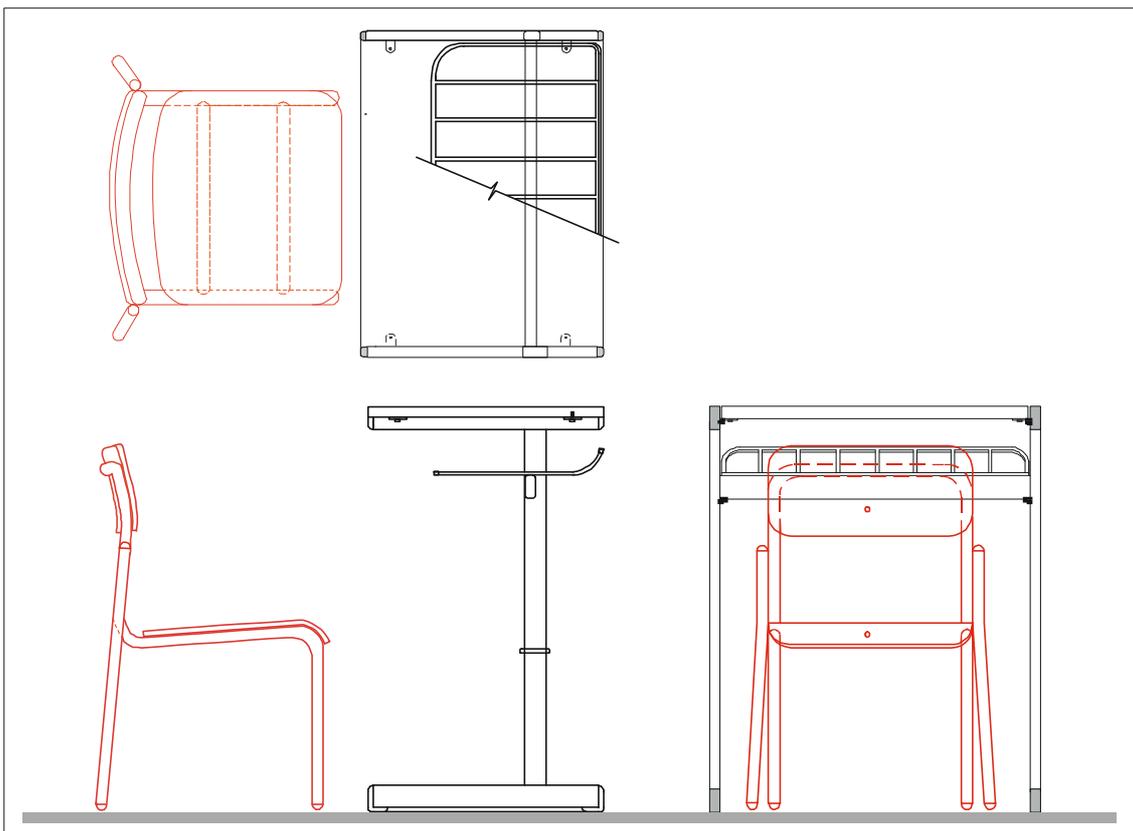
A pesquisa teve como objetivos específicos:

- Estabelecer conjunto de informações, acerca dos usuários, para utilização em eventuais projetos de aperfeiçoamento e fabricação de carteiras e cadeiras escolares, com ênfase para resistência e estabilidade, adquiridos pelo Governo Estadual para sua rede de escolas na RMPoA.
- Definir parâmetros para ensaios de desempenho em laboratório, especificamente ensaios de impacto, verificando a referida resistência e estabilidade estrutural.
- Construir dispositivos e testar o mobiliário atualmente adquirido;
- Organizar informações para ensaios de desempenho de mobiliário escolar, a partir da simulação de testes.

1.4 HIPÓTESES DE PESQUISA

Segundo a Central de Licitações do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, as questões referentes à avaliação para aquisição de mobiliário escolar ofertado, para o atendimento das demandas oriundas da Secretaria de estado da Educação e Cultura (Rio Grande do Sul, 1992), resumem-se a verificação de conformidade com o padrão dimensional e especificações de materiais estabelecidos, conforme os desenhos na figura 02, fotos 01 e 0 2.

Figura 02- Padrão Mobiliário Escolar SEC-RS.



Fonte: Rio Grande do Sul (1992)



Foto 01- Carteira Escolar SEC

Foto 02- Cadeira Escolar SEC-RS

Fonte: CIENTEC (1999)

O padrão dimensional está definido segundo três tamanhos, a saber:

Tamanho 01- Pré-escola: até seis anos;

Tamanho 02- 5^a Série/ Nível Fundamental: até onze anos;

Tamanho 03- A partir da 6^a Série do Nível Fundamental.

Atendidas estas condições por todos os ofertantes, os fatores preço, condições de pagamento e prazo de entrega passam a ser as variáveis decisórias no processo licitatório.

A partir do procedimento descrito, formulou-se as seguintes hipóteses de pesquisa:

- 1) Os instrumentos para a qualificação do mobiliário escolar (carteira e cadeira) em uso nas escolas públicas na Região Metropolitana

de Porto Alegre são insuficientes para garantia da qualidade dos requisitos técnico-funcionais exigidos.

- 2) Não existem dados disponíveis, da população usuária, que possibilitem o estabelecimento de critérios confiáveis de ensaio para avaliação técnico-funcional do mobiliário escolar em uso na RMPoA

1.5 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

A pesquisa desenvolvida é de **natureza quantitativa**, com abordagem pragmática, na medida em que as variáveis humanas a serem levantadas são eminentemente físicas e passíveis de tratamento estatístico, com vistas a definição de intervalos dimensionais a serem levantados.

É do **tipo experimental** porquê visa obter resultados, em testes de avaliação, que possibilitem uma abordagem no assunto mobiliário escolar.

É uma **investigação descritiva** uma vez que busca a observação de uma situação de referência (usuários do mobiliário escolar), sem a modificação desta realidade.

É, também, **avaliativa**, utilizando uma **abordagem hipotético-dedutiva**, na medida em que busca confrontar as cargas de ensaio, obtidas a

partir dos dados humanos, com dois conjuntos de cadeira e carteira ofertados e utilizados nas escolas pelo poder público estadual.

1.6 ORIGINALIDADE E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

A investigação proposta, conforme explicitado na introdução deste documento, caracteriza-se como original, na medida em que visa atender uma demanda efetivamente identificada. Caracteriza-se como original, uma vez que inexistente em nível nacional, norma ou portaria que aborde tão importante questão.

Pela inexistência de normas e diretrizes específicas para certificação de mobiliário escolar, as análises para qualificação de fornecedores tem se concentrado em variáveis preço, prazo de entrega e de pagamento, conferindo à variável *adequação ao uso* um alto grau de subjetividade.

O rol de informações tecnológicas, resultantes do trabalho proposto, permitirá a supressão desse caráter subjetivo que envolve a variável, talvez a mais importante, nas tomadas de decisão em processos licitatórios.

A possibilidade de se inferir objetivamente a respeito das questões técnico-funcionais, a partir dos resultados obtidos com a pesquisa, pode contribuir para a redução das margens de erro com gastos públicos, através da qualificação de produtos compatíveis com as exigências de uso definido. Esta nova condição pode ter desdobramentos na economia com manutenção e reposição de equipamentos de infraestrutura, liberando recursos para rubricas mais emergenciais, dentro da esfera da educação.

As situações de questionamentos de modelos (ensaios, simulações e testes são, na verdade, questionamentos) contribuem para alterações e

ajustes nos modos e meios de produção, resultando algumas vezes em geração de inovação, seja em processo, seja em produto.

Para reforçar a afirmativa anterior, no que se refere à fomento de geração de inovação pode-se reportar a Rosenthal et al (*Apud Santos et al, 1997*):

“...a introdução de mudanças, isto é, inovações tecnológicas, constitui um dos principais instrumentos de concorrência no sistema de economia de mercado, ...”

Acerca de transferências de tecnologia e suas repercussões mercadológicas e sociais Santos et al (1997) afirmam que:

“É, então, também com este intuito, que ocorre a busca da inovação tecnológica, com a transferência de tecnologia constituindo-se sempre um fator primordial para o desenvolvimento econômico e a melhoria das condições sociais.”

As pesquisas prévias ao estudo apresentado neste documento, demonstraram, também, que não existe no país investigação similar documentada e tornada pública.

Pelo lado econômico, o assunto tratado na pesquisa configura-se como da mais alta importância, em se tratando de despesas públicas, conforme descrito no item 1.1 -Justificativa do Trabalho.

Sob a ótica da inovação e transferência de tecnologia, entende-se que o estudo de modelagem de ensaios, concepção de equipamentos e testes em produtos de efetivo uso no mercado, constitui-se em contribuição efetiva para o avanço do conhecimento no campo da engenharia do produto e da produção.

1.7 LIMITAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho limitou-se a buscar dados em amostra da população na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS. Entende-se a RMPoA como representativa na medida em que é composta por vinte e seis municípios, os quais constituem-se de população com origens nos principais povos que formam o espectro étnico do Rio Grande do Sul. A representatividade da amostra está garantida em função do movimento migratório e assentamentos de populações na periferia e centro de regiões metropolitanas, como a de Porto Alegre.

A questão de pesquisa concentrou-se-á especificamente no equipamento que compõe o posto de trabalho individual do aluno, qual seja, o conjunto **carteira-cadeira**.

Mesmo reconhecendo a importância de um levantamento antropométrico, o trabalho limitou-se a coleta de informações a respeito de “peso” (na realidade, massa) e altura, em função da especificidade do estudo: determinação de cargas humanas de impacto para simulação, em laboratório, das condições de uso de cadeiras e carteiras escolares.

1.8 ESTRUTURA

O documento objetivou apresentar neste capítulo um cenário atual de inserção do problema levantado, definido os objetivos geral e específicos da pesquisa.

O segundo capítulo trata da **Revisão de Literatura**, no qual é apresentado um panorama do estado da arte e da técnica no escopo do objeto de tese, considerações antropométricas e ergonômicas pertinentes ao assunto e uma modelagem biomecânica para a formulação dos ensaios de desempenho do mobiliário escolar em estudo.

Em seu terceiro capítulo, **Procedimentos Metodológicos**, o documento descreve o encaminhamento adotado para a consecução dos pressupostos estabelecidos como objetivos do trabalho.

Abordou-se nesta etapa as características da pesquisa efetivada, da população de estudo, definições de amostragens, tipos de levantamento e tratamento de dados coletados e assuntos referentes ao tratamento estatístico, resultados e análise as informações obtidas junto à população de usuários do mobiliário escolar.

O quarto capítulo apresenta o desenvolvimento de um **Modelo Teórico** para ensaios de desempenho, utilizando os resultados do grupo humano de interesse e como referência analógica as normas brasileiras para mobiliário de escritório, em especial mesas e cadeiras.

O quinto capítulo, **Construção de Equipamentos e Ensaio-Testes**, apresenta a definição dos equipamentos, a descrição de amostras de produtos, a definição dos equipamentos e a testagem das amostras segundo as prescrições de ensaios formuladas no capítulo quatro - Modelo Teórico.

O sexto capítulo, **Conclusões e Recomendações**, fecha o documento confrontando **o previsto** (hipóteses de pesquisa) com **o realizado** (atividade de pesquisa), estabelecendo recomendações e indicações para continuidade do trabalho e/ou desdobramentos de outros assuntos pertinentes.

Além da bibliografia citada e referida ao longo do texto, conforme norma brasileira, constam, em item específico da bibliografia, títulos utilizados para aproximação do assunto abordado. Apesar de não serem explicitamente referidos foram de fundamental importância para a compreensão da situação investigada.

O documento apresenta ainda, nos anexos, quadros com as normas brasileiras utilizadas como referência, modelos de formulários utilizados nos levantamentos, além de um **glossário**, com definições de termos, siglas e expressões características e jargões utilizados áreas de conhecimento, das quais se serviu esta pesquisa.

2

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONSIDERAÇÕES ERGONÔMICAS PARA CONCEPÇÃO DE MOBILIÁRIO

Segundo a definição da IEA (2001):

“ergonomia (ou fatores humanos) é uma disciplina voltada para o entendimento das interações entre pessoas e outros elementos de um sistema e a aplicação da teoria, princípios, dos dados e métodos de concepção e projeto visando otimizar o bem estar humano e a performance do sistema em geral.

Derivado do grego ergon (trabalho) e nomos (leis), para designar a ciência do trabalho, a ergonomia é uma disciplina orientada ao sistema de tal modo que se estende a todos os aspectos da atividade humana. Isto é, a ergonomia promove uma abordagem holística na qual interagem fatores físicos, cognitivos, sociais, organizacionais, ambientais e outros fatores não menos relevantes.”

Segundo, Grossman (2000), a ergonomia é a ciência do ajuste do trabalho ao homem. Afirma, ainda, que o design de equipamentos e os processos de trabalho devem levar em conta as limitações e capacidades dos usuários humanos.

Para Laville (1977), ergonomia é

“o conjunto de conhecimentos a respeito do desempenho do homem em atividade, a fim de aplicá-los à concepção de tarefas, de instrumentos, de máquinas e dos sistemas de produção”.

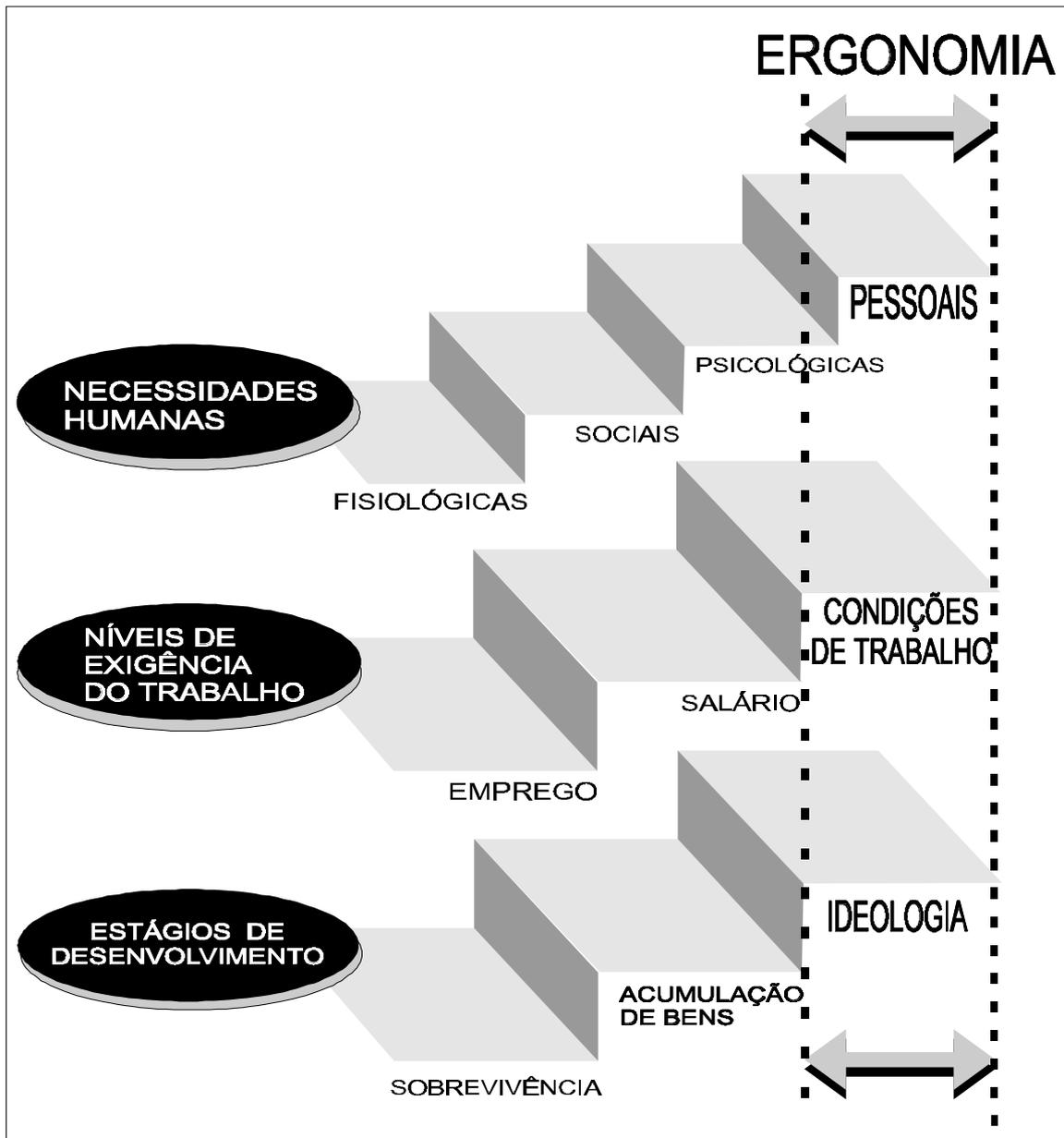
A Ergonomia tem como faixa de domínio o estudo das necessidades humanas pessoais e a determinação das condições ideais para o trabalho (aqui caracterizado como atividade humana).

Seus princípios se fundamentam num estágio já caracterizado como ideológico, conforme mostra a figura 03, sendo sua aplicação mais difundida nos países em estágios avançados de desenvolvimento, onde verificam-se maiores preocupações com o bem estar dos indivíduos.

Pode-se, portanto, definir o papel da Ergonomia como uma interciência responsável pelo ajuste e adequação dos produtos, equipamentos, espaços, procedimentos e relações às limitações, necessidades e aptidões humanas do ponto de vista físico e psicológico.

De forma geral, a Ergonomia busca estabelecer a interface desejada entre a **tarefa** (o prescrito, o que deve ser feito) e a **atividade** (o executado, o que foi efetivamente realizado), adequando os aspectos lógicos (como fazer) e os fatores materiais (com o que fazer) necessários para que a tarefa transforme-se em atividade, conforme exemplificado na figura 04.

Figura 03- Faixa de Domínio da Ergonomia



Fonte: Santos, N.(1990) (adaptado)

Este quadro descrito estabelece um confronto da bagagem intelectual e aptidão física dos indivíduos com os meios (equipamentos, dispositivos e postos de trabalho) disponíveis para execução das tarefas.

Figura 04 - Interface Tarefa-Atividade



Fonte: Santos, N., (1990) (adaptado)

Neste particular, reportando-se ao objeto do trabalho, acrescenta-se a posição de Laeser (1998), o qual afirma que professores, alunos e material didático são considerados ingredientes básicos do processo ensino-aprendizagem. Contudo o ambiente físico no qual o aprendizado ocorre é frequentemente negligenciado.

Descreve o autor que:

“...as recomendações existentes na literatura afirmam que equipamentos dimensionados e dispostos de acordo com preceitos ergonomicamente corretos repercutem positivamente na performance e disposição de seus usuários.” .

Considerando-se os objetivos desta pesquisa, pode-se afirmar que a vertente “human factors”, citada por Montmollin (1992), será decisiva no desenvolvimento do trabalho proposto. Para o entendimento desta afirmativa faz-se necessário explicitar a abordagem ergonômica na forma de vertentes.

Montmollin (1992) entende a ergonomia como três grandes vertentes: “human factors”, enfoque predominantemente anglo-saxônico, a ergonomia centrada na atividade e uma vertente mais recente denominada macroergonomia, a qual aborda a ergonomia sob bases que vão transcender o posto de trabalho.

Montmollin (1992) afirma ainda que a vertente “human factors” ainda é indispensável como primeira aproximação na concepção de ferramentas e aplicações técnicas de toda natureza. Define a ergonomia “human factors” como a disciplina que utiliza o conhecimento sobre a natureza do ser humano para fundamentar a concepção e operação de postos de trabalho de todos os tipos.

Segundo Woodson, Tillman & Tillman (1993), um dos objetivos da vertente “human factors engineering” é

“maximizar a aceitabilidade do produto, não somente em termos de seus atrativos, mas também em termos de dar ao usuário o sentimento de que o produto possibilita o seu uso de forma eficiente e segura, com mínimo esforço.”

Pode-se concluir, também, que as demandas referentes à vida útil dos produtos no ambiente escolar são maiores que em escritórios. Enquanto em escritórios geralmente o usuário ocupa regularmente o mesmo posto de trabalho por um longo período de tempo, nas escolas a estação de trabalho é utilizada por, no mínimo, uma pessoa por turno, num mesmo dia.

O estabelecimento de variáveis humanas, de natureza física, intervenientes na definição de solicitações de trabalho, a que está submetido o posto de trabalho escolar, vincula naturalmente ergonomia e custos.

Para fundamentação da afirmação de que abordagens ergonômicas de concepção redundam em racionalização de custos, pode-se transcrever trecho de documento técnico de sensibilização publicado pelo LNEC (1988):

“O sistema tradicional de uma mera análise de custos iniciais, com aprovação da proposta de valor mais baixo, só tem sentido se o caderno de encargos garantir a qualidade desejada, através da especificação detalhada de exigências técnicas e de correta avaliação, quer dos protótipos submetidos a concurso, quer dos lotes fornecidos. Pode-se portanto inferir que, em qualquer processo de aquisição de mobiliário, a análise econômica das propostas deve ser sempre baseada no critério da maximização do valor do bem, isto é, com base na mais elevada relação: **Valor = Desempenho / Custo**.

O numerador “desempenho” resulta necessariamente de uma avaliação experimental da aptidão ao uso da peça de mobiliário. Como normalmente se entende qualidade como “aptidão ao uso”, o quociente anterior pode generalizar-se para a forma **Valor = Qualidade / Custo**, parâmetro em que se deve sempre alicerçar a decisão de aprovação em qualquer processo de aquisição de mobiliário. ...”

A variável qualidade, referida como adequação ao uso estabelece a aproximação ergonômica na equação formulada que pode ser novamente definida: **Valor = Ergonomia / Custo**.

Com relação ao binômio ergonomia-economia, Bonsiepe (1978) afirma que:

“Desde o momento em que a ergonomia induz a resultados de aumento de produtividade, o fato tem implicações socioeconômicas e até mesmo políticas.”

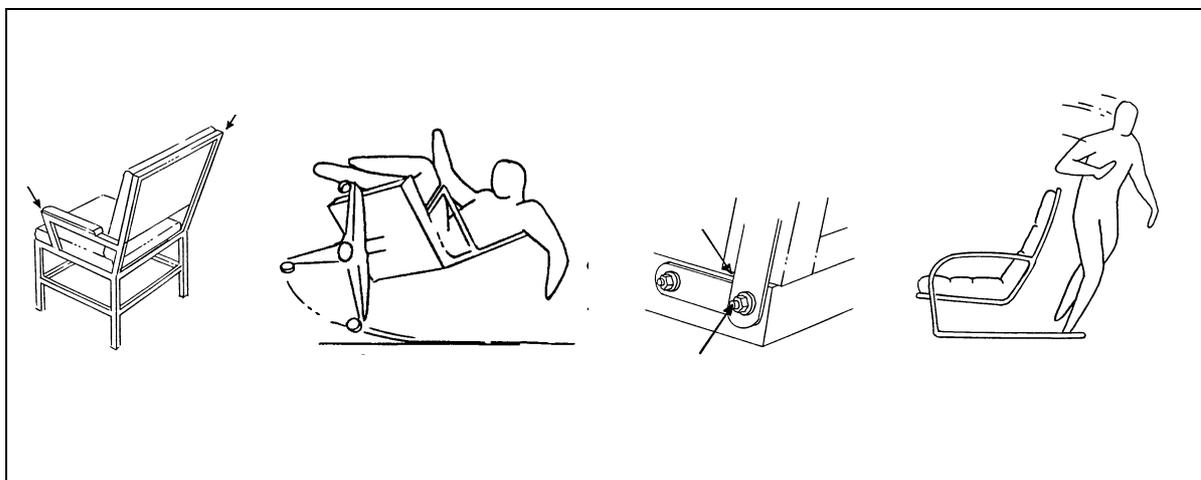
Grandjean (1998), a respeito de considerações ergonômicas para locais de trabalho (incluindo-se, neste caso, o posto de trabalho escolar em sala de aula) afirma que esta fundamentação depende parcialmente de medidas antropométricas. Segundo o autor, o comportamento do indivíduo e as exigências específicas do trabalho devem ser levadas em consideração.

Corroborando as afirmações referentes a aspectos econômicos, comentadas anteriormente, afirma Grandjean que as considerações custo-benefício são de importância decisiva.

No que se refere à ergonomia de concepção de produto, a bibliografia internacional estabelece algumas premissas básicas a serem consideradas.

Segundo Woodson, Tillman & Tillman (1992), designers frequentemente desconsideram os riscos criados ao consumidor em função de determinada concepção para o mobiliário, especialmente associados à cadeiras e assentos em geral. Destacam-se, entre os riscos referidos, as bases instáveis, relação assento-encosto rotulados, apoios longos, conforme mostram as ilustrações na figura 05.

FIGURA 05 – Riscos a considerar na concepção de Mobiliário



Fonte: Woodson, Tillman & Tillman (1992)

Woodson, Tillman & Tilmann (1992) apontam ainda algumas sugestões para auxílio na concepção e seleção de mobiliário apropriado.

- Todo o assento necessita de prévio dimensionamento com base em características dimensionais do futuro usuário.
- Cadeiras e bancos em geral devem ser selecionados simultaneamente com as mesas ou carteiras para estabelecer uma relação própria entre profundidade de assento, altura da superfície de trabalho, altura do assento ao piso.

Ellis (*apud* Grandjean, 1998) cita uma pesquisa clássica, realizada em 1951, comprovando a necessidade de observância da relação carteira-cadeira referida. A pesquisa comprova uma regra empírica:

“a velocidade máxima de um trabalho manual, executado em frente ao corpo, pode ser alcançada quando se trabalha com o cotovelo baixo e com o braço dobrado em ângulo reto”. Afirma ainda que: “esta é uma base geral válida para a determinação da altura de trabalho para atividades sentadas.”

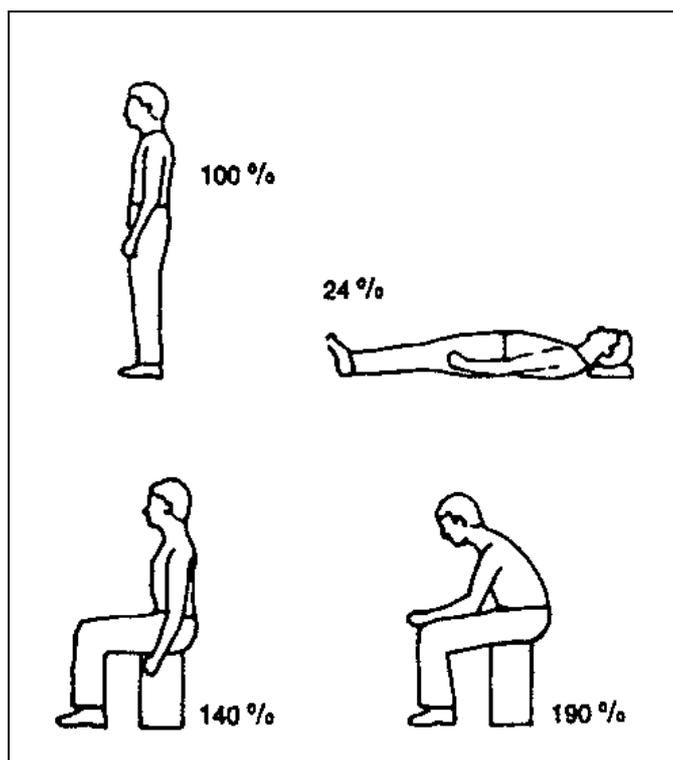
Dentre as recomendações de caráter geral (aplicáveis a mobiliário escolar) de Grandjean (1998), para a atividade laboral sentada, pode-se destacar algumas condições ergonômicas mínimas:

- Espaço livre para os joelhos;
- Espaço livre para as pernas;
- Espaço de movimentação dos membros superiores ao nível da superfície da mesa;
- Altura da superfície de trabalho de tal forma que atenda a regra empírica do experimento de Ellis, citada pelo autor;

- O assento deve permitir uma inclinação do tronco tanto para a frente quanto para trás;
- O aumento do ângulo de assento diminui a pressão dos discos intervertebrais da coluna e o trabalho estático da musculatura das costas;
- Há vantagens se o espaldar apresentar curvatura côncava.

A figura 06, ilustra o efeito de quatro posições, do corpo sobre a pressão interna do disco intervertebral entre as vertebrae lombares, citadas, ainda, por Grandjean (1998).

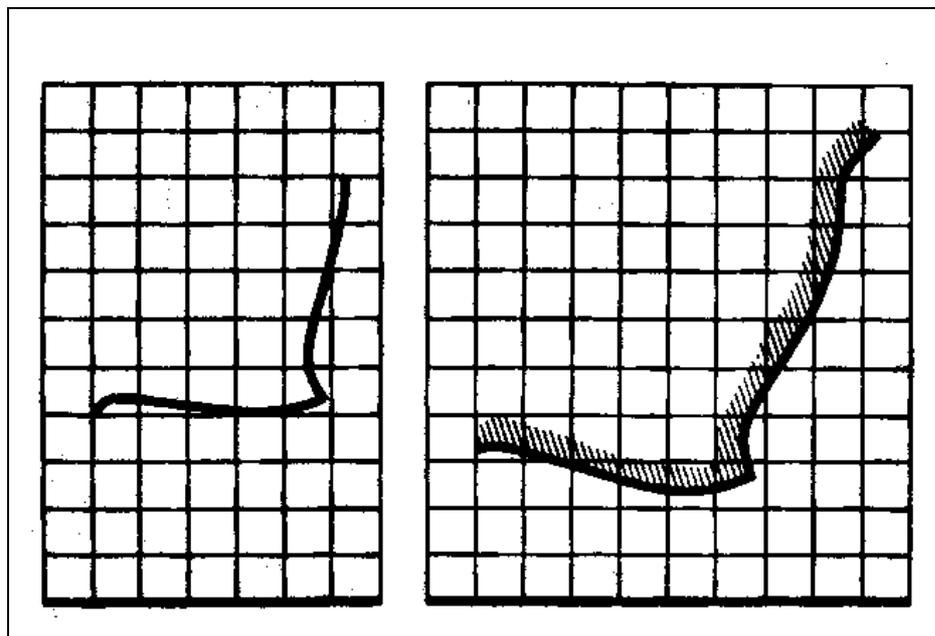
Figura 06 -Efeito das quatro posições do corpo sobre a pressão interna do disco intervertebral



Fonte: Grandjean (1998)

Com base em suas experiências, junto a um grupo de sessenta e oito pessoas, com problemas de coluna, Grandjean (1998) traçou o perfil de um assento polivalente e de uma poltrona de descanso, conforme apresentado na figura 07.

Figura 07-Perfil de assento e poltrona polivalente (retículo:10cm)



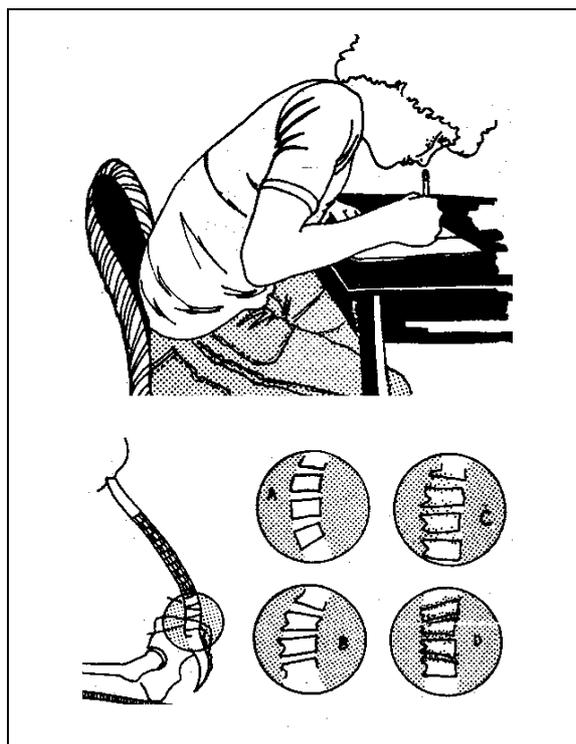
Fonte: Grandjean (1998)

Em seu trabalho sobre má postura na escola, Schuler (1983) afirma que os desajustes na coluna podem prejudicar todo o corpo, pois é através dela que se dá o fluxo nervoso que comanda a função de cada órgão do nosso organismo.

Segundo o pesquisador, a maioria das crianças na faixa dos seis ou sete anos, inicia seu período escolar com uma postura perfeita. Anos após uma atividade acadêmica contínua, problemas posturais começam a surgir. Segundo Schuler, uma das causas é a inclinação das cadeiras para trás, com a superfície das carteiras em plano horizontal.

Quando as crianças se inclinam sobre a mesa para encurtarem a distância entre seus olhos e os livros ou cadernos, esse movimento comprime as vertebrae lombares, conforme mostra a figura 08.

Figura 08-Esquema da coluna vertebral na posição sentada



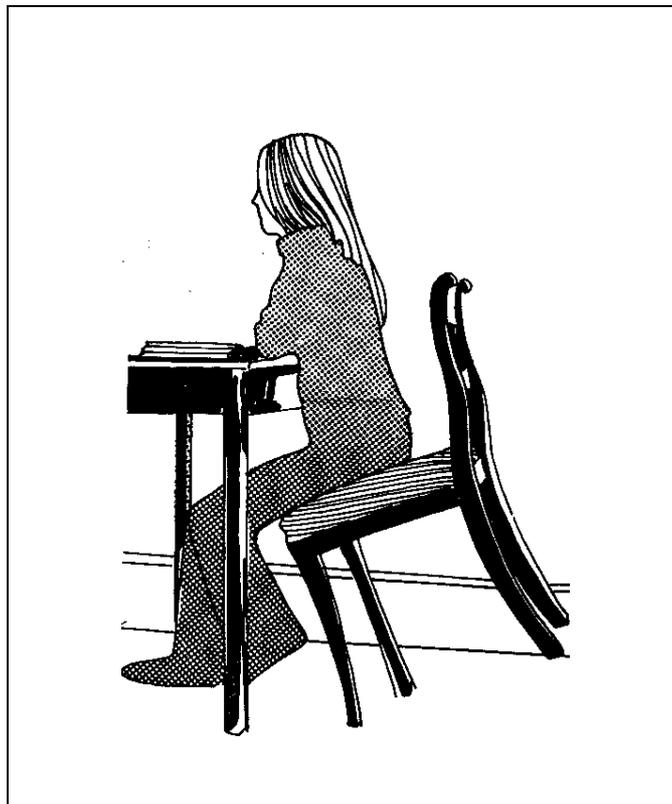
Fonte: Schuler (1983)

Schuler afirma que:

“As vértebras da região torácica ou dorsal têm seu movimento limitado pelas costelas. Nesta posição o centro de gravidade está localizado aproximadamente na altura da 9^a. vértebra dorsal e sua distância até a região lombar é de mais ou menos 200mm e sua ação comparável à uma alavanca cujo vetor resultante pode ser de até 100kg, no caso de uma criança. Essa pressão, quando mantida por diversas horas, nos ossos macios de uma criança, vai ocasionar transformações posturais permanentes.”

A partir destas afirmações, deduz que as crianças partem para movimentos intuitivos, buscando uma posição mais confortável, como exemplificada na figura 09. Segundo Schuler, a menina está protegendo o corpo contra a dor, assumindo, no entanto, riscos pelo uso inadequado do produto.

Figura 09-Posição instintiva de proteção do corpo contra a dor.



Fonte: Schuler (1983)

Schuler oferece suas sugestões para adequação ergonômica destes problemas levantados.

- Inclinação da superfície de trabalho em 30° : a maioria das crianças terá um ângulo de quase 90° para ler ou escrever;
- Altura da superfície de trabalho na base do cotovelo;
- Inclinação das cadeiras para a frente: a rotação da pélvis é mantida num ângulo de 60 a 70° , o mais adequado para uma posição sem contraturas indesejáveis, com boa circulação sanguínea, sem retenção de sangue nas pernas ou pés.

O Lawrence Berkeley Laboratory (LBL,1997) estabelece linhas gerais para a avaliação ergonômica de cadeiras, relacionando este produto à superfície de trabalho:

- Usar cadeira estável e que permita movimentação plena do usuário;
- Usar cadeira ajustável que permita a regulagem de altura para postura adequada do usuário em relação à cadeira e à superfície de trabalho, de tal sorte que as pernas formem um ângulo de 90° , com os pés sobre a superfície do pavimento.
- Nesta condição postural, a superfície de trabalho deve permitir ampla movimentação dos membros inferiores, evitando a fadiga por impedimento dos movimentos.

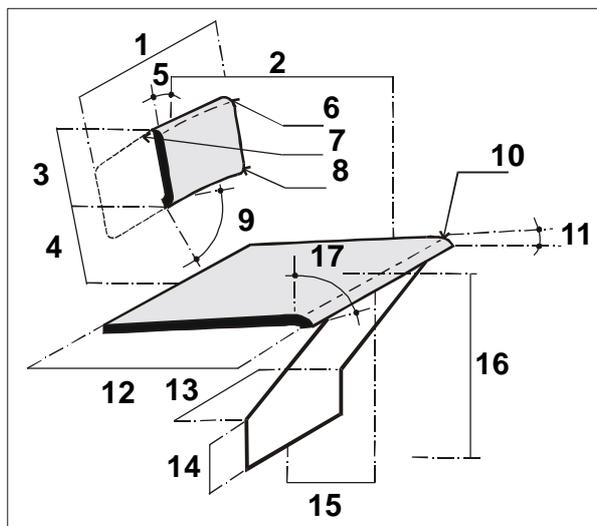
O conceito de estabilidade de cadeira, citado na primeira sugestão do LBL (1997), é definido pelo LNEC (1996), em um de seus documentos técnicos de sensibilização:

“A estabilidade de uma cadeira ou banco deverá ser entendida como a aptidão desse elemento de mobiliário para resistir às forças que tendem a fazê-lo tombar.”

As forças referidas na definição, decorrem do uso intensivo e atitudes posturais extremas, submetendo o mobiliário a solicitações de ordem estrutural.

Para Institut für Industrial Design (*apud* Bonsiepe, 1978), o esquema ergonômico de uma cadeira escolar pode ser dividida nos pontos relacionados e apresentados na figura 10.

Figura 10 – Esquema ergonômico para a concepção de uma cadeira escolar



Fonte: Bonsiepe (1978)

As principais dimensões a considerar são:

- Largura do encosto (1);
- Profundidade útil de assento (2);
- Altura do encosto (3);
- Distância entre assento e encosto (4);
- Declividade do encosto (5);
- Raio da borda superior do encosto (6);
- Raio de curvatura do encosto (7);
- Raio da borda inferior do encosto (8);
- Declividade do encosto com a vertical (9)
- Raio da borda anterior do assento (10);
- Inclinação do assento (11);
- Profundidade total do assento além da profundidade útil (12);
- Espaço livre sob o assento (13);
- Altura do assento (14, 15 e 16);
- Declividade do assento (17);

Para a carteira, Bonsiepe (1978) define as seguintes condições a serem observadas:

- Altura da superfície de trabalho;
- Declividade da superfície de trabalho;
- Condutibilidade térmica do material do tampo (sensação de frio/calor);

A norma brasileira para mobiliário escolar, NBR14007 (ABNT,1997), apresenta requisitos genéricos de natureza ergonômica para assentos e mesas, em suas considerações finais:

“3.7.1 Os assentos e mesa podem ser reajustáveis.

3.7.2 Os ajustes devem ser efetuados sem grandes esforços.

...

3.7.3 Os ajustes devem ser efetuados sem provocar acidentes.

...

3.7.7 O acabamento do móvel não deve permitir qualquer desconforto ou injúria física ao aluno...”

Apesar de tratar de classificação e dimensões a NBR14006 (ABNT, 1997) é mais específica em recomendações ergonômicas para mobiliário escolar, em especial carteiras e cadeiras. Interfere até mesmo em questões da área de ensino-aprendizagem quando **determina a postura do usuário** :

“...2.2 Critérios para postura

2.2.1 Para se ter uma boa postura deve-se observar o seguinte (...):

a) o aluno deve sentar-se ereto. ...”

No entanto, estabelece considerações pertinentes à questões voltadas para a ergonomia do produto:

“...2.2 Critérios para postura...

2.2.1 Para se ter uma boa postura deve-se observar o seguinte (...):

...c) não deve haver pressões do assento sobre os músculos posteriores das coxas.

d) deve haver espaço livre entre coxas e parte inferior da mesa para permitir liberdade de movimento. ...

2.2.3 Assentos (cadeiras) constituem um todo antropométrico, ergonomicamente ajustados; conseqüentemente, o conjunto deve ser compulsoriamente relacionado e, como tal, utilizado. “

Segundo Ferreira (2000) o conceito ergonômico de mobiliário volta-se para o “elemento de apoio ao usuário”, a órtese.

O usuário, utilizando até então o móvel como *container*, para a guarda de seus artefatos, começa a modificar este paradigma de uso, na busca da adequação ao novos espaços propostos para o homem do novo milênio.

No caso especial do mobiliário escolar, o paradigma em modificação recai sobre o projeto didático-pedagógico do ensino, o qual reflete sobremaneira na configuração física da infraestrutura do ambiente escolar.

2.2 CONSIDERAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS E BIOMECÂNICAS SOBRE CONCEPÇÃO DE MOBILIÁRIO ESCOLAR

Segundo Waltrick (1996), o médico alemão Johann Sigismund Elsholtz foi o primeiro a utilizar o termo antropometria o qual consta como título em sua tese de graduação, publicada em Pádua, em 1654.

Velho, Loureiro, Peres e Pires Neto (*apud* Petroski, 1999), descreve que:

"...O termo Antropometria é de origem grega, sendo que ANTHROPO identifica "Homem" e METRY significa "medida". Segundo eles, "a Antropometria serve para a determinação objetiva dos aspectos referentes ao desenvolvimento do corpo humano, assim como para determinar as relações existentes entre físico e performance...".

Para Wagner et al (1996), Antropometria é a medida científica e a coleção de dados sobre as características físicas humanas para aplicação na concepção de sistemas, equipamentos, produtos, ambiente e demais facilidades humanas.

Laeser (1998) afirma que historicamente o mobiliário escolar não tem sido proposto com base em medidas antropométricas dos usuários potenciais. Isto significa que crianças de várias idades, padrões e tamanhos acabam por usar o mesmo mobiliário. O autor recorre a exemplos práticos e descreve situações verificadas em países considerados desenvolvidos:

"Duas pesquisas conduzidas na Austrália, focam na adequação do mobiliário em estabelecimentos educacionais baseadas em parâmetros antropométricos. Tomadas juntas as pesquisas classificaram três grupos de jovens e um de adultos. Nenhum tipo de cadeira foi julgado apropriado para todas as categorias, pois nenhuma categoria apresentavam características antropométricas em acordo com o mobiliário disponível."

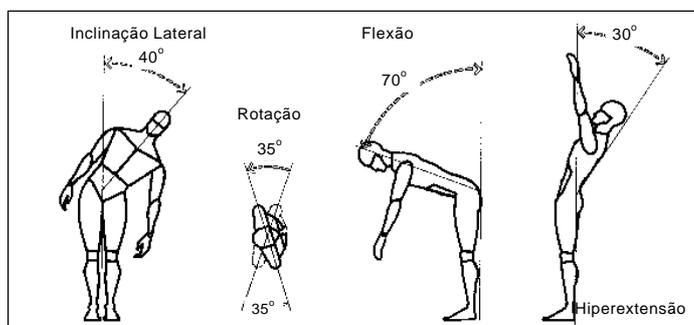
Exemplificando o conceito de Laeser (1998) pode-se citar as escolas estaduais gaúchas que funcionam nos três turnos. Numa situação desta pode ocorrer a ocupação matinal do mobiliário por crianças do nível fundamental, a ocupação vespertina pode se dar pelos alunos do nível médio e a ocupação noturna dar-se-á por usuários adultos.

Segundo Lida & Henry (1973), a Antropometria é uma parte do domínio da Antropologia Física que estuda as dimensões lineares, diâmetros e pesos do corpo humano. Os autores dividem, ainda, a antropometria em dois ramos: um “estático” e outro “dinâmico”. Lida & Henry (1973) descrevem que: “...A antropometria estática está relacionada com as medidas do corpo parado...” (estatura, extensão de braços, por exemplo). Os autores conceituam, ainda, antropometria dinâmica afirmando que:

“...Sua maior atenção está voltada para as medidas funcionais, isto é medidas das pessoas quando executam alguma função. Os estudos baseados em medidas dinâmicas contribuem para o conforto, eficiência e segurança nas várias fases da vida humana. ...Provavelmente um dos postulados mais importantes da antropometria dinâmica está relacionado ao fato de que, na execução das várias funções, os membros do corpo humano não operam independentemente, mas em conjunto. ...”

Os estudos de antropometria dinâmica fornecem alguns limites de movimentação da coluna vertebral a serem observados na conceituação das tarefas e do modo de produção no canteiro de obras. Destacam-se, neste caso específico, os movimentos de hiperextensão, rotação, flexão e inclinação lateral. A figura 11 mostra estes limites, representados graficamente (Panero & Zelnick, 1991).

Figura 11- Limites de Movimentação a partir da Coluna Vertebral



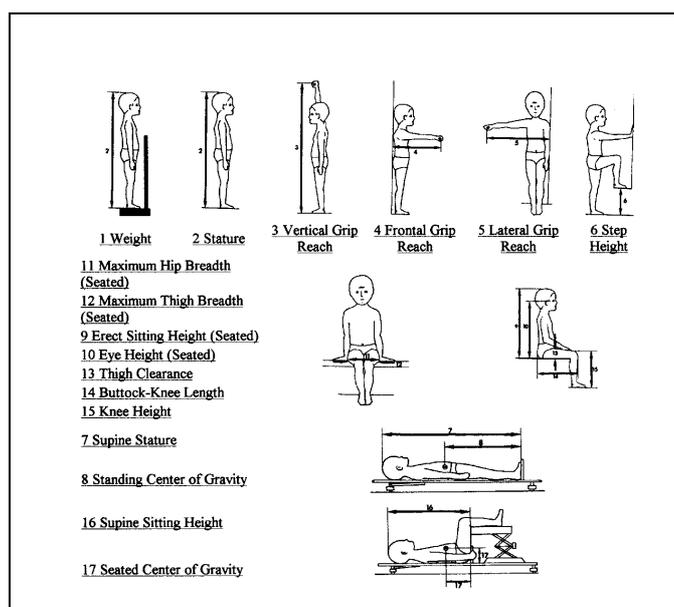
Fonte: Panero y Zelnick (1990).

Comprovando as afirmativas de autores referenciados internacionalmente, quanto a importância do conhecimento das variáveis antropométricas para aplicação em atividades de projeto de produtos e/ou aperfeiçoamento de produto existentes, a instituição norte-americana *Consumer Product Safety Commission* (CPSC), desenvolveu duas pesquisas antropométricas, em 1975 e 1977, respectivamente denominada *Anthrokids*(2000), disponível em sua página na Internet.

O documento final, intitulado “*Physical Characteristics of Children*” apresenta um levantamento antropométrico de crianças e adolescentes com vistas a disponibilizar estes dados aos fabricantes de produtos destinados a este segmento da população.

Segundo Snyder et al (1977), autores deste documento, o estudo antropométrico, resultado de três anos de pesquisa, se constitui de um conjunto de quarenta e uma medidas obtidas com uma nova geração de instrumentos de medição antropométrica. A figura 12 apresenta diagramas de algumas das medidas tomadas em levantamento.

Figura 12- Diagrama para tomada de medidas antropométricas



Fonte: *Anthrokids* (2001)

Snyder et al (1977) afirmam ainda que os resultados podem determinar novas diretrizes de projeto considerando, sob nova ótica, os dados de dimensões humanas disponíveis. Extraiu-se alguns dados específicos desta pesquisa, de interesse direto, e estão apresentados na forma de tabelas semelhantes às tabelas 01e 02.

Tabela 01- Pesos em Kg - Sexos Combinados de Crianças e Adolescentes

AGE/MO	YEARS	N	MEAN	S.D.	5%	50%	95%
0-3		127	4.7	1.1	3.1	4.4	6.7
4-6		84	7.0	1.0	5.4	6.9	8.5
7-9		49	8.3	0.8	6.5	8.3	9.6
10-12	1	41	9.2	1.1	7.5	9.2	10.7
13-18		47	10.2	1.2	8.2	10.1	11.9
19-24	2	51	11.8	1.2	10.1	11.7	13.8
25-30		54	12.9	1.4	10.7	12.8	16.1
31-36	3	60	13.5	1.5	11.0	13.2	16.6
37-42		157	14.9	1.7	12.3	14.8	17.5
43-48	4	163	15.6	1.8	12.6	15.3	18.8
49-54		203	16.8	1.9	13.9	16.5	20.3
55-60	5	181	18.0	2.2	14.4	17.7	21.5
61-66		175	19.1	2.7	15.6	18.5	23.8
67-72	6	150	20.1	2.9	15.4	20.1	24.4
73-78		162	21.0	2.8	16.7	20.8	25.8
79-84	7	156	22.4	3.0	17.9	22.2	28.2
85-96	8	248	24.7	4.3	18.9	24.0	32.5
97-108	9	262	27.7	4.9	21.1	26.9	37.1
109-120	10	260	30.5	5.5	22.9	29.4	41.1
121-132	11	211	34.9	6.5	25.7	34.1	46.7
133-144	12	116	38.5	6.9	28.9	37.3	51.0
145-156	13	50	44.9	8.4	33.1	43.9	57.7

Fonte: AnthroKids (2001)

Tabela 02 - Estatura em cm - Sexos Combinados de Crianças e Adolescentes

AGE/MO	YEARS	N	MEAN	S.D.	5%	50%	95%
0-3		145	55.1	3.8	49.2	54.9	61.2
4-6		99	64.4	3.0	59.8	63.7	70.4
7-9		53	69.4	2.5	65.4	69.3	73.6
10-12	1	47	72.9	3.1	68.6	72.5	78.5
13-18		48	77.5	3.7	70.7	77.6	82.9
19-24	2	58	84.7	3.4	79.6	84.1	90.4
25-30		65	88.6	3.9	81.1	88.9	94.9
31-36	3	102	93.1	4.2	86.9	93.2	99.4
37-42		266	96.8	3.8	91.1	96.9	103.3
43-48	4	290	99.7	4.1	92.8	99.4	106.5
49-54		358	103.7	4.2	97.0	103.4	110.5
55-60	5	326	107.0	4.8	98.9	107.0	115.0
61-66		242	110.1	4.7	103.0	109.8	117.4
67-72	6	174	113.3	4.9	104.4	113.6	120.5
73-78		176	115.9	4.8	107.6	116.1	123.7
79-84	7	170	119.6	4.9	110.4	119.8	127.1
85-96	8	278	124.3	5.6	114.4	124.6	133.5
97-108	9	276	130.1	5.9	121.0	129.9	139.9
109-120	10	263	134.7	6.2	124.9	134.7	145.3
121-132	11	209	141.5	6.1	131.8	140.8	151.1
133-144	12	118	146.1	6.8	135.3	146.5	157.5
145-156	13	53	152.8	7.3	140.0	152.2	164.3

Fonte: AnthroKids (2001)

A norma brasileira NBR14006 (ABNT, 1997) estabelece dimensões do mobiliário escolar a partir de um padrão antropométrico de *altura corporal média* e seus limites inferiores e superiores, associados a uma classificação numérica e um código cromático de acordo com a tabela 03.

Tabela 03-Padrão Antropométrico Adotado pela NBR 14006 *em milímetros*

		número	0	1	2	3	4	5	6
		cor	branco	laranja	lilás	amarelo	vermelh o	verde	azul
CLASSES estatura referencial	Altura corporal média		900	1050	1200	1350	1500	1650	1800
	Limites inferior/superior		Até 970	980 a 1120	1130 a 1270	1280 a 1420	1430 a 1570	1580 a 1720	1730 acima

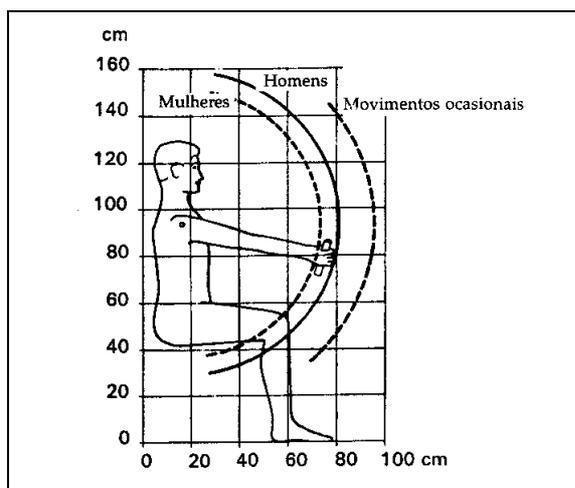
Fonte: NBR14006 (ABNT, 1997)

Com base nestes critérios, define alturas mínimas para joelho, pernas, tíbia, bem como larguras e comprimentos mínimos de superfícies de trabalho.

A NBR14006 define ainda dimensões para aceitação de cadeiras, tais como declividades, profundidades de assento e encosto, além de acabamentos de bordas das superfícies em contato com o corpo do usuário.

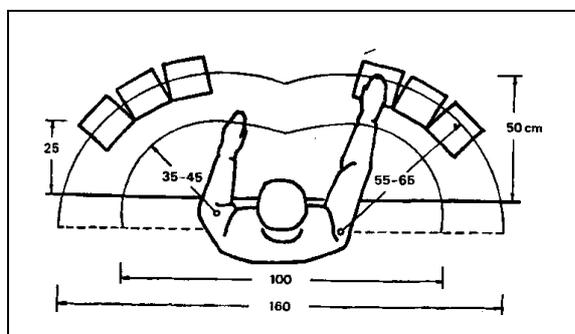
Grandjean (1998), a respeito da atividade laboral sentada estabelece espaços de preensão e movimentação horizontal e vertical, para fundamentação antropométrica em concepção de mobiliário.

Grandjean define o espaço de alcance vertical como sendo o correspondente "...ao raio de ação dos braços, estando as mãos em posição de preensão.", representado na figura 13.

Figura 13- Espaços de Preensão vertical

Fonte: Grandjean (1998)

O espaço de preensão horizontal, ao nível da superfície de trabalho, é definido por Grandjean como “o espaço de preensão correspondente à distância ombro-mão preensil, e o espaço de trabalho corresponde à distância cotovelo-mão preensil” conforme mostrado na figura 14.

Figura 14- Espaços de Preensão Horizontal

Fonte: Grandjean (1998)

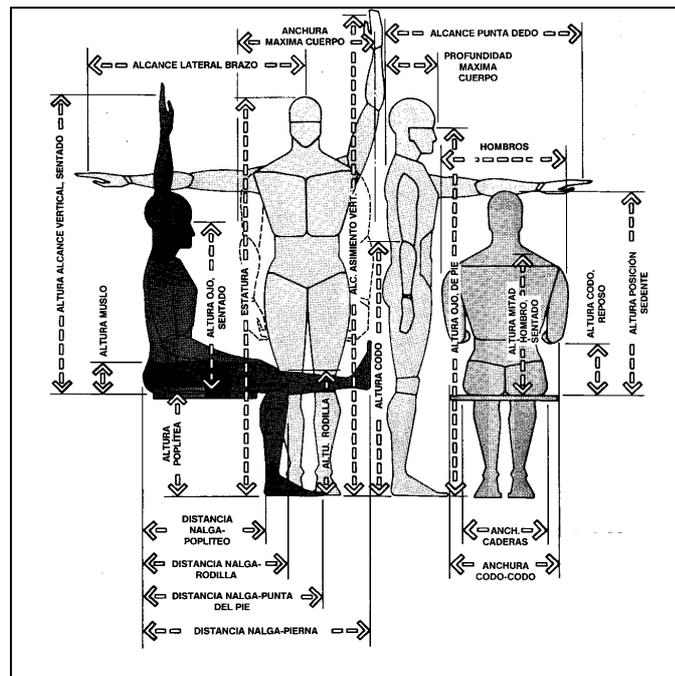
Segundo Panero y Zelnick (1991), as dimensões do corpo humano que influem na concepção de espaços interiores podem se dividir essencialmente em dois tipos: estruturais e funcionais. As dimensões estruturais ou estáticas, denominadas estatísticas são as da cabeça, tronco e extremidades em posição padrão, ou repouso. As dimensões funcionais, também chamadas de dinâmicas, incluem medidas durante o movimento associado à certas atividades.

Damon (*apud* Panero y Zelnick, 1991) descrevem as dez principais dimensões humanas a utilizar na concepção de elementos materiais para apoio a tarefas produtivas ou não, pela ordem: estatura, peso, altura em posição sentada, distância nádega-joelhos, nádega-popliteal, distância entre cotovelos, entre quadris, altura dos joelhos, popliteal e altura da perna. A figura 15 apresenta as dimensões humanas de maior utilização na concepção de mobiliário e espaços internos para humanos.

A aplicação de métodos de coleta de dados, considerações de natureza ergonômica, antropométrica e biomecânica, não se restringem a atividades de concepção de produtos. A informação humana também pode ser utilizada no sentido inverso, qual seja, a análise ergonômica para verificação de conformidade do produto.

Como exemplo pode-se citar estudo efetuado pela CIENTEC (Ferreira,1992) denominado Estudo Ergonômico dos Bancos em Fibra-de- Vidro dos Transportes Coletivos na Região Metropolitana de Porto Alegre.

Figura 15 - Dimensões Humanas para uso em Projeto



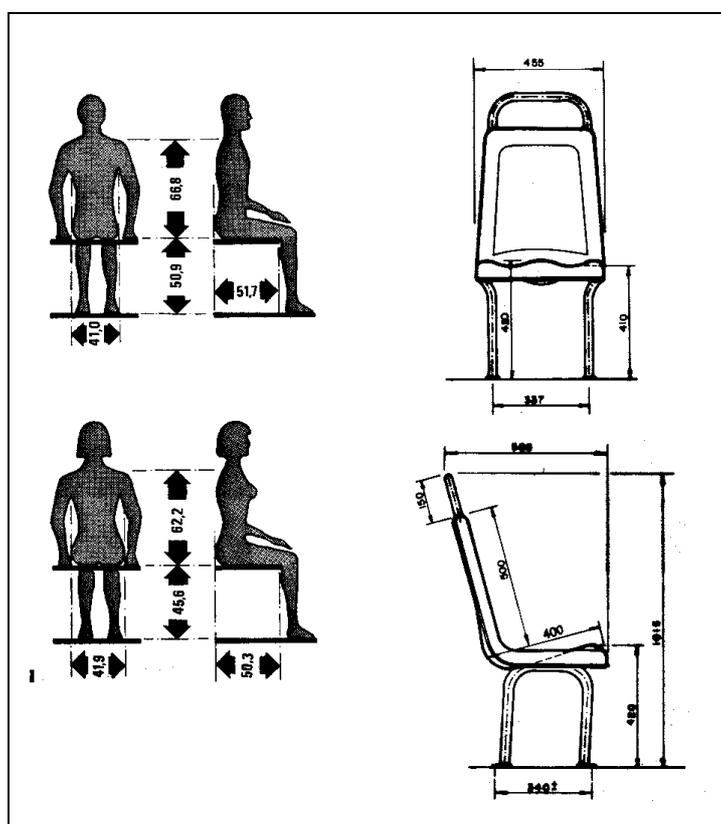
Fonte: Panero y Zelnick (1991)

O trabalho consistiu em quantificar os aspectos subjetivos referentes ao conforto (confortável/desconfortável) do mobiliário utilizado nos ônibus intermunicipais, através de levantamento antropométrico, estudo de posturas para posterior análise, diagnóstico e recomendações de melhorias no produto.

O levantamento contemplou quatro dimensões, constantes na listagem referida por Panero y Zelnick (*apud* Damon, 1991): largura entre quadris, altura popliteal, distância nádega-popliteal, altura posição sentada (nádega-ombros).

Através do levantamento efetuado, foi possível referendar cientificamente o argumento subjetivo do usuário, quanto aa suas sensações de desconforto. A figura 16 apresenta uma representação gráfica da análise.

Figura 16 - Confronto Usuário-Produto



Fonte: Ferreira (1992)

No que se refere à Biomecânica, Lida & Henry (1973) descrevem que:

“Os projetos de arranjo e espaço para trabalhar, bem como dos equipamentos pessoais, requerem atenção especial quanto à estrutura, aos movimentos e dimensões do corpo humano. Este é o assunto da antropometria que está intimamente relacionado com a biomecânica.”... “A biomecânica trata geralmente de aspectos mecânicos do movimento humano. Inclui considerações de **alcance, força e velocidade** dos movimentos do corpo.”

Segundo Wagner (1996), a biomecânica descreve as características mecânicas dos sistemas biológicos, em termos de medidas físicas e modelos mecânicos. Afirma que o campo é interdisciplinar na medida que envolve a fusão de conhecimentos da antropometria, mecânica, fisiologia e engenharia.

Para este autor, a biomecânica estabelece parâmetros a respeito da estrutura mecânica, força e mobilidade dos humanos para utilizações em engenharia.

Para McCormick (1980),

“O trabalho (com sentido de atividade qualquer) humano oscila num amplo espectro que vai do estritamente mental, passa pelo que é essencialmente psicomotriz e chega ao predominantemente físico. ... As respostas imediatas da atividade humana, na maioria das situações que implicam trabalho incluem a realização de respostas ou comunicações físicas, com as quais se consegue algum objetivo desejado. ... A habilidade para realizar diferentes tipos de atividades motoras depende essencialmente da estrutura física do corpo (o esqueleto), dos músculos do esqueleto, o sistema nervoso e os processos particulares de metabolismo....

A biomecânica trata dos diversos aspectos de movimentos físicos do corpo e dos membros do corpo. As operações dos membros do corpo podem caracterizar-se em termos cinemáticos (ciência do movimento) e os ossos, conectados a suas articulações, em combinação com os músculos, funcionam como alavancas. “

A aplicação do conhecimento biomecânico ao mobiliário escolar foi abordada por Zaro & Roesler (1999). Os autores descrevem biomecânica como sendo a ciência comprometida com a avaliação das cargas mecânicas e os efeitos causados ao corpo humano, quando em contato com outros corpos, no caso do indivíduo que utiliza uma cadeira como ferramenta para execução de suas tarefas.

Zaro & Roesler (1999) calculam que atualmente os alunos do nível fundamental gastam até 1000 horas anuais envolvidos em atividades na sala de aula, interagindo com o mobiliário escolar somando-se, ainda, a estas horas deslocamentos sentados em veículos, em mesas de refeições.

Os autores concluem a afirmativa, sugerindo que estes indivíduos chegam a passar 50% do dia sentados.

A vinculação da biomecânica com o tema mobiliário escolar também é abordado por Moro, Ávila & Nunes (1999), no artigo “*O Design da Carteira Escolar e suas implicações na postura das crianças*”. Os autores afirmam que:

“..., informar-se e conhecer o assunto é uma necessidade urgente para que cresça a consciência social sobre o tema”.

Moro, Ávila & Nunes (1999) afirmam que o mobiliário escolar, aliado à outros fatores físicos, influi sobremaneira no desempenho e comportamento dos alunos em sala de aula.

O trabalho conclui afirmando que, a partir de um estudo em produto específico, os problemas de projeto interferem na postura dos alunos, as quais por sua vez, provocam reações do corpo ao contato com o mobiliário, na forma de dores na nuca, pescoço e cabeça.

No escopo desta investigação a respeito de critérios de qualificação do mobiliário escolar, interessa particularmente quantificar a situação “sentar-se incorretamente” (Moro, 1999), buscando as solicitações extremas a que são submetidas o conjunto cadeira-carteira.

Os conceitos formulados orientaram a pesquisa na busca da identificação dos esforços físicos, submetidos ao mobiliário escolar em uso, que comprometem efetivamente seu desempenho e estabilidade.

Tendo em vista os objetivos definidos na pesquisa, as considerações ergonômicas, antropométricas e biomecânicas para concepção de mobiliário, comentadas até então, serão utilizadas como referencial para análise ergonômica de produto com vistas a sua qualificação.

Em função do escopo do trabalho utilizar-se-á, tão somente, as duas primeiras dimensões antropométricas referidas por Damon (*apud* Panero y Zelnick, 1991), estatura e peso, considerando todas as implicações na definição dos critérios de seleção de mobiliário escolar, num patamar aceitável de qualidade.

Fica, portanto, caracterizado o caminho inverso à concepção, qual seja a análise do projetado.

2.3 ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

Na bibliografia internacional, abreviado como BMI (*Body Mass Index*) este índice caracteriza-se como variável fundamental na avaliação nutricional do ser humano.

Segundo Shetty & James (2000), peso e altura têm sido, há muito, utilizado para a definição do estado nutricional das crianças. Afirmam que o Índice de massa corporal (BMI), apesar de simples, é um indicador antropométrico extremamente objetivo, de fácil coleta e análise. É um índice de aferição de condições sócio-econômicas de uma comunidade, suas flutuações regionais e/ou nacionais em termos de nutrição. Representa também um índice de performance física e funcional dos indivíduos, que pode ser usado em projetos que dependam de informações pertinentes à atividades físicas de um grupo humano.

A Organização Mundial da Saúde-OMS (WHO, 2000a) dispõe hoje de um *Banco de Dados de Nutrição Global* constantemente atualizado para avaliações acerca do estado nutricional da população do planeta.

De acordo com a OMS (WHO/DNHD, 2000b), os três índices antropométricos mais comuns para verificação do nível de crescimento são:

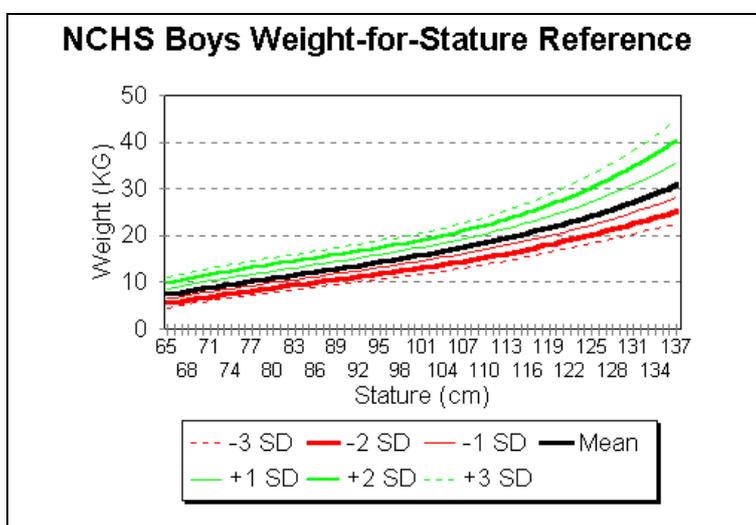
- Peso por altura (*weight-for-height*);
- Altura por Idade (*height-for-age*);
- Peso por Idade (*weight-for-age*).

No âmbito desta pesquisa o índice antropométrico de interesse imediato é "peso por altura", uma vez que a pior situação a ser submetida ao mobiliário, por ocasião dos ensaios a serem formulados seria o extremo do

intervalo, ou seja os alunos de maior Índice de Massa Corporal, a ser obtido através da análise deste índice.

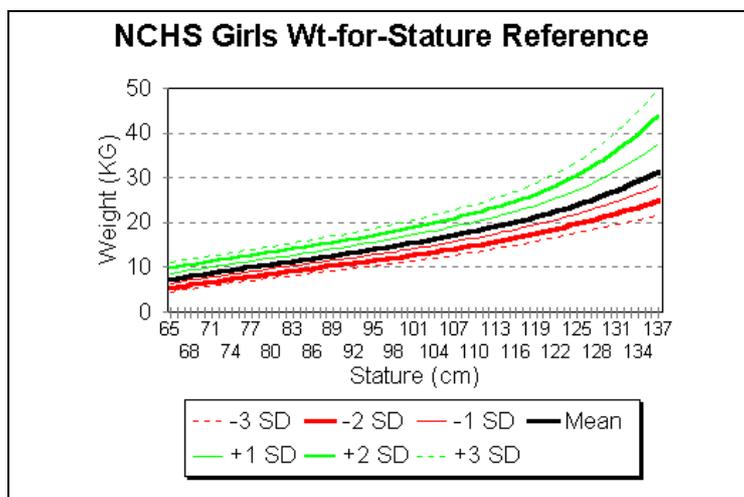
Estes índices aparecem na forma de tabelas e gráficos publicados pela Cornell University (Anthropometric, 2000), conforme segue nos gráficos 01 e 02, utilizados como parâmetro inicial para a pesquisa e análise dos dados levantados junto aos usuários de mobiliário escolar da Região Metropolitana de Porto Alegre.

Gráfico 01- Padrão Peso por Estatura Meninos 0-10 anos



Fonte: Anthropometric Desk References (in Cornell University, 2000)

Gráfico 02- Padrão Peso por Estatura Meninas 0-10 anos



Fonte: Anthropometric Desk References (in Cornell University, 2000)

De acordo com Petroski (1999), a massa corporal pode ser utilizada como medida do processo de crescimento e indicador do estado nutricional do indivíduo e está intimamente associada à idade, sexo e estatura. Enquanto a altura é uma medida linear, realizada no sentido vertical, tomando-se qualquer ponto do corpo humano e sua distância de um plano horizontal.

Medidas desta natureza são fundamentais na concepção de mobiliário, artefatos espaços físicos ocupados pelo homem.

Esta posição converge sobremaneira para os objetivos da pesquisa, uma vez que a informação necessária para a definição dos parâmetros para análise do mobiliário escolar reside no **índice de massa corporal**.

Vale ressaltar que este índice permitirá estabelecer intervalos confiáveis para a população escolar de referência.

Ainda, segundo Petroski (1999):

“Usualmente, utiliza-se a relação entre a massa corporal e a estatura como indicador de índice de massa corporal ($IMC = \text{massa corporal} / \text{estatura}^2 = \text{kg/m}^2$). Este índice fornece o estado nutricional do indivíduo, classificando-o em abaixo do peso, peso ideal, sobre peso e obesidade.”

Concentrando foco nas variáveis humanas específicas, **massa corporal e altura** (estatura), buscar-se-á estabelecer princípios de resistência estrutural para o mobiliário em estudo, aceitos como corretos para a população referida.

Os ensaios de impacto em mobiliário de escritório, segundo normas brasileiras, utilizam cargas de corpo mole (sacos de areia com massa 25 kg), as quais são lançadas a determinadas distâncias, simulando o ato de sentar,

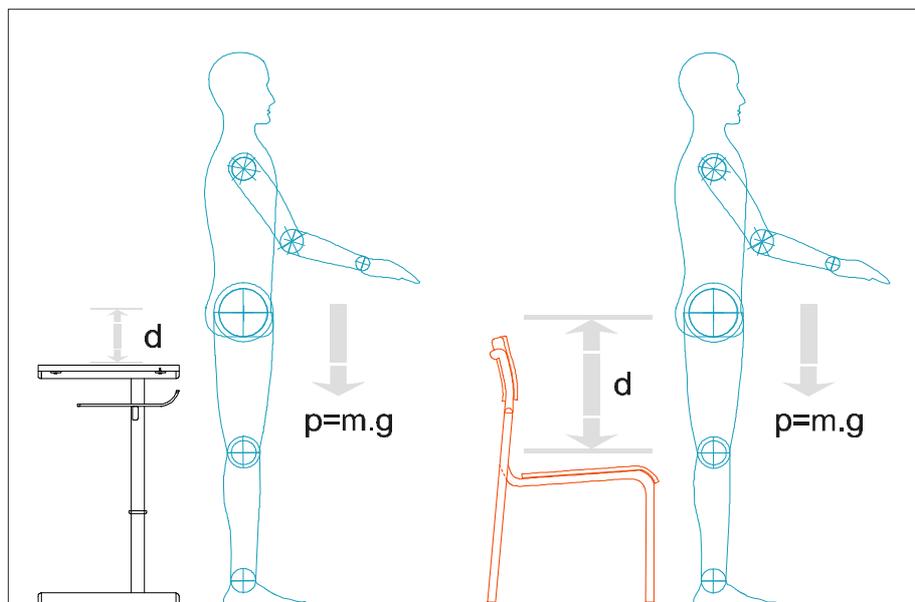
de forma brusca, caracterizando uma situação extrema de solicitação de serviço.

Conforme o exposto, a formulação de cargas de ensaios, nos aspectos referentes às variáveis massa corporal e altura, para avaliação de desempenho do mobiliário atualmente em uso, configura uma aproximação da realidade.

Entende-se que a manutenção da integridade do mobiliário, sob intenso uso, está diretamente ligada às condições posturais adequadas ao aprendizado neste nível de ensino.

Vale lembrar que as questões antropométricas, biomecânicas e nutricionais estão diretamente vinculadas à definição dos critérios de avaliação na medida em que os ensaios de referência concentram-se nestas variáveis conforme a síntese demonstrada na figura 17.

Figura 17- Definições de variáveis intervenientes na relação aluno-mobiliário



2.4 MODELOS BIOMECÂNICOS

Segundo Barros (1999), a complexidade na investigação biomecânica está associada à **complexidade do problema**.

Os modelos de análise biomecânica utilizados ainda são fortemente simplificados, em função do desconhecimento da geometria e estrutura do corpo humano, o qual contraria profundamente os métodos cartesianos de medição e avaliação. Barros entende que não há como isolar musculatura, estrutura, pontos de origem do esforço. Para entendimento desta afirmativa, pode-se estabelecer analogias com os sistemas construídos pelo homem.

Os princípios de resistência dos materiais e teoria das estruturas utilizado para verificação de estabilidade de uma grua, por exemplo, não tem efeito análogo quando aplicados a uma rótula de joelho.

Há que ser considerado no estudo de desempenho do sistema humano, variáveis biônicas e outras tantas pertinentes ao conceito da teoria da complexidade, uma vez que o cálculo do movimento humano não se esgota na soma de esforços e momentos nos três eixos cartesianos.

Amádio (1999) reforça este posicionamento quando afirma que os métodos e princípios biomecânicos estão vinculados à parâmetros técnicos do movimento e reconhece uma interdependência entre os parâmetros quantitativos e qualitativos e uma profunda vinculação entre movimentos sucedâneos.

Esta condição pressupõe a necessidade de estabelecimento de modelos de estudos, específicos por categoria de aplicação.

Para Amádio(1999), a biomecânica é uma ciência multidisciplinar e suas aplicações podem ser divididas em quatro categorias:

- esporte de alto nível de rendimento;
- esporte escolar e atividades de recreação;
- prevenção e reabilitação orientados à saúde;
- atividade do cotidiano e do trabalho.

A última aplicação concentra o foco da pesquisa desenvolvida, uma vez que estuda a postura e locomoção humana, classificando e sistematizando grupos de movimentos em dependência de estações de trabalho.

Amádio e Duarte (1996) classificam os modelos teóricos biomecânicos em:

- a) Teórico-dedutivos ou determinísticos: baseados em leis físicas e relações matemáticas (relações causais);
- b) Empírico-indutivos ou indeterminísticos: baseados em relações estatísticas (relações formais);
- c) Combinados: baseados em relações compostas entre modelos anteriores, de acordo com a complexidade do problema.

Segundo o autor, na elaboração do modelo, o maior desafio é assumir um conjunto de simplificações e restrições sem no entanto negligenciar aspectos fundamentais do objeto original, ou seja, construir um modelo que seja adequado ao seu objetivo científico.

2.5 A POSTURA SENTADA E SUA INFLUÊNCIA NA MODELAGEM BIOMECÂNICA

Para entender os problemas que envolvem a postura sentada, é necessário o estudo das alterações anatômicas que ocorrem quando um indivíduo altera a postura “de pé” para a postura sentada.

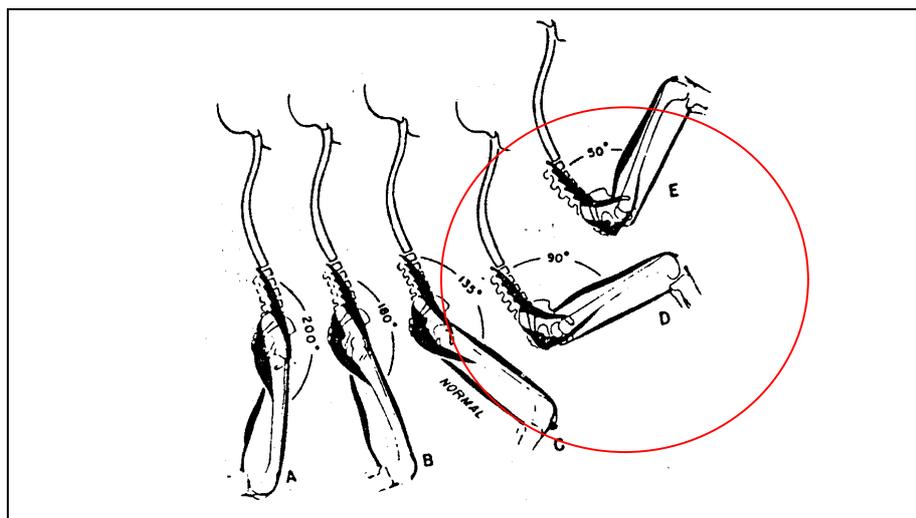
Segundo Mandal (1981), pode-se dizer que a “raça ereta”, cientificamente denominada “*homo sapiens*”, agora vem se transformando numa nova raça: ‘*homo sedens*’. O fato se comprova na medida em que ocorre a alteração efetiva do padrão comportamental de caçador, pescador e agricultor para o padrão sedentário, inclinado, curvado sobre livros e máquinas.

Mandal afirma ainda que quando uma pessoa se altera a posição “de pé” para “sentada ereta” tem-se um movimento total de 90° na relação tronco-pernas, tendo como eixo de movimento os quadris (*hip-joints*).

Contudo, o movimento total, atravessa estágios que merecem profunda consideração, segundo o autor, estágios estes críticos a partir dos 60° , já com forte influência da curvatura lombar.

A figura 18, elaborada por Keegan (1953), mostra os estágios dos movimentos angulares determinantes na alteração de posição, mencionados por Mandal.

Figura 18-Variações Angulares no Movimento para a Posição Sentada

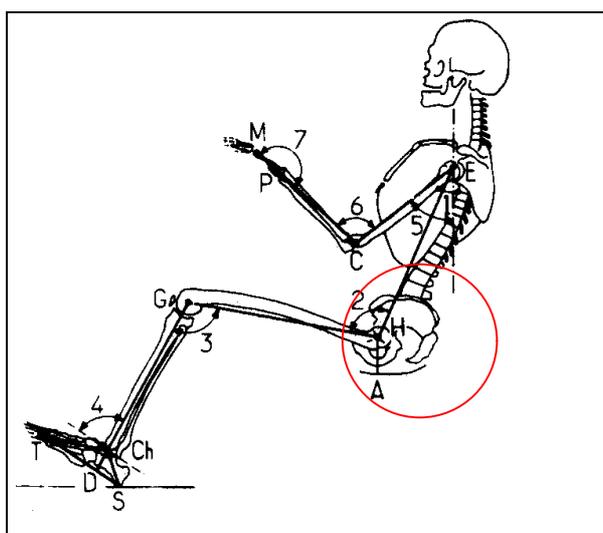


Fonte: Keegan (1953)

As posições relativas, no curso do movimento, marcadas por círculo marcam o ponto de interesse do objeto de tese, com vistas ao estabelecimento de variações angulares para determinação de alturas de queda de cargas de prova.

Laville & Millanvoye (1977), referem-se a este estudo de posições e movimentos e estabelecem uma analogia do corpo humano com um sistema de rótulas, conforme representado na figura 19.

Figura 19 - Analogia entre o Esqueleto e o Sistema de Cadeias Articuladas



Fonte: Laville & Millanvoye (1977)

A área delimitada pelo círculo determina a rótula de interesse do estudo, em especial para determinação de ângulos e distâncias para cargas de ensaio do encosto de cadeira escolar.

2.6 MODELAGEM BIOMECÂNICA PARA ENSAIOS DE MOBILIÁRIO

Ao contrário do proposto pela ISO 7173, a aplicação de cargas no assento de cadeira, tampo de mesa e no encosto de cadeira, de forma simultânea, está longe de simular a condição de uso.

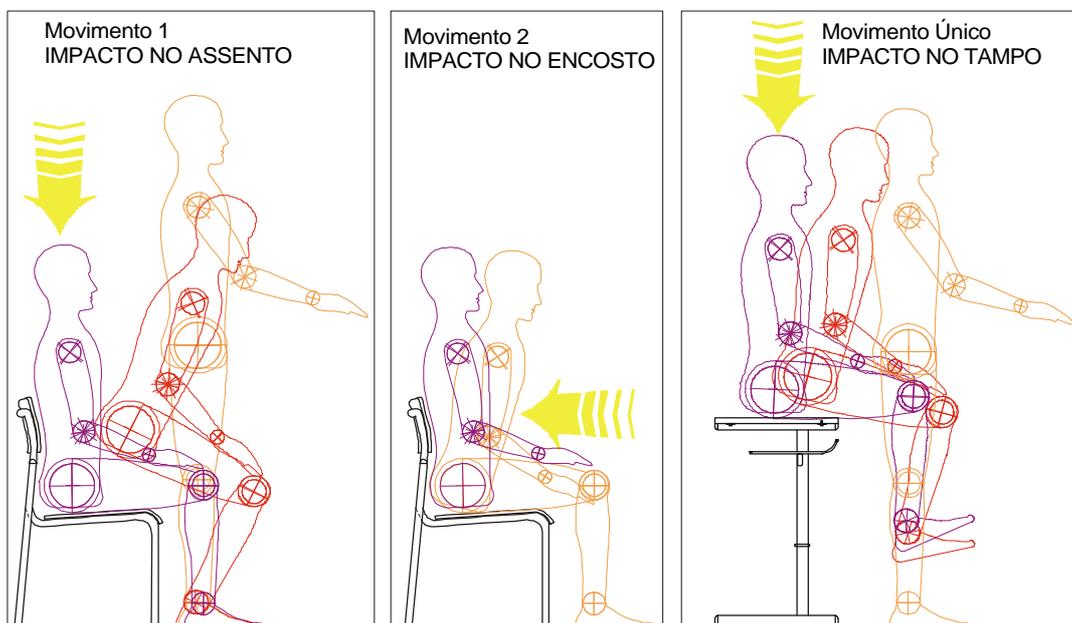
A própria norma estabelece uma condição aberta, a respeito de simultaneidade de carregamento, na medida em que na tabela “*Table-Summary of test and test level*” deixa como opcional através da expressão “*can be combined*” (pode ser combinado).

As observações de campo permitiram identificar um comportamento biomecânico no ato de sentar que se aproxima do esquema mostrado na figura 07, ou seja diferente do princípio de simultaneidade referido. Mandal (1981) cita Keegan para referendar este comportamento biomecânico.

A situação descrita é diagramada na figura 20. A partir dessa constatação pode-se considerar encosto e assento como objetos diferentes de ensaio.

As variáveis intervenientes em ensaios desta natureza são: 1)carga de impacto; 2)distâncias de carga de impacto; 3)equipamento de aplicação da carga; 4)condições ambientais de realização do ensaio.

Figura 20- Diagrama do Movimento na modificação de postura



2.6.1 CARGA DE IMPACTO

Conforme comentado no item 2.3, o Índice de Massa Corporal determina a situação de carregamento a partir do grupo da amostra considerado significativo para representação do segmento de usuários, na relação massa-estatura

Panero y Zelnick (1991), por sua vez, determinam a carga do corpo sobre o assento, como o equivalente a 75% do peso corporal.

lida (1990), afirma que em trabalho ou repouso o corpo humano assume três posturas básicas (sentada, deitada e de pé) e apresenta uma distribuição percentual do peso de cada parte do corpo envolvida nas posturas, de acordo com a tabela 04.

Tabela 04- Percentuais de Peso Corporal

Parte do Corpo	% do Peso Total do Corpo
Cabeça	6 a 8%
Tronco	40 a 46%
Membros Superiores	11 a 14%
Membros Inferiores	33 a 40%

Fonte: lida (1990)

Há que ser considerado, também, a investigação de Moro (1999), que estabelece um intervalo percentual entre 50% e 70% do peso corporal na posição sentada, apontando três situações angulares para a relação do assento e o plano de apoio dos membros superiores (tampo da carteira).

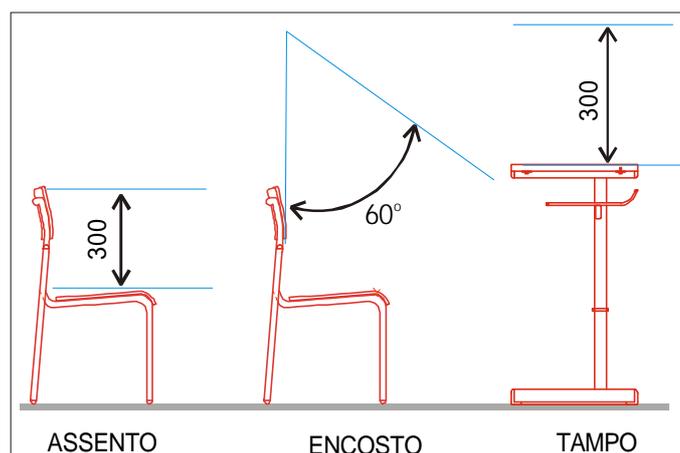
2.6.2 DISTÂNCIAS DE CARGAS DE IMPACTO

Para definição das distâncias máximas de cargas de impacto para o assento da cadeira e tampo da carteira observou-se as medidas estabelecidas nas NBR's 14110 e 14111, qual seja, 300mm. Para aplicação de cargas no encosto da cadeira, a carga, lançada em movimento pendular, atinge um ângulo máximo de 60°, conforme prescrição da NBR 14110.

A opção pela adoção destas variáveis ocorre em função da possibilidade de analogia e comparação com uma referência oficial e largamente utilizada em ensaios deste tipo pelos laboratórios oficiais no país.

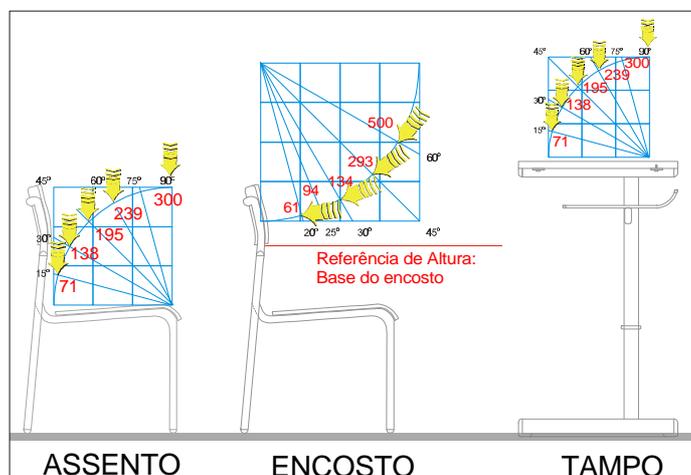
Esta opção vislumbra a possibilidade, no caso de aprovação de um projeto de norma a partir desta investigação, de execução imediata de inspeções e verificações, com recursos humanos e materiais já familiarizados com os procedimentos de ensaios.

Figura 21- Distâncias de Aplicação das Cargas



A partir da altura máxima, projetou-se em plano vertical variações angulares de 90°, 75°, 60°, 45°, 30°, 25, 20 e 15° respectivamente. Para a definição de distância de carregamento de ensaio do encosto, segue-se o mesmo critério, em analogia com a NBR 14110, estabelecendo-se um eixo, coincidente com os eixos vertical e horizontal do encosto, na tem í da força de impacto, com o indivíduo sentado.

Figura 22 – Dimensionamento dos Pontos de Aplicação das Cargas



2.6.3 EQUIPAMENTOS DE APLICAÇÃO DAS CARGAS

Os equipamentos para testagem dos ensaios detalhados no Capítulo 4 – Construção de Equipamentos e Ensaios-Testes deste documento, levando em consideração os condicionantes de estado da arte e da técnica, discutidos neste capítulo, e o modelo teórico proposto no capítulo 3.

A referência principal para a definição dos equipamentos são as normas brasileiras para mobiliário de escritório, em função da possibilidade de analogia estabelecida.

2.6.4 CONDIÇÕES AMBIENTAIS PARA A REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Os ensaios-testes devem ser executados em laboratório específico, considerando algumas características, determinadas em norma brasileira para ensaios físicos desta natureza. Segundo a NBR 14110 (1998),

“Antes do início dos ensaios, deve-se assegurar que o artigo a ser ensaiado tenha sido produzido há pelo menos quatro semanas e mantido em condições ambientais normais. Isso é para assegurar que ele já tenha atingido plenas condições de resistência, principalmente no caso de possuir juntas coladas.

Se o corpo-de-prova tiver estrutura ou elementos estruturais determinantes de madeira ou seus derivados, este deve ser condicionado por no mínimo 15 dias em ambiente normal com temperatura de $(27 \pm 2) ^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $(65 \pm 5)\%$,...”

2.7 NORMAS INTERNACIONAIS

Em países europeus como Inglaterra, França, Portugal, dentre outros, e asiáticos como o Japão, a avaliação da qualidade do mobiliário escolar utilizado nas escolas públicas ocorre mediante a verificação de conformidade com normas específicas para estes produtos.

Estas normas estabelecem, além de *padrões para verificação dimensional*, critérios e métodos para *avaliação de desempenho* dos produtos, no que tange à sua *resistência estrutural e integridade*, quando submetidos à impactos e choques, decorrentes de uma condição real de uso.

Enquanto os *padrões para verificação dimensional* reportam-se aos aspectos antropométricos da população usuária, os métodos para *ensaios de desempenho* destinam-se à simulação das condições de uso do produto, em aspectos referentes à sua resistência estrutural e integridade. Nestes ensaios de desempenho são levados em conta características biomecânicas do usuário como força, velocidade, além de sua massa.

O objetivo destas simulações redonda na identificação de condição de segurança e conforto, do ponto de vista do usuário, além das aproximações no que tange à manutenção e vida útil, do ponto de vista do produto.

Buscou-se no rol de normas internacionais alguns títulos mais significativos para o espectro do trabalho e para o assunto Qualificação de Mobiliário.

2.7.1 NORMAS ISO

ISO 5970:1979 Furniture – Chairs and tables for educational institutions – Functional sizes

Esta norma internacional (International Standard Organization) especifica bases, padrões funcionais e dimensionais para assentos e mesas em instituições educacionais. Não inclui requisitos aplicáveis à escolas especiais ou à mobiliário ajustável.

Esta norma não inclui requisitos para materiais, projeto, construção ou padrão de qualidade dos produtos. Estabelece padrão cromático para qualificação do mobiliário.

ISO 7172:1988 Furniture – Tables – Determination of stability

A norma descreve métodos para a determinação de estabilidade de todo tipo de mesa, a exceção de mesas com tampo permanentemente unido a estrutura de apoio.

ISO 7173:1989 Furniture – Chairs and stools – Determination of strength and durability

A norma descreve métodos de ensaios para determinação de resistência e durabilidade de todos tipos de cadeiras e bancos. Conforme comentário em seu escopo, os ensaios foram concebidos para avaliação do produto como unidade, desconsiderando materiais, projeto ou processo de fabricação.

2.7.2 FRANÇA

No âmbito da AFNor, Association Française de Normatisation, organismo francês encarregado da normalização naquele país, destacou-se um grupo de normas pertinentes, comentadas a seguir.

NF D 62-001:1983 Méthodes générales de vérifications et d'essais des meubles et éléments de meubles. Paris, 1983. (AFNor, 1983)

Esta norma, em vigência desde dezembro de 1983, objetiva definir métodos de verificação dimensional, ensaios físicos e mecânicos para avaliação de desempenho de móveis e seus componentes.

Não define design de equipamentos, apenas seus conceitos. Define cargas, pontos de aplicação e procedimentos gerais, bem como verificação dos resultados após os ensaios.

Esta norma sugere a aplicação de cargas mediante a simulação de uso humano, conforme figuras incluídas no texto. Para classificação por resultado de desempenho referencia a NF X 08-002.

NF X 08-002 Colletion Reduite Des Couleurs-Designation et Catalogue des Couleurs CCR. Paris, 1983 (AFNor, 1983)

Esta norma, publicada em 1983, apresenta na forma de catálogo cromático, tabelas com características colorimétricas, nuâncias de cores para utilização como classificadores em outras normas.

Apresenta texto explicativo dos atributos visuais para fins de codificação, organização e identificação de categorias de produtos.

NF XP D60-602 Mobilier Scolaire; Sièges et tables. Paris,1997 (Cruchet, 1998) (AFNor, 1976)

De outubro de 1997, configura-se como uma norma experimental para substituição da norma NF D 60-602, de janeiro de 1972.

Fixa dimensões de cadeiras e mesas para estabelecimentos de ensino e representa, também, um projeto de norma a ser utilizado por toda a comunidade europeia. Determina dimensões funcionais, exigências de segurança e métodos de ensaio.

Tem como objetivo assegurar a fabricação de diferentes tipos de produtos aos alunos usuários, através da possibilidade de postura confortável, respeitando regras ergonômicas.

2.7.3 ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DO NORTE

ANSI/BIFMA X5.5 Desk/Table Products-Tests (ANSI/BIFMA, 1998)

Norma editada pela *American National Standard & The Business and Institutional Furniture Manufacturers Association*, estabelece base comum para evolução da segurança, durabilidade e adequação estrutural de mesas e escrivaninhas, independente de material, processo, projeto mecânico e formal.

A norma define, ainda, testes a serem usados para determinar aceitabilidade de produtos e especificação de níveis de aceitação de performance.

ANSI/BIFMA X5.1- General Purpose Office Chairs-Tests (ANSI/BIFMA, 1993)

A norma tem como finalidade subsidiar fabricantes, especificadores e usuários com bases de segurança, durabilidade, adequação estrutural e especificações gerais de cadeiras para escritório.

Define testes específicos, equipamentos de laboratório a serem usados, condições de testes e níveis mínimos de aceitação recomendados, independentes dos materiais utilizados, processos de fabricação ou projetos mecânicos e formais.

2.7.4 PORTUGAL

Dentre os estudos internacionais significativos na pode-se destacar o trabalho desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil-LNEC, em Lisboa, Portugal. A partir de 1981, o LNEC vem desenvolvendo estudos voltados para a área de Qualificação de Mobiliário Escolar.

Os resultados destes estudos têm propiciado a publicação de “Documentos Técnicos de Sensibilização” para difusão do conhecimento acumulado junto à comunidade empresarial e usuária dos referidos equipamentos.

Com base nos resultados de estudos e testagens ao longo das duas últimas décadas, o LNEC tem elaborado anteprojetos de normas, especificamente para ensaios de desempenho de mobiliário escolar, culminando muitas vezes na publicação de normas pelo comitê português.

O trabalho desenvolvido neste importante laboratório tem, também, fundamentado suas ações de apoio técnico às licitações públicas anuais de aquisição de mobiliário escolar pelo governo português, através da qualificação experimental dos protótipos originários de propostas de fornecimento.

O apoio técnico ocorre, ainda, no fornecimento das especificações de caráter técnico-funcional que integram os cadernos de encargos de licitação para aquisição de mobiliário.

Os estudos iniciais no LNEC (1988, 1996), conforme consta na bibliografia de suas publicações basearam-se nas normas ISSO e BS, sofrendo cuidadosa revisão e adaptação à realidade nacional.

Cumprе destacar estes trabalhos desenvolvidos por esta instituição de pesquisa, na medida em que é intenção da pesquisa utilizar o LNEC como referencial metodológico, em função da proximidade cultural e da facilidade de troca de informações com este integrante da Comunidade Européia.

O quadro 03 apresenta alguns dos principais títulos publicados com profunda pertinência com o trabalho proposto.

Quadro 03- Publicações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil/LNEC mais significativas na área de qualificação de mobiliário.

Título da Publicação/Trabalho	Publicação
Anteproj. De Espec. sobre Qualidade do Mobilário Escolar: Cadeiras	Maio, 1981
Anteproj. De Espec. sobre Qualidade do Mobilário Escolar: Mesas	Junho, 1981
Qualif. Mob Escolar: Apreciação do Mobilário Fornecido às Escolas	Abril, 1984
Mobiliário: Vantagens da sua Qualificação	Maio, 1988
Mobiliário de Arrumação: Determinação de Resistência Mecânica	Fev, 1991
Ensaio de Mobilário: Determ. De Estabilidade em Mesas	Maio, 1996
Ensaio de Mobilário: Determ. De Estabilidade em Cadeiras e Bancos	Maio, 1996

Fonte: LNEC (1996)

2.7.5 REINO UNIDO

BS EN 1022:Domestic Furniture-Seating-Determination of Stability (BSI,1997)

Esta norma, preparada pelo comitê FW/I da British Standard Institution, teve o acréscimo das letras ISSO e foi publicada como norma europeia. Especifica métodos para a determinação de estabilidade de todos os tipos de assentos domésticos usados por adultos. Define equipamentos, métodos de ensaios, cargas e pontos de carregamentos.

BS 5873: Part 1: Educational Furniture Part 1 . Specification for Functional Dimensions, Identification and Finish of Chairs and Tables for Educational institutions (BSI, 1980).

A norma especifica dimensões funcionais e identificação de cadeiras e mesas para uso em instituições educacionais. Estabelece requisitos de altura de superfícies de trabalho. Não especifica, porém, requisitos de mobiliário para escolas especiais, nem para mobiliário ajustável.

Reporta-se à norma BS 5252 para estabelecimento de identificação de produtos, segundo escala cromática.

BS 5252:Framework for colour co-ordination for Building Purposes(BSI,1996)

Esta norma, publicada em 1976 e revisada em 1996, é apresentada na forma de catálogo cromático, com texto explicativo dos atributos visuais para fins de codificação, organização e identificação de categorias de produtos.

As escalas cromáticas são utilizadas referenciar padrões britânicos de produtos.

BS 5873: Part 2: Educational Furniture Part 2 . Specification for Strength Stability of Chairs for Educational Institutions (BSI, 1991).

Esta norma especifica requisitos de resistência e estabilidade para os seis tipos de cadeiras para uso em instituições educacionais especificadas na BS 5873- Parte 1. Define cargas de aplicação, métodos de ensaios, equipamentos, níveis de exigência segundo método aplicado e objetivo a ser atingido pelo ensaio.

Os estudos desenvolvidos e publicados pelo comitê britânico de normalização tem fundamentado o trabalho desenvolvido pelo LNEC, comentado no ítem 2.7.4, na área de qualificação e especificação de mobiliário escolar.

2.7.6 JAPÃO

**JIS S 1021:1952 School furniture (desks and chairs for classroom).
(Japanese Standards Association,1991) .**

Norma publicada em 1991 e traduzida para o inglês pela Japanese Standard Association, especifica mesas e cadeiras para uso do estudante em salas de aula de escolas elementares e médias.

Sua revisão, visto que foi originalmente publicada em 1952, fundamentou-se na ISO 5970:1979 (Furniture-Chairs and Tables for Educational Institutions-Functional Sizes).

A referida norma japonesa estabelece dimensões funcionais, métodos para ensaios de estabilidade e resistência, equipamentos e demais procedimentos para qualificação do mobiliário escolar, através de selo de identificação dos níveis de exigência atingidos em ensaio.

2.8 NORMAS BRASILEIRAS

De acordo com o Comitê Brasileiro do Mobiliário/ CB-15 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, estão disponíveis trinta e cinco normas para mobiliário, das quais apenas duas reportam-se ao tema específico mobiliário escolar.

A publicação das normas específicas para mobiliário, pelo CB-15, iniciam a partir de 1992, substituindo especificações singelas integradas a documentos normativos de outros comitês da ABNT, como o CB-2 /Comitê Brasileiro da Construção Civil, por exemplo.

O quadro 04 apresenta informações gerais a respeito de parte deste conjunto de normas para mobiliário em geral, enquanto o quadro 05 apresenta as normas existentes para cadeiras e mesas, incluídas as normas específicas para mobiliário escolar, no país, os quais são objeto de interesse nesta pesquisa.

Quadro 04- Normas em Vigência do Comitê Brasileiro do Mobiliário/CB-15/ABNT

NBR	Título	Objetivo	Public
12666	Móveis- Terminologia	Define termos gerais empregados na Ind. Moveleira	1992
12743	Móveis- Classificação	Classifica mobiliário nacional para fins de identificação	1992
13918	Móveis -Berços Infantis- Requisitos de Segurança e métodos de Ensaio	Fixa condições exigíveis relativas à segurança de berços para uso doméstico	1997
13960	Móveis para escritório- Terminologia	Define termos empregados relativos a móveis para escritório	1997
13961	Móveis para escritório- Armários- Classificação e Caract.físicas e dimens.	Especifica características físicas e dimensionais e classifica os armários para escritório	1997
13963	Móveis para escritório- Desenho- Classificação e caract. físicas e dimens.	Especifica características físicas e dimensionais e classifica os móveis para desenho para escritório	1997
13964	Móveis para escritório- Divisórias- Classificação e caract. físicas e dimens.	Especifica características físicas e dimensionais e classifica as divisórias para escritório	1997
13965	Móveis para escritório- Informática- Classificação e caract. físicas e dimens.	Especifica características físicas e dimensionais e classifica os móveis para informática para escritório	1997
13967	Móveis para escritório – Sist.de estação de trab.- Classif. caract. Fis. e dim.	Especifica características físicas e dimensionais e classifica Sistemas de estação de trabalho para escritório	1997
14033	Móveis de Cozinha-Terminologia	Define os termos que designam o mobiliário empregado nas cozinhas.	1998
14034	Móveis de cozinha-Padronização	Padroniza dimensões dos móveis de cozinha	1998
14042	Móveis-Ferragens e acessórios-conectores	Estabelece diferentes tipos de conectores utilizados em móveis	1998
14043	Móveis - Ferragens e acessórios-Dobradiças	Estabelece diferentes tipos de dobradiças utilizados em móveis	1998
14044	Móveis - Ferragens e acessórios-Corrediças	Estabelece diferentes tipos de corrediças utilizados em móveis	1998
14045	Móveis - Ferragens e acessórios-Dispositivos de fecham. e limit. movim.	Estabelece diferentes tipos de dispositivos de fechamento e limitadores de movimento utilizados em móveis	1998
14046	Móveis – Ferragens e acessórios-niveladores	Estabelece diferentes tipos de niveladores utilizados em móveis	1998
14047	Móveis – Ferragens e acessórios-Suporte	Estabelece diferentes tipos de Suporte utilizados em móveis	1998
14048	Móveis /Ferragens e acessórios/Puxadores, espelhos e guias p/chaves	Estabelece diferentes tipos de Puxadores e espelhos e guias para chaves utilizados em móveis	1998
14049	Móveis - Ferragens e acessórios-Rodízios e suportes para pé	Estabelece diferentes tipos de Rodízios e suportes para pé utilizados em móveis	1998
14109	Móveis para escritório- Armários- Ensaio de estabilidade, resistência e durabilidade	Estabelece os métodos para determinação da estabilidade, resistência e durabilidade de armários para escritório, montados e prontos para uso.	1998
14112	Móveis para escritório- Divisórias - Ensaio de estabilidade e resistência	Estabelece os métodos para determinação da estabil., resist. de divisórias p/ escritório, de qualquer material e tipologia.	1998
14113	Móveis para escritório- Sist.de estação de trab.- Ensaio de estab., resist., e durabilidade.	Estabelece os métodos para determinação da estab., resist. e durab. de estações de trabalho p/ escritório.	1998

Fonte: Dep. Informação Tecnológica - CIENTEC / ABNT

Quadro 05- Normas em vigência do Comitê Brasileiro do Mobiliário/CB-15/ABNT para Mesas e Cadeiras, incluindo Mobiliário Escolar

NBR	Título	Objetivo	Public
14006	Móveis Escolares – Assentos e mesas para instituições educacionais – Classes e dimensões	Padroniza as classes e as dimensões para assentos e mesas escolares que correspondem aos estágios de crescimento do alunado, Não inclui requisitos de material, modelo, construção ou qualidade	1997
14007	Móveis Escolares – Assentos e mesas para instituições educacionais – requisitos	Fixa condições mínimas exigíveis para encomenda, fabricação e fornecimento de assentos e mesas escolares, usados no país, exceto em escolas especiais. Aplica-se a assentos e mesas escolares novos e no estado em que são comercializados.	1997
13919	Móveis-Cadeiras Altas – Requisitos de segurança e métodos de ensaio	Fixa condições exigíveis à segurança de cadeiras altas de uso doméstico para crianças.	1997
13966	Móveis para escritório - Mesas - Classificação e características físicas e dimensionais;	Especifica características físicas e dimensionais e classifica as mesas para escritório	1997
14110	Móveis para escritório- Cadeiras - Ensaio de estabilidade, resistência e durabilidade	Estabelece os métodos para determinação da estabilidade, resistência e durabilidade de cadeiras de escritório, de qualquer material e tipologia	1998
13962	Móveis para Escritório- Cadeiras- Classificação e características físicas e dimensionais	Especifica características físicas e dimensionais e classifica as cadeiras para escritório	1997
14111	Móveis para escritório- Mesas - Ensaio de estabilidade, resistência e durabilidade	Estabelece os métodos para determinação da estabilidade, resistência e durabilidade de mesas para escritório, de qualquer material e tipologia	1998

Fonte: ABNT (1998)

Afora as normas disponíveis são encontrados na bibliografia nacional estudos significativos desenvolvidos no país. Dentre a produção nacional pode-se destacar os títulos comentados a seguir.

2.9 TRABALHOS SIGNIFICATIVOS NO PAÍS

2.9.1 ESTUDO DE MOBILIÁRIO ESCOLAR / MEC-CEBRACE

Desenvolvido em 1978 pelo Instituto de Desenho Industrial do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro-IDI/MAM/RJ (CEBRACE, 1998), para o Ministério de educação e Cultura, este trabalho define o padrão dimensional para mobiliário e estabelece três conjuntos de medidas para mesa e cadeira de aluno, a partir de estudo do padrão de crescimento do indivíduo em idade escolar, considerando os períodos: sete anos, treze anos e 16 anos.

Define critérios para licitações e aquisição de mobiliário e estabelece *check –list* para avaliação de produtos.

Define, ainda métodos de ensaios para móveis escolares segundo a NFD 60-511(norma francesa), considerando fundamentais:

- Ensaio de resistência mecânica do assento;
- Ensaio das juntas e posicionamento do encosto em relação ao assento;
- Ensaio das juntas na direção lateral da cadeira;
- Ensaio das juntas na direção da profundidade da cadeira.

2.9.2 PADRÃO MOBILIÁRIO ESCOLAR- MANUAL 1 / SEC-PE

O Laboratório de Desenvolvimento de Produtos (Pernambuco, 1988) da Universidade Federal de Pernambuco desenvolveu em 1988, para a Secretaria de Estado da Educação e Cultura daquele estado um manual com informações sobre projeto de mobiliário escolar para suas escolas, definindo

padrões dimensionais de mobiliário. O documento diagnostica a situação dos postos de aprendizagem escolar nos níveis de 1º. e 2º. Graus, estabelece padrões antropométricos, segundo oito regiões no estado, analisa o padrão *CEBRACE* e estabelece novos conceitos mobiliário escolar adequados à situação de referência do estado.

2.9.3 ENSAIOS DE MOBILIÁRIO DE ESCRITÓRIO-CIENTEC/RS

Os ensaios de qualificação de mobiliário de escritório, oferecidos e executados para empresas participantes de licitações em órgãos públicos e privados, a partir de 1997, coloca hoje a Fundação de Ciência e Tecnologia numa posição de referência nacional na área.

A partir da caracterização de seus relatórios de ensaios como documentos oficiais, a CIENTEC tem sido recomendada aos fabricantes e revendedores por licitantes como Tribunal de Justiça-SP, Tribunal Regional Federal-RS, Banco do Estado do Rio Grande do Sul e Central de Licitações do Estado do Rio Grande do Sul.

Auxiliando na montagem de especificações de aquisição, à luz nas normas brasileiras vigentes para mobiliário de escritório, a CIENTEC dispõe hoje de experiência efetiva na execução de ensaios de desempenho, equipamentos e, fundamentalmente, postura crítica para propiciar fundamentação teórica para o aperfeiçoamento dos instrumentos normativos hoje disponíveis.

Dentre os ensaios já realizados, a partir de 1998, para empresas fornecedoras sediadas em São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, destacam-se um rol de, aproximadamente, quarenta ensaios de impacto em assentos e encostos de cadeiras, tampos de mesa, com base na norma

brasileira em especial NBR's 14110 e 14111, os quais possibilitaram a observação dos pontos positivos e negativos dos instrumentos de norma vigentes. Esta informação, disponível na CIENTEC, foi considerada nesta pesquisa para o estabelecimento de analogias conceituais e metodológicas para mobiliário escolar .



Fotos 03 e 04- Ensaios de resistência ao impacto em assento e encosto executados na CIENTEC, em cadeira de uso profissional, segundo a NBR 14110.

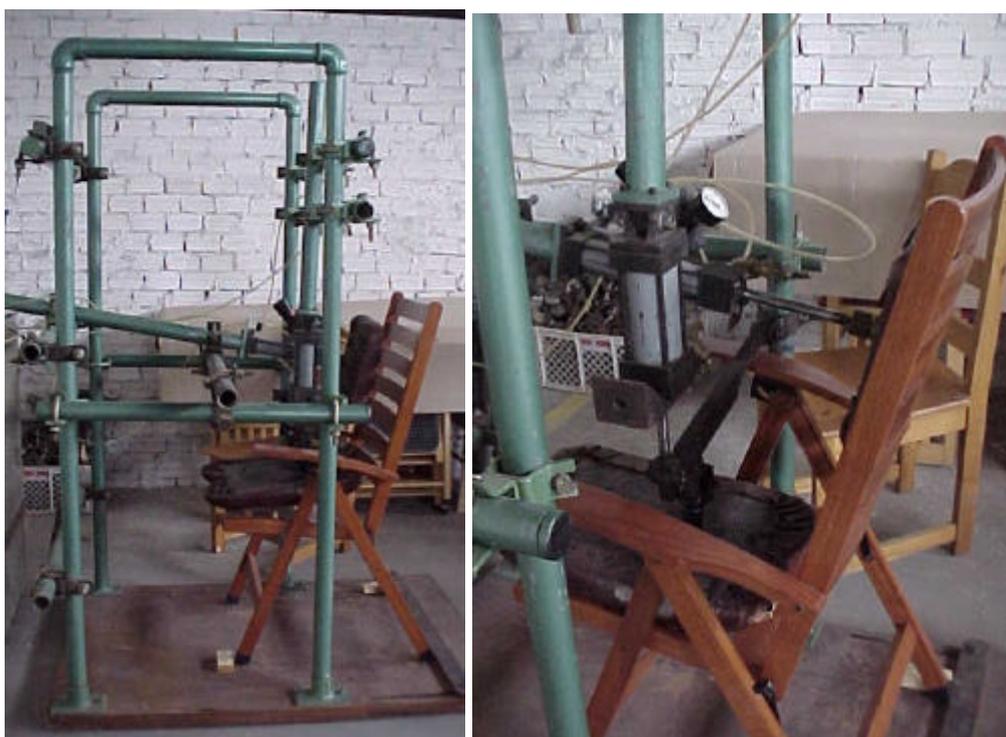
2.9.4 ENSAIOS DE MOBILIÁRIO –CTM-FETEP/SC

Localizada em São Bento do Sul, SC e vinculada ao sistema FIESC-SENAI, a FETEP-Fundação de Ensino, Tecnologia e Pesquisa desenvolve em seu Laboratório de Acabamento Físico da Madeira e Mobiliário ensaios em acordo com normas nacionais e internacionais, em especial ABNT, ISO, DIN.

A partir da simulação de condições cotidianas de uso do mobiliário, são avaliadas a resistência mecânica e a segurança dos produtos.

Dentre os ensaios de estabilidade, resistência e durabilidade, desenvolvidos pela referida instituição, cumpre destacar o ensaio de resistência ao impacto em cadeiras, segundo a norma ISO 7173, de interesse particular nesta investigação.

O ensaio de resistência ao impacto, conforme mostrado nas fotos 06 e 07, apresenta um carregamento simultâneo no assento e no encosto, não previsto na norma brasileira para mobiliário de escritório.



Fotos 05 e 06- Ensaio de resistência ao impacto executado na FETEP, em cadeira de uso doméstico, segundo a norma ISO 7173

2.9.5 ANÁLISE BIOMECÂNICA DA POSTURA SENTADA: UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA DO MOBILIÁRIO ESCOLAR-UFSM

A referência específica mais atual é a pesquisa desenvolvida por Moro (2000), em sua tese de doutoramento, em fevereiro de 2000, junto ao Curso de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria, no Rio Grande do Sul.

O trabalho teve como objetivo a observação e registro dos padrões posturais dos usuários de mobiliário escolar convencional, em uso em sala de aula, em escola estadual, em Florianópolis-SC, com vistas a uma análise dos segmentos corporais envolvidos e solicitados pelo equipamento.

O estudo permitiu ainda uma avaliação crítica das normas brasileiras vigentes para mobiliário escolar.

O experimento consistiu, ainda, em testar um conjunto de carteira-cadeira escolar reguláveis, em fase experimental de desenvolvimento, com vinte crianças executando transcrição de texto.

Os conjuntos foram regulados com inclinações de tampo e alturas de assento diferenciadas, com intuito de observar-se as atitudes posturais dos alunos, considerando inclinações do tronco, da cabeça, dos ombros associados aos ângulos visuais.

O mobiliário experimental, incorporado à pesquisa foi aprovado, sendo sugerido pelo autor como uma das soluções de design para a redução dos “custos humanos”, termo utilizado ao longo do texto do documento de pesquisa.

2.10 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA TÉCNICA

Mesmo que o objeto de estudo reporte-se a uma situação regional, e que as recomendações extender-se-ão, no máximo a fundamentos de normas brasileiras, julgou-se necessário buscar informações na normalização internacional, para a busca de uma situação de referência para os ensaios comentados ao longo deste documento.

Além disto, na revisão de literatura fica comprovada a inexistência de normas brasileiras que fundamentem tomadas de decisão governamental no que se refere a qualificação de mobiliário escolar.

Do rol de trinta e cinco instrumentos normalizadores, destacam-se tão somente duas normas (NBR14006 e NBR14007), as quais apresentam fundamentação técnica na bibliografia internacional, nem sempre adequadas às realidades nacionais e regionais, Do ponto de vista do fator humano, as premissas definidas em normas não são viabilizadas e observadas face a inexistência de dados antropométricos confiáveis que possibilitem tal cobrança.

No recente trabalho desenvolvido por Moro (2000), especificamente no capítulo revisão bibliográfica, o autor reforça esta posição, referindo-se à NBR14006/97, afirmando:

“Porém, na prática esta norma nunca foi obedecida. Talvez por não dispormos de dados antropométricos de nossos alunos ou porque as nossas salas de aulas são usadas para diferentes níveis escolares com diferentes faixas etárias, ou ainda, será que é pelo custo? ... As normas existem, mas parecem um pouco a margem de nossa realidade educacional.”

As normas específicas abordam aspectos relativos à questões dimensionais (Antropometria Estática), estágios de crescimento, materiais de fabricação.

Ressalte-se aqui que o assunto *classificação* abordado na NBR14006 utiliza, provavelmente, referências cromáticas de normas estrangeiras.

A conclusão fundamenta-se no fato de que na referida norma não há alusão a catálogo cromático nacional normatizado. Portanto, indivíduos sem conhecimento das relações existentes entre normas de países com cultura e língua diversas, terão dificuldade de compreender os significados cromáticos contidos nestes instrumentos.

O encaminhamento na revisão bibliográfica observou uma abordagem do assunto geral *Normas para Mobiliário* sendo direcionada para o assunto particular *Normas para Ensaio de Qualificação em Mobiliário Escolar*.

Observou-se, desta forma a existência de coleções completas de normas para mobiliário de escritório, enquanto que para mobiliário escolar três países da Comunidade Européia, Inglaterra, França e Portugal, destacam-se no estudo do assunto, definindo até mesmo parâmetros para toda a comunidade européia (EN/ Euronormas).

Fora do eixo ocidental cabe destacar o Japão, cuja preocupação com o assunto mobiliário escolar remonta a década de cinquenta.

Para efeito de orientação metodológica, é intenção utilizar os conhecimentos do Laboratório nacional de Engenharia Civil-LNEC, de Lisboa/Portugal, visto que a instituição possui extensa publicação acerca de estudos e experimentos que precedem um projeto de norma nesta área.

Mesmo considerando a importância do trabalho desenvolvido por Moro, cumpre nestas considerações comentar a discordância com alguns pontos abordados pelo pesquisador citado, em especial às referências positivas feitas ao design do produto testado.

A partir do conhecimento e experiência no ramo do design e com base no princípio da relação ergonômica tarefa-atividade pode-se afirmar que os produtos carteira e cadeira escolar são a materialização de um projeto pedagógico atualmente em revisão.

A postura exigida dos alunos, ainda hoje, não mais condiz com os novos paradigmas da educação. Para tanto, faz-se necessário um novo conceito, que necessariamente não passa pelo conjunto individual carteira-cadeira.

As considerações feitas não invalidam de forma alguma a pesquisa voltada para as questões antropométricas e biomecânicas, área de conhecimento do autor. Pelo seu caráter interdisciplinar a ergonomia é utilizada com ênfases diversas, segundo as respectivas áreas de origem dos pesquisadores.

Nas engenharias, a ênfase concentra-se no estudo dos sistemas homem-máquina. Na Psicologia, as pesquisas debruçam-se sobre os aspectos cognitivos dos fatores humanos. Na educação física a ergonomia tende a caracterizar-se exclusivamente como a ciência da força e do movimento. Por vezes, a ergonomia propicia a ocorrência de confrontos ideológicos pela sobreposição de campos de conhecimento teoricamente adversos.

Deve contudo ficar claro que a eventual interface ergonômica, entre a engenharia do produto e a educação física, por exemplo, não confere ao profissional oriundo da área de educação física bagagem suficiente para

análise de produto, do ponto de vista de sua concepção. A recíproca também se faz verdadeira, na medida em que um profissional oriundo da área de Design não dispõe de conhecimento para a prescrição de exercícios de alongamento e análises de frequência cardíaca.

A pesquisa proposta neste documento pode ser caracterizada como um complemento do trabalho desenvolvido por Moro (2000), comentado no item 2.9.5 deste capítulo, utilizando tão somente a literatura citada pelo autor e suas considerações a respeito de antropometria e biomecânica.

Desta forma, os dados e conclusões, contidos no documento da pesquisa referida, serão de fundamental importância, em função da atualidade da informação.

3

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 QUESTÃO DE PESQUISA INVESTIGADA

A CIENTEC - Fundação de Ciência e Tecnologia, instituição de pesquisa vinculada à Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia no RS, desde 1997 vem atendendo solicitações de instituições públicas e privadas no que tange a elaboração de especificações de compra e ensaios de desempenho de mobiliário de escritório.

Instituições como Banco do Estado do Rio Grande do Sul- Barrisul, Companhia Riograndense de Telecomunicações- CRT, Tribunal Regional Federal-TRF e inúmeras empresas privadas utilizaram-se destes serviços tecnológicos para recebimento e/ou fornecimento de produtos dentro de um patamar de confiabilidade, segundo normas nacionais ou internacionais.

A partir de 1998, a CELIC-Central de Licitações do Estado do Rio Grande do Sul desencadeia ações com vistas a obtenção de parâmetros mínimos que estabeleçam requisitos para a aquisição de mobiliário para fins educacionais e constata a inexistência de informações específicas que

permitam avaliações da qualidade do mobiliário escolar a ser adquirido por licitação pelo poder público e utilizado pela população em idade escolar.

A constatação anterior configura a relevância da investigação, na busca por resposta à seguinte questão proposta inicialmente no projeto de pesquisa formulado:

Quais os critérios para uma avaliação e qualificação técnico-funcional com grau mínimo de confiabilidade?

O questionamento propõe o conhecimento (*compreensão da situação*) da população de usuários, do ponto de vista antropométrico e biomecânico e o estabelecimento (*proposição de solução*) de parâmetros de avaliação do mobiliário escolar a partir dos dados levantados e tratados.

3.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

A forma utilizada, em diversos países, para avaliação de produtos desta natureza, é a verificação de sua integridade através da simulação de condição de uso, em laboratório. Para esta simulação, as normas internacionais prescrevem um rol de ensaios, dos quais destacam-se os ensaios de resistência física, especificamente os ensaios de impacto.

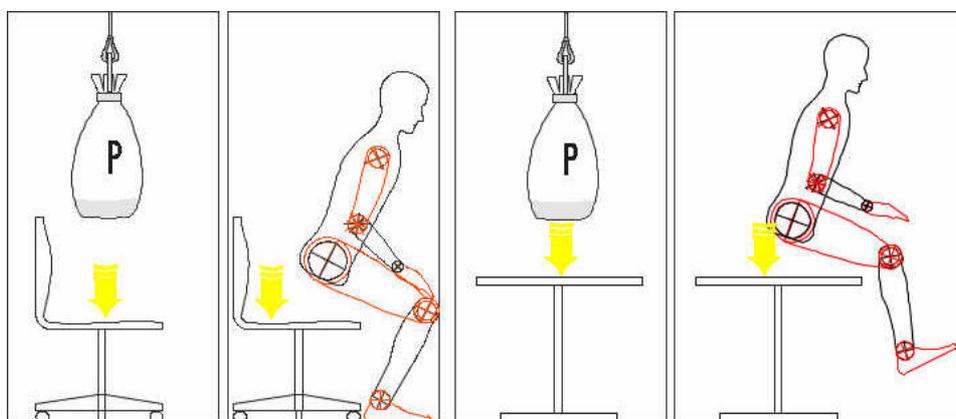
Para entendimento da escolha de ensaios de impacto como parâmetro de avaliação da qualidade do mobiliário, faz-se necessário algumas considerações.

Segundo o relatório do LNEC- Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC, 1991), em Lisboa/ Portugal, a aplicação de cargas em movimento

constitue-se num dos experimentos de laboratório que mais se aproxima da condição de uso real.

Os ensaios com aplicação de cargas de impacto, seja de corpo mole (saco de areia) ou corpo duro (cilindro metálico), por sua vez, estabelecem a analogia mais aproximada da relação usuário mobiliário. A figura 23 representa graficamente esta analogia comentada.

Figura 23 - Analogia de Ensaios de Desempenho



Destaca-se, neste particular, as situações de choque a que são submetidos os equipamentos nas quais busca-se verificar, do ponto de vista do usuário, as questões relativas à *usabilidade* (capacidade de uso), como segurança, conforto e integridade física. Pelo lado do produto, busca-se estabelecer o nível de *manutenibilidade* e sua vida útil, ítems fundamentais no que se refere à racionalização de gastos públicos com infraestrutura física para educação.

Com base nos estudos das referências bibliográficas levantadas para montagem deste Projeto de Pesquisa (Capítulo 2, Revisão de Literatura) optou-se pela definição dos seguintes experimentos:

- Ensaio de impacto no assento das cadeiras;
- Ensaio de Impacto no encosto das cadeiras;
- Ensaio de Impacto no tampo das mesas;

Para tanto, fez-se necessário identificar as características de peso do usuário, de acordo com os padrões de crescimento levantados pela SEC, para o estabelecimento de cargas reais de trabalho, a serem utilizadas na formulação dos ensaios de desempenho.

A definição de cargas está intimamente ligada a fatores humanos como relação peso-altura. De acordo com as normas nacionais e internacionais, a energia de impacto (em Joules) utilizada nos testes é obtida a partir do produto da força (peso) pela altura de lançamento do corpo de teste à superfície do mobiliário em teste, conforme a expressão $E=P.h$. A força, por sua vez é obtida pelo produto da massa do corpo pela gravidade. Assim tem-se:

$$\text{Energia de Impacto (J)} = (\text{Massa do Corpo} \times \text{Gravidade}) \times \text{Altura}$$

$$\text{Energia de Impacto (J)} = \text{Força (N)} \times \text{Altura(m)}$$

Portanto, a partir da identificação de dados referentes à massa do usuário, ter-se-á condições de estabelecer parâmetros reais por faixas etárias de utilização, a fim de possibilitar uma avaliação e qualificação próxima da realidade observada do equipamento mobiliário de uso individual do aluno. Assim sendo, os dados a serem levantados, organizados e transformados em informação possibilitará:

- a realização de análises, testes e ensaios de desempenho para a qualificação de equipamento mobiliário escolar adquirido e utilizado a partir de então;
- a organização de dados antropométricos para concepção e fabricação de equipamento mobiliário escolar de acordo com as necessidades dos usuários da rede pública no Rio Grande do Sul;
- a elaboração de especificações técnicas para produção dos referidos equipamentos;
- a possível elaboração de projeto de norma brasileira que estabeleça diretrizes a serem observadas, em prol da qualidade de uso, economia e racionalização dos gastos públicos.

3.3 POPULAÇÃO PESQUISADA

O quadro 06 apresenta dados de 1998, referentes a RMPoA, pertinentes ao trabalho em tese, combinando dados da Metroplan com o Departamento de Planejamento da SEC-RS (RIO GRANDE DO SUL, 1998).

Quadro 06- Alunos Matriculados em 1998 na Rede Pública Estadual da Região Metropolitana de Porto Alegre-RS

Município	População	Total Matriculas Fundamental	Total Matriculas Médio	Total Alunos Matriculados
1. Alvorada	171.350	19666	3779	23445
2. Cachoeirinha	101.060	10609	5509	16118
3. Campo Bom	51.687	3947	1399	5346
4. Canoas	290.991	22446	8960	31406
5. Estância Velha	32.946	2379	640	3019
6. Esteio	79.003	5072	1985	7057
7. Gravataí	217.723	13686	4566	18252
8. Guaíba	90.277	9207	3972	13179
9. Novo Hamburgo	235.622	14692	4276	18968
10. Porto Alegre	1.306.195	128190	43437	171627
11. São Leopoldo	186.568	16187	5162	21349
12. Sapiranga	65.963	3979	2086	6095
13. Sapucaia do Sul	118.285	7674	3676	11350
14. Viamão	204.172	18497	5299	23796
15. Eldorado do Sul	23.997	597	387	984
16. Glorinha	4.797	480	139	619
17. Nova Hartz	13.426	1401	371	1772
18. Dois Irmãos	18.899	1561	655	2216
19. Ivoti	14.013	1039	546	1585
20. Parobé	42.508	2538	1083	3621
21. Portão	23.585	2621	611	3232
22. Triunfo	20.515	1250	-	1250
23. Charqueadas	28.595	2161	1289	3450
24. Nova Sta. Rita	13.236	782	425	1207
25. Araricá	3.536	179	-	179
26. Montenegro	51.787	6366	1956	8322
TOTAIS	3.410.736	297.206	102.208	399.414

Fonte: Metroplan (1998), Rio Grande do Sul (1998)

3.4 AMOSTRA DA POPULAÇÃO

Segundo Petroski (1999), “O uso das medidas de estatura, comprimentos e alturas são de suma importância no acompanhamento do crescimento e desenvolvimento do homem e na confecção de utensílios domésticos, ferramentas, carros, ônibus, aviões, salas de controle, maquinários, postos de trabalho, etc. Estas devem ser adaptadas a fim de contemplar a maioria da população.

Devem ser realizadas para caracterizar e determinar os alcances dos movimentos dos futuros usuários. Para isto, é necessária uma amostra significativa dos sujeitos que serão usuários ou consumidores do objeto a ser projetado.”

No caso da temática da pesquisa pode-se incluir, ainda, a variável massa corporal. Em vista dos padrões estabelecidos pela Secretaria de estado da Educação e Cultura, optou-se pelo trabalho com **amostra intencional**, ou seja, estudo de casos por sala de aula, por série e por nível.

3.5 DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS INTERVENIENTES NA FORMULAÇÃO DOS ENSAIOS

Esta etapa objetivou definir as cargas de impacto nos ensaios, a partir dos resultados obtidos no tratamento dos dados levantados junto à população de usuários do mobiliário escolar, especificamente carteira e cadeira.

As alturas de carregamento nos níveis de exigência de ensaio, foram previamente definidas no Capítulo 2-Revisão de Literatura, precisamente no ítem 2.6- Modelagem Biomecânica para Ensaio em Mobiliário.

A massa de um corpo, lançada em queda livre de alturas que simulem o ato de sentar bruscamente ou o ato de “se jogar”, contra o assento de uma cadeira ou de um tampo de carteira, multiplicada pela distância deste corpo ao assento, estabelece a energia de impacto para situações de desempenho dos produtos em laboratório. Nestas condições são consideradas cinco variáveis que intervêm fisicamente no ensaio e, por conseguinte, no comportamento da amostra do produto a testar.

3.5.1 ALTURA DE CARGA

Conforme demonstrado no capítulo 2, a análise biomecânica permitiu estabelecer valores para alturas de impacto no encosto, Impacto no assento, Impacto no tampo, a partir da altura máxima estabelecida em norma brasileira para mobiliário de escritório, os quais estão utilizados nas tabelas de ensaios de desempenho formulados, mais adiante no capítulo 5.

A analogia referida permitiu definir os valores para alturas de carregamento no assento, no encosto da cadeira e no tampo da carteira, de acordo com a tabela 06.

Tabela 06 - Alturas de Cargas de Ensaio

Altura H(mm)			Nível	Ciclos	
Assento	Encosto	Tampo			
100	45	15°	100	N 1	10
140	134	30°	140	N2	10
180	293	45°	180	N3	10
240	390	60°	240	N4	10
300	488	75°	300	N5	10

Nas tabelas 03 e 04, as variáveis ciclos e níveis de exigência de ensaio, são definidos em normas brasileira para ensaios desta natureza, em mobiliário de escritório na NBR-14110, em sua tabela A1 (anexo II); e NBR-14111, em sua tabela A1 (anexo III).

3.5.2 NÍVEIS DE EXIGÊNCIA

Os níveis de exigência definem a qualidade do produto a ser testada, diretamente proporcional ao seu desempenho por faixa cumulativa de ensaio.

A norma brasileira para mobiliário de escritório apresenta cinco níveis: N1, N2, N3, N4 e N5. Não constam, todavia, as definições de mobiliário para cada nível de performance. O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (1996) e a norma britânica *BS4875:Part 1: 1985* especificam estas condições.

Quadro 07-Aplicações Específicas por Mobiliário em Relação ao Nível de Teste, segundo Especificações do LNEC

Nível	Descrição	Tipo
N1	mobiliário delicado, destinado a utilização cuidadosa	móveis de estilo
N2	mobiliário doméstico de uso pouco severo	dormitório, estar
N3	mobiliário de uso doméstico ou de escritório com uso moderadamente severo	hotéis
N4	mobiliário para locais públicos, com utilização severa e manejo descuidado	escolas, salas de espera
N5	mobiliário para locais de utilização extremamente severa	escolas, quartéis

Fonte: LNEC (1996)

Quadro 08-Aplicações Específicas por Mobiliário em Relação ao Nível de Teste,
Segundo a Norma Britânica

Tipo de Uso	Nível de Teste				
	1	2	3	4	5
Jardim e Camping					
Domestico					
Escritório					
Educacional					
Institucional					
Hotel					
Hospital não-especializado					
Militar					
Bar					
Igreja					
Delegacia de Polícia					
Sala de recreação					
Sala de Uso Geral					
Locais Públicos					

Fonte: British Standards Institution (BS4875:Part 1: 1985)

3.5.3 CICLOS

Os ciclos referidos se reportam à quantidade de vezes que a carga é lançada ao corpo de prova, na altura especificada, definidos na norma brasileira para mobiliário de escritório, os quais foram utilizados analogamente para mobiliário escolar. Em cada nível de exigência, a norma prevê o lançamento da carga por dez vezes (ciclos).

3.5.4 CARGAS DE ENSAIO

Cargas de ensaio são corpos com massas que permitam a simulação, em laboratório das condições de uso de produtos a testar. Estas cargas são lançadas, contra a amostra em teste, de distâncias previstas em norma, método ou procedimento estabelecido, com o objetivo de verificar o comportamento e integridade do produto, segundo níveis de exigência de uso.

As cargas de ensaio foram estabelecidas a partir do levantamento de dados em amostra da população usuária, apresentado no item 3.8.3 – Resultados Obtidos, as quais concentraram-se nos valores de massa corporal do grupo pesquisado, sob monitoramento do índice de massa corporal.

No capítulo 4, estes valores são utilizados na definição de um modelo teórico para ensaios de desempenho em mobiliário escolar

3.5.5 ENERGIA DE IMPACTO

Os itens carga e altura são as variáveis trabalhadas na pesquisa para a formulação de critérios de avaliação do mobiliário escolar. A partir deste ítem as tabelas para ensaios se completam na medida em que todas as variáveis, analisadas nesta investigação, estão identificadas.

A energia de impacto, conforme norma brasileira, é definida a partir do produto da massa do corpo (carga) pela gravidade e pela altura de lançamento em queda livre da carga

Assim, ficam estabelecidos as variáveis e valores por ensaio específico, quais sejam:

Ensaio de Impacto de Corpo Mole no Assento da Cadeira Escolar;
Ensaio de Impacto de Corpo Duro no Encosto da Cadeira Escolar;
Ensaio de Impacto de Corpo Mole no Tampo da Carteira Escolar.

Vale aqui lembrar o item 3.2.2 da NBR14110 (ABNT,1998) que descreve:

“ensaios de impacto: ensaios para verificação de resistência e funcionamento do móvel sob o efeito rápido de cargas que ocorrem ocasionalmente”.

3.5.6 COMPORTAMENTO

A coluna comportamento destina-se à análise e considerações do ensaio executado, a partir da avaliação do resultado de aplicação das cargas e aspecto final do produto, verificado por instrumentos, no que se refere a deformações, afrouxamento, ruptura de seus componentes e seus reflexos na sua integridade.

3.5.7 JUSTIFICATIVA DE ESCOLHA DAS VARIÁVEIS

Reiterando o exposto no início deste ítem, cumpre em sua conclusão justificar a escolha das variáveis. Os ensaios prescritos, aprovados em norma brasileira, para mobiliário de escritório, contemplam estas variáveis e constituem hoje uma referência que não pode deixar de ser observada, tratando-se de mobiliário escolar.

O conjunto de normas para mobiliário de escritório, referenciado ao longo de todo este documento contendo, até mesmo, textos subjetivos e dados

técnicos incorretos, constitui-se numa base significativa para um futuro avanço no estado da arte e da técnica tanto para a pesquisa como para toda a indústria de transformação envolvida na cadeia produtiva.

Os trabalhos nacionais, citados nesta pesquisa, desenvolvidos a partir de 1998, utilizaram efetivamente a referida coletânea como referência bibliográfica e/ou metodológica. Alguns destes, provavelmente, fundamentarão possíveis revisões e atualizações das normas atuais.

3.6 ESTRUTURA DO LEVANTAMENTO DE DADOS

3.6.1 COLETA DA POPULAÇÃO DE ALUNOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE

Etapa que permitiu identificar a massa e estatura, de acordo com suas respectivas séries e idades nos respectivos níveis, buscando-se as informações estatísticas que permitam definir padrões antropométricos aproximados por idade e série dos usuários, em especial o índice de massa corporal, variável determinante conforme referido no capítulo 2-Revisão de Literatura. O índice de massa corporal, obtido a partir da relação massa-estatura, estabelece a confiabilidade do intervalo humano de interesse da pesquisa.

3.6.2 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

Foram enviados formulários às duas escolas mais populosas de cada município da RMPoA, de acordo com o modelo estabelecido no anexo 1, buscando informações sobre idade, peso, altura e sexo dos alunos. O quadro

09 apresenta uma relação das escolas mais populosas nos respectivos municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre.

Quadro 09- Escola Mais Populosas nos Municípios da RMPoA

Cidade	Escolas
Alvorada	Esc. Est Prof. Gentil Cardoso
Campo Bom	Esc. João Blos/ Esc. La Salle
Cachoeirinha	Esc.Mal. Mascarenhas Moraes Esc. Osvaldo Camargo
Canoas	Esc. Bento Gonçalves Esc. Guilherme de Almeida
Dois Irmãos	Esc. 10 de Setembro
Eldorado do Sul	Esc. Prof. Américo Braga Esc. Eldorado do Sul
Est. Velha	Esc. Oito de Setembro
Esteio	Esc. Augusto Meyer Esc. Caetano Gonçalves Silva
Glorinha	Esc. Deoclécio Ferrugem
Gravataí	Esc. Morada do Vale Gravataí Esc. Antônio Gomes Corrêa
Guaíba	Esc.Carlos A.Moura e Cunha Esc. Cônego Scherer
Novo Hamburgo	Esc. Alberto Pasqualini Esc. Vila Becker
Porto Alegre	Col. Est. D. João Becker Col. Est. Júlio de Castilhos
São Leopoldo	Esc.Visconde de São Leopoldo Esc. Pedro Schneider
Sapucaia do Sul	Esc. Cecília Meirelles Esc. Maria Medianeira
Sapiranga	Esc. de Sapiranga
Triunfo	Esc. Afonso M. Coelho
Viamão	Esc. Ayrton Senna da Silva

Fonte: Secretaria de Estado da Educação e Cultura, RS (2000)

A partir do item 3.7 são tratados estatisticamente os dados obtidos a partir dos levantamentos efetuados junto as instituições de ensino listadas no quadro 09.

3.7 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

A partir dos dados do quadro 09, foi enviado, às escolas sob acompanhamento da SEC-RS, modelo de formulário (conforme modelo no anexo I) para preenchimento de dados referentes à idade, sexo, massa e altura. Os resultados do tratamento dos dados são apresentados e comentados a seguir.

3.7.1 FERRAMENTAL PARA TRATAMENTO DOS DADOS COLETADOS

O tratamento estatístico adotado para análise dos dados coletados concentrou-se na modelagem matemática por distribuição normal, definida pela média e desvio-padrão da série de medidas. Através da distribuição normal, torna-se possível saber qual a percentagem das medidas de um fenômeno que está contida em um determinado intervalo.

Os projetos que utilizam dados antropométricos procuram atender características dimensionais de usuários, em percentís. Percentil é o valor que divide a frequência total em 100 partes iguais.

O percentil 5 significa que 5% dos indivíduos da amostra tem dimensões inferiores a este padrão. O percentil 95 significa que apenas 5% dos indivíduos tem dimensões superiores a este padrão.

Tem-se visto que, estatisticamente, as medidas do corpo humano para qualquer grupo humano se distribuirão de modo que incidam na metade do espectro, ocupando os extremos do gráfico da dispersão do conjunto.

A impossibilidade de projetar para todo um grupo humano obriga a escolha de um segmento que compreenda a zona média. Por conseguinte, omite-se os extremos e ocupa-se com 90% do grupo da população.

Segundo Panero y Zelnick (1991), por regra geral, a totalidade dos dados antropométricos se expressam em percentís. Com fins de estudo a população se fraciona em categorias de percentagem, ordenadas de menor a maior, de acordo com alguma medida concreta do corpo.

O primeiro percentil, em altura ou estatura, por exemplo, indica que 99% da população estudada superaria esta dimensão. De igual maneira, um percentil com magnitude de 95% em estatura representa que somente 5% da população em observação a ultrapassaria, enquanto que os 95% restantes teria alturas iguais ou menores.

O percentil expressa a percentagem de pessoas pertencentes a uma população que tem uma dimensão corporal de certa medida.

Segundo a N.A.S.A. (1978):

“ A definição de percentil é bastante simples. Para qualquer série de dados- por exemplo, os pesos de um grupo de pilotos- o primeiro percentil é um valor que, por um lado, é maior que os pesos de 1% dos pilotos menos pesados e, por outro lado menor que 99% dos de maior peso.... Para qualquer valor de K – desde 1 a 99- o percentil K será um valor maior que o menor K% dos pesos e menor que o mais elevado (100K)%. O percentil 50, localizado na zona média, é o valor que se obtém ao dividir um conjunto de dados em dois grupos que contenham o 50% destes valores maiores e menores.”

O percentil 50 se aproxima muito do valor médio de uma dimensão de um certo grupo, mas por nenhuma circunstância poderá ser interpretado como indicativo de que o homem médio se ajusta a este valor.

Ao trabalhar com percentís, convém ter em mente dois fatores fundamentais. Primeiro, os percentis antropométricos de indivíduos se referem exclusivamente à dimensões corporais. Segundo, são dados absolutamente dissociados. Por exemplo, um indivíduo que tenha um percentil 50 de estatura, poderá ter um percentil 60 para largura da mão.

3.7.2 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS COLETADOS

Para obtenção dos dados tabulados e tratados, foram realizados levantamentos em quatorze escolas públicas da Região Metropolitana de Porto Alegre, RS.

Ao todo, foram feitas medições de peso e altura em 6.319 alunos, trabalhadas posteriormente com o ferramental descrito no item anterior.

Para o tratamento dos dados levantados, foi utilizado o aplicativo SPSS- Stathistical Package for Social Sciences, release10.0.

A definição da amostra ocorreu a partir do retorno dos formulários enviados. Dos formulários enviados às 26 escolas, retornaram 14, os quais concentraram-se em 07 cidades da RMPoA., quais sejam: Eldorado do Sul, Guaíba, Estância Velha, Campo Bom, Esteio, Novo Hamburgo e Sapucaia do Sul. A amostra obtida da população total de 399.414 matriculados foi de 6.319 alunos representando 1,58% desta população.

Stevenson (1981) estabelece a confiabilidade de um conjunto de dados a partir do cálculo do tamanho mínimo de uma amostra, através da fórmula:

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

sendo: n = Tamanho da amostra,
 p = Proporção da População,
 N = Tamanho da População,
 z = Confiança da amostra,
 e = Erro.

Com a aplicação deste raciocínio, a amostra de 6319 alunos representa um erro (e) inferior a 5% e uma confiança (z) de 1,96, o que, segundo Stevenson (1981), atende os critérios estatísticos correntes.

3.7.3 RESULTADOS OBTIDOS

1) ANÁLISES DESCRITIVAS POR SÉRIES

Tabela 07-Estatísticas descritivas e Percentis
 ENSINO FUNDAMENTAL - JARDIM (n= 41 alunos)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Massa	Altura	IMC
Valor Mínimo	5	10,00	1,09	7,18
Valor Máximo	7	40,00	1,36	22,96
Média	5,32	22,28	1,21	15,01
Mediana	5,00	21,00	1,20	15,03
Desvio-Padrão	0,52	7,28	0,06	3,90
Percentil 5	5,00	10,00	1,10	7,43
Percentil 50	5,00	21,00	1,20	15,03
Percentil 95	6,00	39,00	1,32	22,72

Tabela 08 - Estatísticas descritivas e Percentis
ENSINO FUNDAMENTAL - 1ª SÉRIE (n= 298 alunos)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Massa	Altura	IMC
Valor Mínimo	5	15,00	1,05	8,17
Valor Máximo	13	70,00	1,56	28,76
Média	6,82	26,91	1,25	17,03
Mediana	7,00	25,00	1,25	16,21
Desvio-Padrão	0,91	7,30	0,09	3,18
Percentil 5	6,00	19,50	1,14	13,82
Percentil 50	7,00	25,00	1,25	16,21
Percentil 95	8,00	41,10	1,36	23,26

Tabela 09- Estatísticas descritivas e Percentis
ENSINO FUNDAMENTAL - 2ª SÉRIE (n= 303 ALUNOS)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Massa	Altura	IMC
Valor Mínimo	6	18,00	1,00	11,59
Valor Máximo	14	62,00	1,66	35,20
Média	8,11	30,67	1,31	17,75
Mediana	8,00	29,00	1,30	17,14
Desvio-Padrão	1,03	7,81	0,08	3,25
Percentil 5	7,00	21,07	1,19	13,99
Percentil 50	8,00	29,00	1,30	17,14
Percentil 95	10,00	48,00	1,46	24,45

Tabela 10 - Estatísticas descritivas e Percentis
ENSINO FUNDAMENTAL - 3ª SÉRIE (n= 281 ALUNOS)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Massa	Altura	IMC
Valor Mínimo	7	14,10	1,19	8,74
Valor Máximo	13	57,40	1,60	29,74
Média	9,08	33,52	1,36	18,03
Mediana	9,00	32,00	1,36	17,31
Desvio-Padrão	1,01	7,94	0,07	3,30
Percentil 5	8,00	24,00	1,25	14,06
Percentil 50	9,00	32,00	1,36	17,31
Percentil 95	11,00	51,00	1,50	24,30

Tabela 11- Estatísticas descritivas e Percentis
ENSINO FUNDAMENTAL - 4ª SÉRIE (n= 354 ALUNOS)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Massa	Altura	IMC
Valor Mínimo	8	21,00	1,22	13,07
Valor Máximo	15	80,00	1,65	36,76
Média	10,14	38,11	1,42	18,70
Mediana	10,00	36,00	1,42	17,92
Desvio-Padrão	1,03	9,70	0,08	3,69
Percentil 5	9,00	26,00	1,29	14,06
Percentil 50	10,00	36,00	1,42	17,92
Percentil 95	12,00	57,25	1,55	26,78

Tabela 12- Estatísticas descritivas e Percentis
ENSINO FUNDAMENTAL -5ª SÉRIE (n= 460 ALUNOS)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Massa	Altura	IMC
Valor Mínimo	10	23,00	1,12	11,56
Valor Máximo	19	101,00	1,80	37,10
Média	11,42	42,75	1,48	19,30
Mediana	11,00	40,50	1,47	18,76
Desvio-Padrão	1,24	10,62	0,09	3,42
Percentil 5	10,00	30,00	1,34	15,04
Percentil 50	11,00	40,50	1,47	18,76
Percentil 95	14,00	63,00	1,64	25,97

Tabela 13- Estatísticas descritivas e Percentis
ENSINO FUNDAMENTAL - 6ª SÉRIE (N= 764 alunos)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Peso	Altura	IMC
Valor Mínimo	10	22,00	1,29	10,48
Valor Máximo	18	96,00	1,83	28,67
Média	12,72	49,65	1,55	20,38
Mediana	12,00	48,00	1,55	19,52
Desvio-Padrão	3,81	17,08	0,09	6,72
Percentil 5	11,00	33,00	1,40	15,52
Percentil 50	12,00	48,00	1,55	19,52
Percentil 95	15,00	70,92	1,72	27,02

Tabela 14 - Estatísticas descritivas e Percentis
ENSINO FUNDAMENTAL - 7ª SÉRIE (N= 656 alunos)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Massa	Altura	IMC
Valor Mínimo	12	12,00	1,35	6,58
Valor Máximo	20	100,20	2,02	36,80
Média	13,72	53,29	1,61	20,42
Mediana	13,00	52,00	1,60	20,05
Desvio-Padrão	1,34	11,98	0,09	3,65
Percentil 5	12,00	36,00	1,48	15,57
Percentil 50	13,00	52,00	1,60	20,05
Percentil 95	16,00	75,00	1,77	26,44

Tabela 15. Estatísticas descritivas e Percentis
ENSINO FUNDAMENTAL - 8ª SÉRIE (N= 615 alunos)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Massa	Altura	IMC
Valor Mínimo	12	32,00	1,39	12,42
Valor Máximo	21	121,00	1,86	40,43
Média	14,65	58,73	1,64	21,63
Mediana	14,00	57,00	1,65	21,05
Desvio-Padrão	1,30	12,15	0,08	3,64
Percentil 5	13,00	42,00	1,51	16,70
Percentil 50	14,00	57,00	1,65	21,05
Percentil 95	17,00	81,92	1,78	28,53

Tabela 16 - Estatísticas descritivas e Percentis
ENSINO MÉDIO - 1ª SÉRIE (N= 1176 alunos)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Massa	Altura	IMC
Valor Mínimo	13	33,00	1,42	16,36
Valor Máximo	44	118,00	1,96	30,72
Média	16,39	60,03	1,67	21,44
Mediana	16,00	59,00	1,67	20,90
Desvio-Padrão	3,19	11,23	0,12	3,34
Percentil 5	14,00	45,00	1,53	17,10
Percentil 50	16,00	59,00	1,67	20,90
Percentil 95	21,00	80,00	1,81	27,35

Tabela 17- Estatísticas descritivas e Percentís
ENSINO MÉDIO - 2ª SÉRIE (N= 768 alunos)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Peso	Altura	IMC
Valor Mínimo	14	20,00	1,40	6,76
Valor Máximo	36	115,00	1,93	39,56
Média	17,21	60,16	1,66	21,64
Mediana	17,00	59,00	1,66	21,71
Desvio-Padrão	3,21	11,31	0,09	3,33
Percentil 5	15,00	45,54	1,52	17,71
Percentil 50	17,00	59,00	1,66	21,11
Percentil 95	21,00	81,00	1,81	27,59

Tabela 18- Estatísticas descritivas e Percentís
ENSINO MÉDIO - 3ª SÉRIE (N= 603 alunos)

Estatísticas	Variável			
	Idade	Massa	Altura	IMC
Valor Mínimo	15	21,00	1,07	10,34
Valor Máximo	35	130,00	1,97	56,77
Média	17,41	62,35	1,68	21,99
Mediana	17,00	62,00	1,68	21,49
Desvio-Padrão	2,39	13,03	0,17	4,01
Percentil 5	16,00	44,00	1,50	17,42
Percentil 50	17,00	62,00	1,68	21,49
Percentil 95	20,00	83,90	1,84	27,77

2) ANÁLISES DESCRITIVAS POR TAMANHO

Conforme comentado no Capítulo 2, para definição da dimensões de carteira e cadeira escolar a serem adquiridas, a SEC-RS estabeleceu três tamanhos de acordo com as séries e, por conseguinte, com as respectivas faixas etárias, quais sejam:

- Tamanho 1 – Pré-escola (até seis anos)
- Tamanho 2 – 1ª a 5ª série (de seis a onze anos)
- Tamanho 3 – 6ª série em diante. (mais de onze anos)

O mobiliário de tamanho 3, também é utilizado em algumas escolas, por população adulta, por ocasião de atividades de alfabetização.

Assim sendo, efetuou-se uma segunda análise, segundo este critério, apresentados nas tabelas 19, 20 e 21.

Tabela 19- Estatísticas descritivas e Percentis **Tamanho 1**

Estatísticas	Variável		
	Massa	Altura	IMC
Média	22,28	1,21	15,01
Mediana	21,00	1,20	15,03
Desvio-Padrão	7,28	0,06	3,90
Percentil 5	10,00	1,10	7,43
Percentil 50	21,00	1,20	15,03
Percentil 95	39,00	1,32	22,72

Tabela 20 - Estatísticas descritivas e Percentis **Tamanho 2**

Estatísticas	Variável		
	Massa	Altura	IMC
Média	35,31	1,38	18,29
Mediana	33,00	1,37	17,57
Desvio-Padrão	10,69	0,12	3,48
Percentil 5	22,00	1,20	14,10
Percentil 50	33,00	1,37	17,57
Percentil 95	55,09	1,58	25,13

Tabela 21 - Estatísticas descritivas e Percentis **Tamanho 3**

Estatísticas	Variável		
	Massa	Altura	IMC
Média	57,49	1,64	21,25
Mediana	56,00	1,64	20,79
Desvio-Padrão	13,56	0,12	4,29
Percentil 5	38,82	1,47	16,44
Percentil 50	56,00	1,64	20,79
Percentil 95	80,00	1,80	27,50

Nas duas situações analisadas, por série por tamanho foram identificados valores em percentis para o índice de massa corporal (IMC), considerados no modelo teórico enunciado no capítulo 4.

4

MODELO TEÓRICO

A busca de um modelo teórico para a utilização dos dados levantados passa por duas situações diametralmente opostas. Por um lado a norma brasileira específica para mobiliário escolar estabelece uma “postura correta” a qual remete a um critério para a definição de ensaios.

Por outro lado, é intenção desta pesquisa estabelecer parâmetros e formular ensaios, na tentativa de demonstrar que é possível estabelecer um método para qualificação de mobiliário escolar, via ensaio de desempenhos, em analogia com normas brasileiras existentes para móveis de escritório.

No entanto, condições de uso complexas como a foto 07 são avaliadas na norma brasileira para mobiliário de escritório em ensaios isolados.



Foto 07 - Situação de solicitação estrutural de cadeira escolar *Fonte: LNEC (1998)*

Uma cadeira com componentes que estruturalmente comprometem sua estabilidade, mantida em uso, implicando numa condição inadequada de segurança é analisada, segundo a norma em três ensaios distintos, quais sejam:

- Ensaio de desequilíbrio para trás –NBR14110, item 5.1.2.2.2;
- Ensaio de carga diagonal na estrutura-NBR14110, item 5.5.2.10;
- Ensaio de queda –NBR14110, item 5.2.2.14.

Mesmo assim, a montagem de um modelo teórico análogo ao modelo adotado pelos instrumentos normativos dos móveis de escritório, significa facilidades e otimização na utilização de recursos humanos e materiais, hoje instalados, familiarizados com procedimentos e rotinas de teste.

A partir do exposto, pôde-se estabelecer a modelagem teórica, optando-se por adotar um modelo que se aproximasse dos padrões previstos em norma brasileira para mobiliário de escritório. Esta modelagem previu:

- A utilização de um conjunto carteira-cadeira referencial, convencionado como padrão e adotado efetivamente em todas as escolas públicas da RMPoA;
- A utilização de um segundo conjunto carteira cadeira utilizado em outras escolas (comunitárias ou particulares);
- A utilização de uma amostra significativa de usuários deste mobiliário em escolas públicas, numa determinada região do país, para definição de variáveis humanas intervenientes no ensaio: índice de massa corporal e distribuição de massa na postura sentada;
- A adoção de critérios de ensaios e equipamentos análogos aos previstos em norma brasileira para mobiliário de escritório, em vigência no país;
- A utilização de valores encontrados nos percentis 50, para testagem inicial, em laboratório, de modelos de ensaios, iniciando

com cargas médias, considerando os aspectos de **progressividade e cumulatividade**, característicos em ensaios desta natureza.

O último item comentado é passível de comentário, detalhando esta opção. Pela simples observação dos valores obtidos pode-se de antemão perceber que os percentis 50 para massa e estatura, já são valores de carga superiores aos valores adotados nos ensaios de mobiliário de escritório.

É importante frisar ainda que, pelas experiências levantadas, na revisão de literatura, com ensaios em mobiliário de escritório, a carga de 25 kg adotada em norma brasileira, exige um comportamento estrutural do mobiliário, restrito a poucas marcas, em função da grande energia de impacto, liberada, nos últimos níveis de ensaio.

Apesar da bibliografia internacional, no campo do ergonomia, prescrever tratamento e utilização de dados humanos com percentil 95, neste caso em estudo, reitera-se o uso do percentil 50 em função do desconhecimento oficial do comportamento do mobiliário escolar, quando submetido a cargas de impacto em laboratório.

Isto posto, decidiu-se por testes adotando os valores máximos encontrados para os percentis 50, conforme demonstram as tabelas 22 e 23.

Tabela 22- Síntese Percentil 50 por Tamanho de Mobiliário por Faixa Etária

Modelo SEC	Variável		
	Massa	Altura	IMC
Tamanho 1 (até 06 anos)	21,00	1,20	15,03
Tamanho 2 (de 06 a 11 anos)	33,00	1,37	17,57
Tamanho 3 (acima de onze anos)	56,00	1,64	20,79

Tabela 23 - Síntese Percentís 50 por Série

Série		Variável		
		Massa	Altura	IMC
Jardim		21,00	1,20	15,03
Fundamental	1 ^a .	25,00	1,25	16,21
	2 ^a .	29,00	1,30	17,14
	3 ^a .	32,00	1,36	17,31
	4 ^a .	36,00	1,42	17,92
	5 ^a .	40,50	1,47	18,76
	6 ^a .	48,00	1,55	19,52
	7 ^a .	52,00	1,60	20,05
	8 ^a .	57,00	1,65	21,05
Médio	1 ^a .	59,00	1,67	20,90
	2 ^a .	59,00	1,66	21,11
	3 ^a .	62,00	1,68	21,49

Considerando as indicações de Guimarães (2000), Moro (2000), lida (1990), estabeleceu-se um percentual de 70% para a massa da cabeça, do tronco e dos membros superiores a ser considerado no valor final das cargas dos ensaios propostos.

Mesmo assim, os valores adotados (hachurados nas tabelas 22 e 23), representam um incremento de carga da ordem de 58% e 63%, respectivamente, em relação à carga original de ensaio para mobiliário de escritório, conforme apresentado na tabela 24.

Utilizou-se, como sendo as duas piores situações de carga, os valores obtidos na 3^a. série do nível médio (tabela 22) e os valores obtidos por faixa etária (tabela 23). O primeiro foi determinado para o mobiliário efetivamente usado na rede pública (mobiliário fixo) enquanto o segundo valor foi utilizado para testagem comparativa de um segundo conjunto disponível no

mercado, com materiais e processos de fabricação mais atualizados (mobiliário com regulagem).

A tabela 24, apresenta os valores de massa comentados e o resultado final da carga, considerando os o percentual representativo para os segmentos corporais envolvidos e comentados.

Tabela 24 – Cargas de Ensaio para Mobiliário por Tipologia

Produto	Massa	Carga (70% do Peso Corporal)
Mobiliário Fixo (em uso na rede pública no RS)	56,00 kg	39,20 kg
Mobiliário Regulável (disponível no mercado)	62,00 kg	43,40 kg

Considera-se que o estabelecimento de um modelo teórico para procedimentos de testagem dos produtos tem uma importância maior do que os valores aqui definidos.

Para tanto, pode-se citar a variável *altura de carga* . A utilização da massa obtida no percentil 95 da 3ª. série do nível médio (tabela18), pode equivaler, em *energia de impacto*, ao percentil 50 (tabela 23) adotado. A diferença reside nos níveis de exigência e os critérios de *progressividade e cumulatividade* estabelecidos no ensaio. A comparação na tabela 25, a título de exemplo, comprova o comentário.

Tabela 25 – Comparativo entre percentis em função da energia de impacto liberada.

percentil	% massa corpo	gravidade	Altura de carga (tabela 06)	Energia de Impacto
95 (83,90kg)	X 70%	X 10m/s	X 0,10m	= 58,73 Joules
50 (56,00 kg)	X70%	X 10m/s	X 0,18m	= 70,56 Joules

Os valores referentes a alturas de carga foram extraídos da tabela 16, para efeito comparativo, demonstrando-se que a opção pelo percentil 50, não invalida a testagem do modelo proposto.

Segundo a NBR 14110 (ABNT, 1997), que determina parâmetros para ensaios de estabilidade, resistência e durabilidade de móveis para escritório, a cadeira deve ser posicionada sobre uma superfície plana e horizontal em posição normal de uso. Deve ser fixada sem impedimento de deformações consequentes do ensaio.

De forma geral os ensaios de impacto utilizados como referência prescrevem que o corpo de teste deve ter queda livre sobre a posição de carregamento da cadeira, por dez vezes, de alturas indicadas em tabela.

Na ausência de outra referência, para o estabelecimento de analogias, adotou-se as prescrições da NBR14110, anteriormente comentadas.

As normas brasileiras, NBR 14110 e NBR 14111 estabelecem relações entre variáveis para ensaios de desempenho em mobiliário de escritório. Estas relações são apresentadas num padrão utilizado pela CIENTEC (2001), na emissão de relatório de Ensaio de Mobiliário de Escritório, mostrado na tabela 26.

Optou-se pela utilização do referido modelo para orientar o estabelecimento dos valores de ensaios para o mobiliário escolar em estudo.

Tabela 26- Variáveis Intervenientes nos Ensaio segundo ABNT

Altura	Nível	Ciclos	Carga	Energia de Impacto	Comportamento

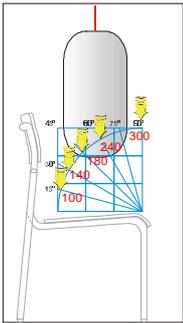
Fonte: CIENTEC (2001)

Conforme definido no ítem 3.6, do capítulo 3 e a partir da tabela 26, montou-se três tabelas para cada tipo de ensaio, definindo-se as cargas por:

- Mobiliário Fixo (por faixa etária).
- Mobiliário Regulável (para o resultado de carga obtido por série);

4.1 ENSAIO DE IMPACTO NO ASSENTO DE CADEIRA ESCOLAR

Tabela 27- Ensaio de Impacto no Assento de Cadeira Escolar

Altura (mm)	Nível	Ciclos	Carga (kg)		Energia de Impacto (Joules)		Comportamento
			Cadeira Fixa	Cadeira Regulável	Cadeira Fixa	Cadeira Regulável	
100	N 1	10	39,20	43,40	39,20	43,40	
140	N2	10	39,20	43,40	54,88	60,76	
180	N3	10	39,20	43,40	70,56	78,12	
240	N4	10	39,20	43,40	94,08	104,16	
300	N5	10	39,20	43,40	117,60	130,20	

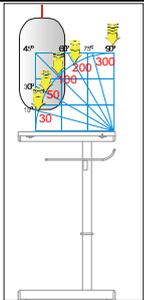
4.2 ENSAIO DE IMPACTO NO ENCOSTO DE CADEIRA ESCOLAR

Tabela 28 - Ensaio de Impacto no Encosto de Cadeira Escolar

Altura mm/ graus	Nível	Ciclos	Carga (kg)		Energia de Impacto (Joules)		Comportamen to
			Cadeira Fixa	Cadeira Regulável	Cadeira Fixa	Cadeira Regulável	
61/20	N 1	10	39,20	43,40	39,20	43,40	 <p>ENCOSTO</p>
94/25	N2	10	39,20	43,40	54,88	60,76	
134/30	N3	10	39,20	43,40	70,56	78,12	
293/45	N4	10	39,20	43,40	94,08	104,16	
500/60	N5	10	39,20	43,40	117,60	130,20	

4.3 ENSAIO DE IMPACTO NO TAMPO DE CARTEIRA ESCOLAR

Tabela 29 -- Ensaio de Impacto no Tampo de Carteira Escolar

Altura mm	Nível	Ciclos	Carga (kg)		Energia de Impacto (Joules)		Comportamen to
			Carteira Fixa	Carteira Regulável	Carteira Fixa	Carteira Regulável	
30	N 1	10	39,20	43,40	11,76	12,96	
50	N2	10	39,20	43,40	19,60	21,70	
100	N3	10	39,20	43,40	39,20	43,40	
200	N4	10	39,20	43,40	78,40	86,80	
300	N5	10	39,20	43,40	117,60	130,20	

As tabelas apresentadas nos respectivos tipos de ensaios apresentam esta distinção para utilização de seus valores, conforme a natureza do produto, e constituem a síntese do modelo teórico proposto.

As três tabelas constituem a síntese lógica da pesquisa e sua aplicação na testagem do modelo teórico proposto deu-se através do ferramental (componentes materiais) desenvolvido e descrito no Capítulo 5- Construção de Equipamentos e Ensaio-Testes.

5

CONSTRUÇÃO DE EQUIPAMENTOS E ENSAIOS-TESTES

Esta etapa da investigação teve como objetivo construir equipamentos e dispositivos a serem utilizados nos ensaios-testes formulados.

Envolveu atividades de projeto, dimensionamento e montagem em função de inexistência de equipamentos específicos para ensaios em mobiliário escolar.

Como é intenção do trabalho subsidiar futuros projetos de norma para mobiliário escolar, buscou-se utilizar equipamentos análogos aos determinados em norma brasileira, para ensaios de qualificação de mobiliário de escritório.

5.1 DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS DE PRODUTOS

Conforme estabelecido na modelagem teórica, no capítulo 4, buscou-se dois conjuntos de produtos para testagem do modelo: um deles em uso efetivo em escolas públicas. O outro, um conjunto com mesma finalidade com características de configuração diferenciadas do primeiro.

Para a execução dos ensaios formulados, foram utilizados dois conjuntos de carteira e cadeira como amostras de produtos:

- Conjunto cadeira e carteira escolar fixos, tamanho 03, fornecido usualmente às escolas públicas da Região Metropolitana de Porto Alegre (foto 08);
- Conjunto cadeira e carteira escolar reguláveis, disponíveis no mercado e adquiridos por escolas particulares (foto 09).



Foto 08-Amostra do Conjunto Fixo



Foto 09-Amostras do Conjunto Regulável

1) Carteira Escolar Fixa

Constituída de estrutura em tubo de aço, # 20,40mm x 40,20mm, com espessura de chapa #1,80mm (com pintura), camada de pintura entre 71 e 100 µm, na cor azul.

Dispõe de porta livros em perfil de aço, seção quadrada maciça #6,48mmx6,42mm, soldado à estrutura, camada de pintura entre 70 e 160 µm, na cor azul. Os componentes metálicos estão unidos entre si por solda.

O tampo, em aglomerado, nas dimensões 560mm x 420mm x 18,06mm, apresenta revestimento na face superior em laminado melamínico, com espessura nominal #0,8mm e na face inferior em lâmina de madeira espessura nominal #0,7mm.

Possui uma fita de borda no encabeçamento do tampo, em poliestireno #19,39mm x 420mm x 1,9mm, na cor azul. Apresenta suportes de fixação, soldados à estrutura para fixação do tampo e do painel, estampados em chapa de aço #2,21mm, nas dimensões 35,92mm x 25,39mm.

As ponteiros de acabamento, no topo dos perfis, são injetadas em polipropileno, na cor azul, com encaixe sob pressão e as sapatas injetadas em polipropileno, na cor azul, com encaixe sob pressão e fixadas nos perfis com rebites de alumínio do tipo “popi”.

2) Cadeira Escolar Fixa Tamanho 03

Apresenta uma estrutura em tubo de aço, com seção $\varnothing 22,59\text{mm}$ (externo), e espessura de chapa com pintura #1,96mm, Os componentes metálicos são unidos entre si por solda.

O assento e o encosto em compensado, constituído de sete lâminas de madeira, totaliza 11,67mm de espessura, com acabamento em verniz nas duas faces e são fixados a estrutura por rebite “pop”.

As ponteiros de acabamento, no topo dos perfis, são injetadas em polipropileno, na cor azul, com encaixe sob pressão.

3) Carteira Escolar Regulável

Constituída de tampo injetado em S.N.C. (plástico rígido), formato trapezoidal, bordas arredondadas, com concavidades (nichos) para depósito de material escolar, com tampo nas dimensões máximas de 655mmx420mm montado sobre estrutura tubular metálica, com altura regulável mínima de 535mm, inclinação de 4,3°.

Dispõe de manípulos laterais para regulagem de altura da superfície de trabalho e régua (fita) fixada na estrutura tubular, para ajustes em diversos níveis da referida altura.

4) Cadeira Escolar Regulável

Constituída de concha única para o assento e encosto, moldada em S.N.C. (plástico rígido), bordas arredondadas, montada sobre estrutura tubular metálica, com altura regulável.

Dispõe de manípulos laterais para regulagem de altura do assento e régua (fita) fixada na estrutura tubular, para ajustes em diversos níveis da referida altura.

A amostra apresenta a área do assento com dimensões de 410mm (L) x 380mm (P) e altura do piso de 345mm, com dimensão de 690mm para a altura da extremidade do encosto ao piso.

5.2 CONSTRUÇÃO DE EQUIPAMENTOS

5.2.1 SACO DE AREIA

De acordo com a NBR-14110 (ABNT,1998), para ensaios de impacto de corpo mole deve ser utilizado o equipamento descrito em seu item 5.2.1.1:

“...O equipamento consiste em um saco cilíndrico de 200mm de diâmetro, com areia, com base em calota esférica de madeira de raio 300mm...”



Fotos 10 e 11 - Sacos de areia carregados com os valores de cargas de ensaio

O diferencial dos equipamentos construídos para ensaios de corpo mole, em relação ao descrito na norma brasileira, concentra-se na variável massa.

Esta massa foi obtida a partir informações levantadas sobre o usuário, a respeito de peso e estatura. O equipamento será utilizado em todos os ensaios: assento, encosto e tampo.

O ensaio de impacto de corpo duro a NBR14110 (ABNT,1998) prescrito em seu item 5.2.2.5, o qual utiliza um pêndulo para aplicação de carga na extremidade anterior do assento, foi substituído pelo carregamento de corpo mole em função das deduções efetuadas, por ocasião da modelagem biomecânica, no capítulo 2.

Assim sendo, optou-se por utilizar o mesmo equipamento (saco de areia) para o ensaio de impacto no encosto, por entender-se que a analogia com a situação real aproxima-se mais da realidade.

5.2.2 TRAVAMENTOS

Segundo o item 5.1.1.5, da NBR14110 (1998), são “elementos posicionados na superfície de apoio, para impedir que a cadeira deslize, porém permitindo sua inclinação. ...utilizada a mínima altura capaz de impedir o deslizamento da cadeira.”

A figura 24 e a foto 12 registram o projeto e o protótipo construído do dispositivo de travamento.

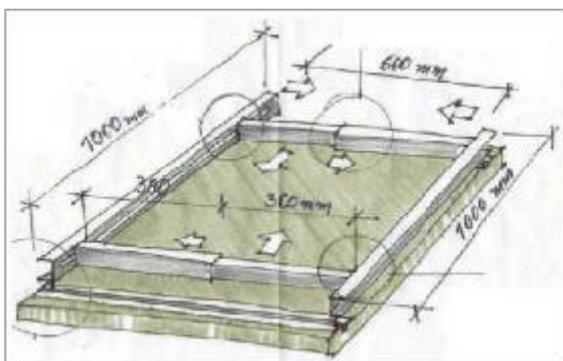


Figura 24- conceito do travamento



Foto 12- Protótipo do travamento

5.3 TESTAGEM DE PRODUTOS E SÍNTESE DE RESULTADOS OBTIDOS

As amostras dos produtos descritos foram submetidos às prescrições formuladas através de testes, em laboratório, com os equipamentos descritos anteriormente, com padrão de qualidade e procedência, de fabricante de reconhecida competência em fabricação deste tipo de mobiliário, no mercado nacional e internacional.

As fotos 13, 14, 15 e 16 registram as amostras dos produtos posicionadas e preparadas para os testes de carregamento.



Fotos 13, 14, 15 e 16 - Amostras Posicionadas para os testes

Após a realização dos Ensaio-Testes, procedeu-se uma análise acerca do comportamento dos produtos ensaiados, comentadas a seguir.

O quadro 10 apresenta os resultados dos testes, com o fechamento do último ítem pendente, qual seja a coluna *comportamento do produto*.

O conjunto fixo, comercializado hoje junto aos órgãos públicos, resistiu aos testes das formulações de ensaios de impacto, sem apresentar deformações e alterações estruturais que comprometessem seu desempenho como estrutura, estando em conformidade com o nível de exigência N5, prescrito nestes ensaios.

Do conjunto regulável, a cadeira resistiu às solicitações de carregamento de impacto, num nível de exigência N5, não apresentando afrouxamento de componentes ou deformações que comprometessem seu desempenho em uso.

Quadro 10 – Resultados da Testagem das formulações de Ensaios

Produto	Ensaio	Comportamento
Cadeira Fixa 	Impacto no assento, Carga de impacto: 39,20 kg	Não ocorreram alterações que comprometessem a estrutura, até o nível N5.
	Impacto no encosto, Carga de impacto: 39,20 kg	Não ocorreram alterações que comprometessem a estrutura, até o nível N5.
Cadeira Regulável 	Impacto no assento, Carga de impacto: 43,40 kg	Não ocorreram alterações que comprometessem a estrutura, até o nível N5.
	Impacto no encosto, Carga de impacto: 43,40 kg	Não ocorreram alterações que comprometessem a estrutura, até o nível N5.
Carteira Fixa 	Impacto no tampo, Carga de impacto: 39,20 kg	Não ocorreram alterações que comprometessem a estrutura, até o nível N5.
Carteira regulável 	Impacto no tampo, Carga de impacto: 43,40 kg	Ruptura na superfície do tampo, na aplicação do primeiro golpe, no nível N3. Deformação do apoio do tampo no nível N4.

A carteira regulável manteve integridade estrutural até o nível N3. O tampo da carteira regulável sofreu carregamento nas bordas frontal ao assento e posterior.

Por ocasião da aplicação da carga de 43,40 kg, na borda posterior, no primeiro golpe, no nível N4 (h=100mm), verificou-se uma fissura junto aos

nichos conformados no tampo. Ainda no nível N4, o perfil metálico de apoio do tampo, deformou-se por flexão, atingindo uma flecha máxima de 12mm. As fotos 17, 18 e 19 registram as patologias verificadas durante a testagem das formulações de ensaios.



Fotos 17, 18, e 19 - Fraturas e deformações verificadas durante o ensaio de impacto no tampo

A alteração de seção, numa determinada peça ou componente, normalmente provoca descontinuidade no material. São situações previstas no atual momento tecnológico, em função dos materiais disponíveis em escala comercial.

Como decorrência, nestas zonas ocorrem tensões no material que o tornam frágil, sem capacidade de absorção de esforços por deformação, suscetível à fraturas por incidência de carregamentos. A função de ensaios, semelhantes aos estudados nesta investigação, não se restringe a avaliações de desempenho de produtos.

Estas verificações, à luz das normas brasileiras ou internacionais são utilizadas na fase de prototipagem de produtos, para apoio ao design do produto, em seus aspectos estruturais, materiais, fabris e técnico-funcionais possibilitando seus ajustes e aperfeiçoamentos.

6

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conforme afirmação inicial na justificativa do trabalho, o assunto abordado reporta-se a questões referentes à ergonomia do produto, em seus aspectos referentes à segurança do usuário por ocasião de uso do produto.

A utilização das bases da ergonomia objetivou buscar parâmetros para tomadas de decisão, fundamentando tecnicamente os critérios de avaliação e qualificação de produtos, especificamente mobiliário escolar.

A questão ergonômica, nesta investigação, está diretamente vinculada a manutenção da integridade do produto e por conseguinte seu uso pleno, conforme previsto em projeto, em níveis de segurança e integridade do usuário.

A questão econômica, por sua vez está diretamente vinculada à qualificação de produtos, compatíveis com as exigências de uso definido, com baixos níveis de manutenção e reposição de equipamentos de infraestrutura, liberando recursos para rubricas mais emergenciais, dentro da esfera da educação.

Por ocasião da formulação das hipóteses de pesquisa, no projeto inicial da investigação, estabeleceu-se as seguintes premissas:

- a) Os instrumentos para a qualificação do mobiliário escolar (carteira e cadeira) em uso nas escolas públicas na Região

Metropolitana de Porto Alegre são insuficientes para garantia da qualidade dos requisitos técnico-funcionais exigidos.

- b) Não existem dados antropométricos e biomecânicos, da população usuária, que possibilitem o estabelecimento de critérios de ensaio para avaliação técnico-funcional do mobiliário escolar em uso na RMPoA.

Reportando-se às hipóteses formuladas, após a pesquisa, tem-se a considerar que a primeira hipótese configura-se como verdadeira, na medida em que, através dos ensaios formulados, pode-se estabelecer um nível mínimo de qualidade do mobiliário escolar além da simples verificação de conformidade com as especificações do produto e inspeção visual.

Pela experiência, relatada na revisão bibliográfica, de instituições de pesquisas e laboratórios oficiais envolvidos com qualificação de mobiliário escolar, pode-se afirmar que os documentos existentes são insuficientes para estabelecer-se avaliações confiáveis acerca dos produtos hoje oferecidos em licitações públicas ou privadas.

Ficou comprovado também a ausência de dados antropométricos a respeito da população de usuários estudada, uma vez que à época do levantamento das informações necessárias, os dados disponíveis resumiam-se a peso e altura fornecidos de forma independente pelas escolas, sendo necessário um tratamento estatístico para a organização dos dados como informação útil.

Por ocasião de revisão bibliográfica permitiu-se confirmar que as cargas de ensaios (25kg) e equipamentos, utilizadas para avaliação de mobiliário de escritório no Brasil, são simples transcrições de normas inglesas e européias, adotadas a partir da década de cinquenta.

Conforme demonstrado nas normas inglesas e especificações portuguesas os níveis de exigência inicial determinados para mobiliário de uso escolar são superiores ao mobiliário de uso pessoal em escritório.

Ressalte-se que nas normas brasileiras para ensaios de mobiliário, não constam especificações de níveis de exigência segundo uso, deixando esta definição à critério do usuário ou do comprador do móvel.

A investigação, através dos testes com a formulação de novos ensaios, permitiu estabelecer um patamar mínimo de qualidade, na medida em que os produtos notoriamente qualificados, resistiram ao carregamento intenso de cargas superiores as exigidas em norma para mobiliário de escritório.

Essa verificação permitiu conferir, em produtos de alto nível de qualidade, a pertinência de um **modelo de ensaios de desempenho**, visto que são produtos efetivamente comercializados e previamente testados sob outras formas de verificação de desempenho.

A inferência com respeito às questões técnico-funcionais do mobiliário escolar, a partir do modelo proposto nesta pesquisa, está intimamente vinculada a planejamento de gastos públicos.

É esperado, pois, de posse da informação produzida ao longo da pesquisa, ser possível avaliar o mobiliário escolar atualmente no mercado, com ênfase nos aspectos relacionados à qualidade de uso, transporte, acondicionamento, manutenibilidade e vida útil do equipamento.

Do ponto de vista dos fabricantes, espera-se que as situações experimentais descritas neste documento (modelagem de ensaios, simulações e testes são, na verdade, questionamentos) contribuam para alterações e ajustes nos modos e meios de produção, resultando algumas vezes em geração de inovação, seja em produto, seja em processo.

Espera-se com este trabalho fornecer parâmetros mínimos de desempenho para análises futuras de mobiliário escolar, em função da inexistência de normas brasileiras conforme referenciado e comentado no Capítulo 2- Revisão de Literatura.

Cumprе reiterar que a ABNT conta com apenas duas normas brasileiras para mobiliário escolar, no âmbito do Comitê do Mobiliário (CB-15).

Assim, no que tange a repercussão nacional do trabalho, é intenção desta pesquisa subsidiar estudos futuros com vistas a projetos de normas brasileiras para qualificação de mobiliário escolar.

Conforme descrito no capítulo 4, o modelo teórico adotou, em uma primeira testagem de ensaios, o percentil 50 (cargas menores) para massa corporal humana.

Recomenda-se, no entanto, nas próximas testagens, **a utilização do percentil 95**, caracterizando uma situação inicial mais crítica no que se refere ao dimensionamento de cargas de ensaio. Desta forma ficará assegurado um **coeficiente de segurança** inicial para o uso do produto, descontados neste caso eventuais variações em termos de tolerâncias dimensionais nos equipamentos utilizados em testes desta natureza.

Recomenda-se ainda encaminhar os ensaios dos produtos até a ruptura das amostras, com vistas a determinação efetiva de seus respectivos limites de colapso estrutural.

Entende-se, por fim, esta investigação como uma contribuição para o avanço do conhecimento no campo da engenharia de produto/produção, através dos fundamentos e recomendações obtidos a partir da testagem efetiva de produtos e simulação das condições de uso.

7

BIBLIOGRAFIA**7.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMADIO A C, DUARTE M.: **Fundamentos biomecânicos para análise do movimento**. São Paulo: Ed. Laboratório de Biomecânica EEFE-USP, 1996.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE & BUSINESS AND INSTITUTIONAL FURNITURE MANUFACTURER'S ASSOCIATION. **ANSI/BIFMA X5.5: Desk/Table Products – Tests**. New York, 1998. 81p., il.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE & BUSINESS AND INSTITUTIONAL FURNITURE MANUFACTURER'S ASSOCIATION. **ANSI/BIFMA X5.1: General Purpose Office Chairs – Tests**. New York, 1993. 41p., il.

ANTHROKIDS - **Antropometry of Infants, Children and Youths to Age 18 for Product Safety Design**. Disponível em <http://www.itl.nist.gov/div894/ovrt/projects/anthrokids/> Acesso em 15/03/2001.

ANTHROPOMETRIC Desk Reference. In: CORNELL UNIVERSITY. **DEA 325 Human Factors: Ergonomics, Anthropometrics and Biomechanics**; Class

Notes; Fall 1999. Disponível em <<http://www.odc.com/anthro/deskref>>. Acesso em 18/06/2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Coletânea de Normas de Móveis para Escritório**. Rio de Janeiro, 1998. 1v.(várias paginações), il.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14006: Móveis escolares – Assentos e mesas para instituições educacionais – Classes e dimensões**. Rio de Janeiro, 1997. 6p., il.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14007: Móveis escolares – Assentos e mesas para instituições educacionais – Requisitos**. Rio de Janeiro, 1997. 4p., il.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. **NF D 60-602: Mobilier Scolaire; Sièges et tables**. Paris, 1976. 4p., il.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. **NF D 62-001: Méthodes générales des vérifications et d'essais des meubles et éléments de meubles**. Paris, 1983. 27p., il.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. **NX 08-002 Colletion reduite des couleurs – Designation et catalogue des couleurs ccr**. Paris, 1983. 15p., il.

BARROS, Ricardo M. L. Metodologia Biomecânica no Brasil. **In: Anais do VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Florianópolis, UDESC, 1999, p.39-43
BERTARELLO, M.B. Normalização e Qualidade no Mobiliário (1ª parte). **Mobiliário e Madeira**, Bento Gonçalves, v.12, nº. 2, p.6-7, abr./jun. 1999.

BONSIEPE, G. **Teoria y Practica del Diseño Industrial**. Barcelona: G. Gilli, 1978.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 3030: Part 2. School furniture; Performance tests**. London, 1959. 62p., il.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 4875: Part 1. Specification for Strength and stability of domestic and contract furniture; Seating**. London, 1972. 21p., il.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 4875: Part 1. Strength and stability of furniture; Methods for determination of strength of chairs and stools**. London, 1985. 16p., il.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 5873: Part 1. Educational furniture; Specification for functional dimensions, identification and finish of chairs and tables for educational institutions**. London, 1980. 6p., il. With Amendment n.1 published and effective from 30 September 1982, AMD 4098.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 5873 Part 2. Educational furniture; Specification for strength and stability of chairs for educational institutions**. London, 1991. 16p., il. With Amendment n.1 published and effective from 30 August 1991, AMD 6809.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS EN 1022: Domestic furniture – Seating – Determination of stability**. London, 1997. 13p., il.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 5252: Framework for colours co-ordination for building purposes**. London, 1976.

CEBRACE. **Catálogo de Equipamentos Escolares**. Rio de Janeiro, s.d. 1v.(várias paginações), il.

CEBRACE. **Espaços Educativos e Equipamentos para a Formação Especial do Ensino de 1º Grau.** Rio de Janeiro, 1978. 167p., il. (Equipamentos Escolares, 2).

CEBRACE. **Mobiliário Escolar – 1º e 2º Graus.** Rio de Janeiro, 1978. 110p., il. (Equipamentos Escolares, 1).

CIENTEC. **Relatório de Inspeção - número 2001/1400/001:** Ensaio de Impacto em Assento - ABNT/NBR 14110 em amostra extraída de lote. Porto Alegre, 28 jun. 2001. 2f., il.

CIENTEC. **Relatório de Inspeção - número 2001/1400/002:** Ensaio de Impacto em Apoia-Braços - ABNT/NBR 14110 em amostra extraída de lote. Porto Alegre, 28 jun. 2001. 2f., il.

CIENTEC. **Relatório de Inspeção - número 2001/1400/003:** Ensaio de Impacto em Encosto - ABNT/NBR 14110 em amostra extraída de lote. Porto Alegre, 28 jun. 2001. 2f., il.

CRUCHET, Brigitte. Normalisation du mobilier scolaire; vers un accord sur les dimensions. **CTBA Info**, Paris, n. 72, p.21-23, sept. 1998.

FERREIRA, M. S. **Estudo Ergonômico dos Bancos em Fibra-de-Vidro dos Transportes Coletivos da Região Metropolitana Porto Alegre-RS.** Porto Alegre, CIENTEC, 1992. 32 f.+2 plantas. (Relatório CIENTEC nº. 130839 Processo 36725/92).

FERREIRA, M. S. Mobiliário e Moveleiros : Conceitos, Tendências e Movimentos no Sul. In: **Análise da Economia Regional para Homens de Negócios-Especial Indústria Moveleira.** Porto Alegre, n.198, p.1 e 4, 15 maio 2000.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem**. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas. 1998.

GROSSMAN, R. J. Make Ergonomics. In: **HR Magazine**. Society for Human Resource Management. Alexandria, Disponível em <<http://www.proquest.umi.com/pqdlink>> . Acesso em 16 de abril de 2000.

IIDA, I. & HENRI, A.J. **Ergonomia: Notas de Aula**. Comunicação, Universidade, São Bernardo do Campo: Cultura Ed. , 1973.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 1990.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. **What is Ergonomics?** Disponível em: <<http://www.iea.cc/>> . Acesso em 29/03/2001.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION **ISO 5970: Furniture–Chairs and tables for educational institutions – Functional sizes**. Switzerland, 1979. 5p., il.

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD. **JIS S 1021: School furniture (desks and chairs for class room)**. Tokyo, Japanese Standards Association, 1991. 20p., il.

KEEEGAN, J. J. **Alteration of The Lumbar Curve Related to Posture and Seating**. J. Bone Jt Surg., 1953.

LAESER, K.L.; MAXWELL, L.E.; HEDGE, A. The Effect of Computer Workstation Design on Student Posture. **Journal of Research on Computing in Education**, Washington, v.31, n.2, p.173-, Winter, 1998. disponível em <<http://www.proquest.umi.com/pqdlink>>. Acesso em 27/05/2000.

LAVILLE, A. & MILLANVOYE . **Etude Ergonomique du Travail fascicule 1**
Paris: CNAM-Conservatoire National des Arts & Metiers, 1977.

LAVILLE, Antoine. São Paulo: **Ergonomia**. Edusp, 1977.

LAWRENCE BERKELEY LABORATORY. **Health and Safety Manual**. Chapter
17-Ergonomics. PUB-300, Dec. 1997, USA.

LNEC. **Ensaio de Mobiliário; Determinação da Estabilidade de Cadeiras e Bancos**; Anteprojecto de Especificação LNEC. Lisboa, 1996. iv,12p., il. (LNEC. Proc. 088/11/10789. Relatório 138/96. – NCCp).

LNEC. **Ensaio de Mobiliário; Determinação da Estabilidade de Mesas**; Anteprojecto de Especificação LNEC. Lisboa, 1996. iv,7p., il. (LNEC. Proc. 088/11/10789. Relatório 137/96 – NCCp).

LNEC. **Mobiliário – Níveis de Exigência Mecânica**; Anteprojecto de Especificação LNEC. Lisboa, 1989. v, 5p., il. (LNEC. Proc. 088/12/9424. Relatório 115/89 – NCCp).

LNEC. **Mobiliário de Arrumação; Determinação da Resistência Mecânica**; Anteprojecto de Especificação LNEC. Lisboa, 1991. v,36p., il. (LNEC. Proc. 088/11/9424. Relatório 101/91 – NCCp).

LNEC. **Mobiliário: Vantagens da sua Qualificação**; Documento Técnico de Sensibilização. Lisboa, 1991, 24p., il. (LNEC. ICT. Informação Técnica Edifícios. ITE 19).

LNEC. **Mesas– Determinação da Resistência Mecânica**; Anteprojecto de Especificação LNEC. Lisboa, 1989. vi, 18p., il. (LNEC. Proc. 088/12/9424. Relatório 139/89. – NCCp).

LNEC. **Mobiliário. Vantagens da Sua Qualificação.** Documento Técnico de sensibilização. Lisboa, 1988.

MANDAL, A .C. **The Seated Man (Homo Sedens): The Seated Work Position, Theory and Praticce.** In: Applied Ergonomics, march, 1981, IPC Bussiness Press.

Mc CORMICK, Ernest J. **Ergonomia, Fatores Humanos en Ingenieria y Diseño.** Barcelona: G. Gilli, 1980.

METROPLAN. **Mapa Índice da Cartografia Básica;** Região Metropolitana de Porto Alegre. Porto Alegre, 1999. Mapa colorido, escala 1:100.000.

METROPLAN. **Região Metropolitana de Porto Alegre.** Porto Alegre, 1999. Mapa colorido, escala 1:580.000.

METROPLAN. **Região Metropolitana de Porto Alegre;** Municípios Integrantes a partir de janeiro de 1999. Mapa colorido, escala 1:430.000.

MONTMOLLIN, M.- **A Ergonomia,** São Paulo: Ed. Piaget, 1995.

MONTMOLLIN, M.- The Future of Ergonomics: Hodge Podge or new Foundation? In: **Le Travail Humain,** tome 55, no. 2, 171-181,1992.

MORAES, Anamaria & PEQUINI, Suzi. **Ergodesign para Trabalhos com Terminais Informatizados.** Rio de Janeiro, 2AB Editora Ltda., 2000..

MORO, A. R.P., ÁVILA, A. & NUNES,F.P. O Design da Carteira Escolar e suas implicações na postura das crianças. In: **ANAIS VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Florianópolis, UDESC, Maio, 1999.

MORO, A.R.P. **Análise Biomecânica da Postura Sentada: Uma Abordagem Ergonômica do Mobiliário Escolar**. Tese de Doutorado, CPG Educação Física-UFSM, Santa Maria, RS, fevereiro,2000.

National Aeronautics and Space Administration. **Anthropometric Source Book**. Scientific and technical Information Office, july, 1978. N.A.S.A. Reference Pub. 1024.

PANERO, J. & ZELNICK, M. **Las Dimensiones Humanas en Los Espacios Interiores**. Mexico:Gustavo Gilli, 1991.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação-Laboratório de Desenvolvimento de Produtos– UFPE. **Padrão de Mobiliário Escolar; Carteira Escolar**. Recife, 1988. 23p., il. (Manual, 1).

PETROSKI, E. L. **Antropometria: Técnicas e Padronizações**, Porto Alegre: Ed. Palloti, 1999.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Cultura. **Estatística – Alunado**; Estadual: Ensino Fundamental, 1996, 1997, 1998. Porto Alegre, 1998. 1v.(várias paginações).

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação e Cultura. **Cadeira Individual – Tamanho 1.2.3**. Porto Alegre, 1992. Planta formato A-1, 594x841mm.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação e Cultura. **Escolas-Tipologias por Município – RMPoA** (Tabela). Porto Alegre, 2000.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação e Cultura. **Estatística – Alunado**; Região Metropolitana: Ensino Fundamental, 1998. Porto Alegre, 1999. 1v.(várias paginações).

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação e Cultura. **Mesa Individual – Tamanho 1.2.3.** Porto Alegre, 1992. Planta formato A-1; 594x841mm.

SANTOS, N. **Análise Ergonômica do Trabalho** (Notas de Aula). EPS/UFSC, Florianópolis, 1990.

SANTOS, N. **Engenharia do Trabalho** (Notas de Aula). PPGE/UFSC, Florianópolis, 1990.

SANTOS, N....(et al) **Antropotecnologia: A Ergonomia dos Sistemas de Produção.** Ed. Genesis, Curitiba, 1997.

SCHULER, M. Má Postura na Escola. Zero Hora. Porto Alegre, 11.7.83 Segundo Caderno, Vida e Saúde, p.1-4.

SHETTY, P.S.; JAMES, W.P.T. **Body Mass Index (BMI)** : a Measure of Chronic Energy Deficiency in Adults. FAO Food and Nutrition Paper 56. Disponível em <<http://www.odc.com/anthro/docs/bmi/TOC.html>>. Acesso em 18/06/2001

SNYDER R. G., SPENCER, M., OWINGS, C. & SCHNEIDER, L. Physical Characteristics of Children: **Anthrokids.** nist, USA, 2000. disponível em <Internet. <http://www.itl.nist.gov/div894/ovrt/projects/anthrokids/child/html>>. Acesso em 08/03/2001.

STEVENSON, Willian J. **Estatística Aplicada à Administração.** São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1981.

WAGNER, D. et al. **Human Factors Design Guide: for Acquisition of Commercial Off-The-Shelf Subsystems, Non-Developmental Items, and Developmental Systems.** Washington, DC: U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 1996. 1012p. (DOT/FAA/CT-96/1).

WALTRICK, Ana C.A. **Estudo das Características Antropométricas de Escolares de 7 a 17 anos - Uma Abordagem Mista e Transversal –** Dissertação de Mestrado. PPGEP-UFSC, Florianópolis, 1996

WISNER, Alain. **Por Dentro do Trabalho. Ergonomia: Método e Técnica.** São Paulo. FTD: Oboré, 1987.

WOODSON, W., TILLMAN, B. & TILLMAN P. **Human Factors Design Handbook.** 2. ed.. McGraw-Hill, USA., 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Department of Nutrition for Health and Development. **Global Database on Child Growth and Malnutrition.** Disponível em <<http://www.who.int/nutgrowthdb>>. Acesso em 15/06/2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Department of Nutrition for Health and Development. **WHO Global Database on Child Growth and Malnutrition.** Capturado em 14 de jun. 2000a. Online. Disponível na Internet <http://www.who.int/nutgrowthdb/intro_text.htm>. Acesso em 14/06/2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Department of Nutrition for Health and Development. **Global Database on Obesity and Body Mass Index (BMI) in Adults.** Disponível em <<http://www.who.int/nutgrowthdb>>. Acesso em 15/06/2001.

ZARO, M. & ROESLER, C. Instrumentação de Uma cadeira para Aplicação em Biomecânica. In: **ANAIS VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Florianópolis, UDESC, Maio, 1999.

7.2 BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR CONSULTADA

ABRAHAM, Edward. Fundamentals of biomechanics (BOOK REVIEW); equilibrium, motion, and deformation ; **Medicine and Science in Sports and Exercise** [H.W. Wilson - EDUC]; Feb 2000; Vol. 32, n. 2; pg. 547. Disponível em <<http://proquest.umi.com/pqdlink>>. Acesso em 09/02/2000.

ANONYMOUS. Anthrotech gets new angle on anthropometry; **Bobbin**, Columbia; Vol. 40, n. 8; pg. 12, 1 pgs. Disponível em: <<http://proquest.umi.com/pqdlink>>. Acesso em 14/04/1999.

ANONYMOUS. Biomechanics;; **Mechanical Engineering**, New York; Vol. 121, n. 8; pg. 22, 2 pgs. Disponível em: <<http://proquest.umi.com/pqdlink>>. Acesso em 20/09/99

CENTRE TECHNIQUE DU BOIS ET DE L'AMEUBLEMENT-CTBA. Laboratoire d'Essais des Meubles, Sièges, Composants. **Essais Mecaniques - Mobilier Scolaire - Mobilier de Collectivite**. Paris, s.d. 1v.(várias paginações)., il.

FERREIRA, M.- **Análise Ergonômica do Trabalho em Canteiros de Obras: Reflexos sobre a Produtividade no Segmento Construção Civil**. CIENTEC/FAPERGS, Porto Alegre, 1998.

FUSCO, P. B. **Fundamentos do Projeto Estrutural**. São Paulo: McGraw-Hill, EDUSP, 1976.

GRANDJEAN, Etienne. **Fitting the Task to the Man: An Ergonomic Approach**, London: Taylor & Francis Ltd., 1981.

HAMPTON, David R. **Administração Contemporânea: Teoria, Prática e Casos**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1980.

HANDA, Sudhanshu. Maternal education and child height; **Economic Development and Cultural Change**, Chicago; Vol. 47, n. 2; pg. 421, 19 p. Disponível em: <<http://proquest.umi.com/pqdlink>>. Acesso em 06/01/99.

HEDGE, Alan. Anthropometry and Workspace Design. In: CORNELL UNIVERSITY. **DEA 325 Human Factors** : Ergonomics, Anthropometrics and Biomechanics; Class Notes; Fall 1999. Disponível em: <<http://www.odc.com/anthro>>. Acesso em 18/06/2000.

HEDGE, Alan. Structure and Function of the Musculoskeletal System. In: CORNELL UNIVERSITY. **DEA 325 Human Factors**: Ergonomics, Anthropometrics and Biomechanics; Class Notes; Fall 1999. Disponível em <<http://www.odc.com/anthro>>. Acesso em 18/06/2000.

HENSEL, Jason. Ergonomics e-sources. **Occupational Health & Safety**, Waco; Vol. 69, n. 2; pg. 35, 2 pgs. Disponível em: <<http://proquest.umi.com/pqdlink>>. Acesso em 19/02/2000.

KVALSETH, T. O. **Ergonomics of Workstation Design**. Minnesota, USA: Butterworths & Co., 1983.

NICHOLS, Jeanne F; Assessment of physical activity with the Computer Science and Applications, Inc., accelerometer: Laboratory versus field validation. In: **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington; Vol. 71, n. 1; pg. 36, 8 pgs. Disponível em: <<http://proquest.umi.com/pqdlink>>. Acesso em 12/03/2000.

OAKLEY, Jeffrey S. Ergonomic: Assessment & design; **Professional Safety**, Park Ridge; Feb 2000; Vol. 45, Iss. 2; pg. 35, 4 pgs. Disponível na Internet: <http://proquest.umi.com/pqdlink>.

OSLIN Judith L. Form follows function; **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, Reston; Vol. 69, n. 6; pg. 46, 4 pgs. Disponível em: <<http://proquest.umi.com/pqdlink>>. Acesso em 31/08/1998.

SVERIGES STANDARDISERINGSKOMMISSION. **SIS 83 94 01**: Bord. Bestämning av stadighet. Stockholm, 1972. 2p., il.

SVERIGES STANDARDISERINGSKOMMISSION. **SIS 83 94 02**: Bord. Bestämning av stabilitet. Stockholm, 1972. 1p., il.

SVERIGES STANDARDISERINGSKOMMISSION. **SIS 83 94 03**: Bord. Bestämning av hållfasthet. Stockholm, 1972. 1p., il.

SVERIGES STANDARDISERINGSKOMMISSION. **SIS 83 95 03**: Möbler och inredningsenheter - Stolar och karmstolar – Bestämning av hållfasthet. Stockholm, 1979. 3p., il.

SVERIGES STANDARDISERINGSKOMMISSION. **SIS 83 95 05**: Möbler och inredningsenheter –Stolar och karmstolar – Bestämning av stabilitet. Stockholm, 1977. 5p., il.

THOMAS, Jerry R. Children's control, learning, and performance of motor skills. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington; Vol.71, n.1; pg.1, 9pgs. Disponível em: <<http://proquest.umi.com/pqdlink>>. Acesso em 15/03/2000.

TICHAUER, E. R. **The Biomechanical Basis of Ergonomics: Anatomy Applied to the Design of Work Situations**. New York: John Wiley & Sons, 1978.

TITTIRANONDA, Pat. Workplace use of an adjustable keyboard: Adjustment preferences and effect on wrist posture; **American Industrial Hygiene Association Journal**, Fairfax; May/Jun 1999; Vol. 60, n. 3; pg. 340, 9 p. Disponível em: <<http://proquest.umi.com/pqdlink>>. Acesso em 15/10/99.

8

ANEXOS

ANEXO I - Formulário Utilizado para Coleta de Dados junto às Escolas

PROJETO QUALIFICAÇÃO DO MOBILIÁRIO ESCOLAR

CIENTEC / CELIC / SEC-RS

Informações sobre o Usuário

Escola _____

MUNICÍPIO

NÍVEL		FUNDAMENTAL				MÉDIO			
Série	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	
Aluno n.º	Idade	sexo	Peso (kg)	Altura (m)	Aluno n.º	Idade	sexo	Peso (kg)	Altura (m)
01					21				
02					22				
03					23				
04					24				
05					25				
06					26				
07					27				
08					28				
09					29				
10					30				
11					31				
12					32				
13					33				
14					34				
15					35				
16					36				
17					37				
18					38				
19					39				
20					40				

Local, Data _____

Resp. p/ Instituição _____

Favor enviar para:

CIENTEC-Fundação de Ciência e Tecnologia**A/C Mario S. Ferreira**

ANEXO II – Tabela de Referência de Ensaio em Mesas

Fonte: ABNT (1998), NBR 14111

Tipos e Níveis de Ensaio e Cargas

Tabela A.1 – Tipos e Níveis de ensaios

Item	Ensaio para determinação da estabilidade	Unid	N1	N2	N3	N4	N5
5.2.2.1.	Resistência da estrutura	N	100	150	200	300	400
5.2.2.2.1	Flexão dos tampos	g/cm ²	10,0	10,0	15,0	20,0	25,0
5.2.2.2.2	Resistência dos tampos à carga concentrada	Kg	20	50	75	100	125
5.2.2.2.3	Durabilidade do mecanismo de ajuste de tampos para teclado	Ciclos					
	Ajuste vertical		500	1000	1500	2500	5000
	Ajuste horizontal		500	1000	1500	2500	5000
	Rotação		500	1000	1500	2500	5000
5.2.2.3.1	Resistência de gavetas e trilhos	N	150	200	250	350	500
5.2.2.3.2	Durabilidade de gavetas trilhos	Ciclos	10.000	20.000	40.000	60.000	80.000
5.2.2.3.3	Resistência de gavetas ao impacto do fechamento/abertura	(5kg) m/s (35kg) m/s	0,9 0,7	1,3 0,9	1,5 1,0	1,8 1,2	2,0 1,4
5.2.2.4	Impacto contra os pés	(altura h) mm (energia) J	- - -	100 5 -	200 10 -	300 15 -	500 25 -
5.2.2.5	Impacto contra o tampo	(altura h) mm	30	50	100	200	300
5.2.2.6	Ensaio de queda	(altura h) mm	50	100	150	200	300

ANEXO III – Tabela de Referência de Ensaios em Cadeiras
Fonte: ABNT (1998), NBR14110

ANEXO A (normativo)							
Tipos e níveis de ensaios Tabela 1 – Tipos e níveis de ensaios							
Item	Ensaio para determinação da estabilidade	UNIDADES	N1	N2	N3	N4	N5
5.2.2.1.	Carga estática no assento	Força (N)	-	1100	1300	1600	2000
5.2.2.2	Carga estática no encosto	Força (N)	-	410	560	660	760
	Carga de equilíbrio	Força (N)	-	1.100	1.300	1.600	2.000
5.2.2.3	Carga estática horizontal no apóia-braço	Força (N)	100	200	300	400	600
5.2.2.4	Carga estática vertical no apóia-braço	Força (N)	300	500	600	700	1.000
5.2.2.5	Fadiga no assento	Ciclos	10.000	20.000	40.000	50.000	100.000
5.2.2.6	Fadiga no encosto	Ciclos	10.000	20.000	40.000	50.000	100.000
5.2.2.7	Carga estática /frente nos pés	Força (N)	300	375	500	620	760
	Carga de equilíbrio	Força (N)	780	780	1.000	1.250	1.800
5.2.2.8	Resistência a choques repetidos	Ciclos	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000
5.2.2.9	Carga estática lateral nos pés	Força (N)	250	300	390	490	760
	Carga de equilíbrio	Força (N)	780	780	1.000	1.250	1.800
5.2.2.10	Carga diagonal na estrutura	Força (N)	125	250	375	500	620
5.2.2.11	Impacto no assento	Altura (mm)	100	140	180	240	300
5.2.2.12	Impacto no encosto	Altura (mm)	61	94	134	293	500
		Ângulo (graus)	20	25	30	45	60
5.2.2.13	Impacto no apóia-braço	Altura (mm)	61	94	134	293	500
		Ângulo (graus)	20	25	30	45	60
5.2.2.14	Queda	Altura (mm)	150	300	450	600	900
	Cadeiras empilháveis Cadeiras nãoempilháveis	Altura (mm)	-	150	200	300	450
5.2.2.15	Durabilidade no mecanismo de rotação do assento	Força (N)	700	700	700	700	700
		Ciclos	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000
5.2.2.16	Durabilidade na regulagem de altura do assento	Ciclos	5.000	10.000	15.000	20.000	30.000
		Pneumática	500	750	1.000	1.500	2.000
		Manual					
5.2.2.17	Fadiga no mecanismo de reclinção da concha	Ciclos	50.000	75.000	100.000	150.000	200.000
5.2.2.18	Carga estática na base	Força (N)	7.000	8.000	9.000	10.000	11.000
5.2.2.19	Durabilidade do apóia-pés	Ciclos	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000
5.2.2.20	Durabilidade ao deslocamento de rodízios	Força (N)	700	700	700	700	700
		Ciclos	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000

ANEXO IV – Amostra Coletada por Escola

ESCOLA ESTADUAL DE 1º E 2º GRAUS 8 DE SETEMBRO Estância Velha - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
6 ^a	Fundamental	Única	24
7 ^a	Fundamental	Única	32
8 ^a	Fundamental	Única	30
1º	Médio	Única	32
2º	Médio	Única	25
3º	Médio	Única	32
TOTAL			175

ESCOLA ESTADUAL DE 1º E 2º GRAUS AUGUSTO MEYER Esteio - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
1 ^a	Fundamental	Única	26
2 ^a	Fundamental	Única	23
3 ^a	Fundamental	Única	22
4 ^a	Fundamental	Única	27
5 ^a	Fundamental	Única	37
6 ^a	Fundamental	Única	42
7 ^a	Fundamental	Única	28
1º	Médio	Única	11
2º	Médio	Única	22
TOTAL			238

ESCOLA ESTADUAL DE 1º E 2º GRAUS CÔNEGO SCHERER Guaíba - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
5 ^a	Fundamental	Única	32
6 ^a	Fundamental	Única	26
7 ^a	Fundamental	Única	28
8 ^a	Fundamental	Única	25
1º	Médio	Única	24
2º	Médio	Única	19
3º	Médio	Única	17
TOTAL			171

ESCOLA ESTADUAL DE 1º E 2º GRAUS SENADOR ALBERTO PASQUALINI			
Novo Hamburgo - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
5ª	Fundamental	151	27
5ª	Fundamental	152	24
6ª	Fundamental	161	33
6ª	Fundamental	162	30
6ª	Fundamental	163	19
6ª	Fundamental	164	31
6ª	Fundamental	165	24
6ª	Fundamental	166	32
6ª	Fundamental	167	29
6ª	Fundamental	168	27
7ª	Fundamental	171	27
7ª	Fundamental	172	28
7ª	Fundamental	173	27
7ª	Fundamental	174	35
7ª	Fundamental	175	38
8ª	Fundamental	181	39
8ª	Fundamental	182	39
8ª	Fundamental	183	23
8ª	Fundamental	184	32
1º	Médio	211	38
1º	Médio	212	38
1º	Médio	213	25
1º	Médio	214	40
1º	Médio	215	31
1º	Médio	216	23
2º	Médio	221	30
2º	Médio	222	27
2º	Médio	223	15
2º	Médio	224	14
3º	Médio	231	26
TOTAL			871

ESCOLA ESTADUAL DE 1º GRAU CAETANO G. DA SILVA Esteio - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
1ª	Fundamental	11	18
2ª	Fundamental	21	14
3ª	Fundamental	31	14
4ª	Fundamental	41	23
5ª	Fundamental	51	32
5ª	Fundamental	52	23
6ª	Fundamental	61	26
6ª	Fundamental	62	19
6ª	Fundamental	63	14
7ª	Fundamental	71	24
7ª	Fundamental	72	13
7ª	Fundamental	73	17
7ª	Fundamental	74	15
7ª	Fundamental	75	16
7ª	Fundamental	76	16
8ª	Fundamental	81	28
8ª	Fundamental	82	31
8ª	Fundamental	83	21
8ª	Fundamental	84	22
8ª	Fundamental	85	23
8ª	Fundamental	86	17
TOTAL			426

ESCOLA ESTADUAL DE 1º E 2º DEOCLÉCIO FERRUGEM Glorinha - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
1ª	Fundamental	Única	34
2ª	Fundamental	Única	33
3ª	Fundamental	Única	33
4ª	Fundamental	Única	34
5ª	Fundamental	Única	38
6ª	Fundamental	Única	25
7ª	Fundamental	Única	35
8ª	Fundamental	Única	37
1º	Médio	Única	87
2º	Médio	Única	40
3º	Médio	Única	40
TOTAL			436

ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO CECÍLIA MEIRELES			
Sapucaia do Sul - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
1 ^a	Fundamental	Única	13
2 ^a	Fundamental	Única	16
3 ^a	Fundamental	Única	13
4 ^a	Fundamental	Única	22
5 ^a	Fundamental	A	28
5 ^a	Fundamental	B	31
6 ^a	Fundamental	A	26
6 ^a	Fundamental	B	20
6 ^a	Fundamental	C	27
7 ^a	Fundamental	A	34
7 ^a	Fundamental	B	31
8 ^a	Fundamental	A	30
8 ^a	Fundamental	B	23
8 ^a	Fundamental	C	27
1 ^o	Médio	A	21
1 ^o	Médio	B	21
1 ^o	Médio	C	31
1 ^o	Médio	D	15
1 ^o	Médio	E	20
1 ^o	Médio	F	28
1 ^o	Médio	G	29
1 ^o	Médio	H	21
1 ^o	Médio	I	32
1 ^o	Médio	J	24
1 ^o	Médio	K	17
1 ^o	Médio	L	24
1 ^o	Médio	M	17
1 ^o	Médio	N	24
1 ^o	Médio	O	26
1 ^o	Médio	P	18
2 ^o	Médio	A	21
2 ^o	Médio	B	24
2 ^o	Médio	C	23
2 ^o	Médio	D	19
2 ^o	Médio	E	12
2 ^o	Médio	F	23
2 ^o	Médio	G	28
2 ^o	Médio	H	6
TOTAIS			865

ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO CECÍLIA MEIRELES Sapucaia do Sul – RS (cont.)			
2º	Médio	J	26
2º	Médio	I	28
3º	Médio	A	9
3º	Médio	B	26
3º	Médio	C	20
3º	Médio	D	20
3º	Médio	E	34
3º	Médio	F	20
3º	Médio	G	7
TOTAL			1055

ESCOLA ESTADUAL DE 1º E 2º DR CARLOS AUGUSTO DE MOURA E CUNHA Guaíba - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
Jardim	Pré Escola	A	20
Jardim	Pré Escola	B	21
1ª	Fundamental	11	23
1ª	Fundamental	12	20
1ª	Fundamental	13	24
2ª	Fundamental	21	28
2ª	Fundamental	21	29
3ª	Fundamental	31	28
3ª	Fundamental	32	29
4ª	Fundamental	41	24
4ª	Fundamental	42	24
4ª	Fundamental	43	27
5ª	Fundamental	53	24
6ª	Fundamental	61	29
6ª	Fundamental	62	35
6ª	Fundamental	63	32
1º	Médio	106	25
1º	Médio	107	30
2º	Médio	201	36
2º	Médio	202	29
2º	Médio	203	33
3º	Médio	301	27
TOTAL			597

ESCOLA ESTADUAL DE 1º JOÃO BLÓS				
Campo Bom - RS				
Série	Nível	Turma	Quantid-I	Quantid-II
1ª	Fundamental	11	30	0
1ª	Fundamental	12	21	21
1ª	Fundamental	13	24	0
1ª - Classe Especial	Fundamental	14	7	0
1ª - Classe Especial	Fundamental	15	9	0
2ª	Fundamental	21	26	0
2ª	Fundamental	22	27	27
3ª	Fundamental	31	31	31
3ª	Fundamental	32	31	0
4ª	Fundamental	41	29	0
4ª	Fundamental	42	26	26
5ª	Fundamental	51	31	0
5ª	Fundamental	52	32	0
5ª	Fundamental	53	32	0
5ª	Fundamental	54	27	27
5ª	Fundamental	55	33	0
6ª	Fundamental	61	30	0
6ª	Fundamental	62	28	28
6ª	Fundamental	63	30	0
6ª	Fundamental	64	36	0
7ª	Fundamental	71	36	36
7ª	Fundamental	72	32	0
7ª	Fundamental	73	37	0
8ª	Fundamental	81	25	25
8ª	Fundamental	82	27	0
8ª	Fundamental	83	34	0
8ª	Fundamental	84	35	0
TOTAL			766	221

Obs.:

- A coluna "Quantidade I" é referente às quantidades totais de alunos da escola.
- A coluna "Quantidade II" é referente às quantidades da amostragem de alunos.

ESCOLA ESTADUAL DE 1º E 2º GRAUS LA SALLE Campo Bom - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
1ª	Fundamental	Única	27
2ª	Fundamental	Única	29
3ª	Fundamental	Única	31
4ª	Fundamental	Única	30
5ª	Fundamental	Única	34
6ª	Fundamental	Única	33
7ª	Fundamental	Única	29
8ª	Fundamental	Única	27
1º	Médio	Única	31
TOTAL			271

ESCOLA ESTADUAL DE 1º GRAU MARIA MEDIANEIRA Sapucaia do Sul - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
1ª	Fundamental	Única	15
2ª	Fundamental	Única	14
3ª	Fundamental	Única	19
4ª	Fundamental	Única	30
5ª	Fundamental	Única	21
6ª	Fundamental	Única	30
7ª	Fundamental	Única	25
8ª	Fundamental	Única	32
TOTAL			186

ESCOLA ESTADUAL DE 1º GRAU PROFESSOR AMÉRICO BRAGA Eldorado do Sul - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
1ª	Fundamental	Única	26
2ª	Fundamental	Única	18
3ª	Fundamental	Única	27
4ª	Fundamental	Única	29
5ª	Fundamental	Única	17
6ª	Fundamental	Única	22
7ª	Fundamental	Única	30
8ª	Fundamental	Única	23
TOTAL			192

ESCOLA ESTADUAL DE 1º E 2º MARECHAL MASCARENHAS DE MORAES Cachoeirinha - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
1 ^a	Fundamental	F11	25
1 ^a	Fundamental	F12	26
2 ^a	Fundamental	F22	28
2 ^a	Fundamental	F23	29
3 ^a	Fundamental	F31	29
3 ^a	Fundamental	F32	27
4 ^a	Fundamental	F41	28
4 ^a	Fundamental	F42	30
5 ^a	Fundamental	F51	31
5 ^a	Fundamental	F52	34
6 ^a	Fundamental	F61	34
6 ^a	Fundamental	F62	32
7 ^a	Fundamental	F71	32
7 ^a	Fundamental	F72	30
8 ^a	Fundamental	F81	30
8 ^a	Fundamental	F82	31
1º	Médio	BM1	29
1º	Médio	BM2	35
1º	Médio	BM3	35
1º	Médio	BM4	34
1º	Médio	BM5	38
1º	Médio	BN1	24
1º	Médio	BN2	26
1º	Médio	BN3	29
1º	Médio	P11	26
1º	Médio	P12	17
1º	Médio	C11	15
1º	Médio	C12	24
2º	Médio	C21	16
2º	Médio	S21	19
2º	Médio	P21	27
2º	Médio	G21	27
2º	Médio	G22	30
2º	Médio	G23	28
SUBTOTAL 1			955

ESCOLA ESTADUAL DE 1º E 2º MARECHAL MASCARENHAS DE MORAES Cachoeirinha – RS (cont.)			
2º	Médio	G24	31
2º	Médio	G28	25
2º	Médio	G29	23
3º	Médio	G31	35
3º	Médio	G32	37
3º	Médio	G33	35
3º	Médio	G34	24
3º	Médio	G36	21
3º	Médio	G37	32
4º	Médio	C41	24
4º	Médio	C42	17
4º	Médio	P41	22
4º	Médio	P42	22
SUBTOTAL 2			348

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL VISCONDE DE SÃO LEOPOLDO São Leopoldo - RS			
Série	Nível	Turma	Quantidade
1º	Médio	Única	40
2º	Médio	Única	40
3º	Médio	Única	28
TOTAL			108

9

GLOSSÁRIO

Amostra é a parte da população de usuários de mobiliário escolar na RMPoA, efetivamente medidos. A amostra destina-se a fornecer informações sobre a população e, possivelmente, servir de referência para decisões pertinentes.

Catálogo Cromático são cartelas com padrões cromáticos que integram algumas normas internacionais (ISO, AFNor, BS, v.g.), utilizadas como classificadores em outras normas.

Comportamento Estrutural são relações existentes entre ações físicas e seus efeitos correspondentes ocorridos em determinado corpo, sob ação de gravidade.

Desempenho de um determinado sistema, quando submetido à ações físicas ocasionadas pela gravidade e/ou por outros corpos com massa relevante.

Corpo Duro é um equipamento utilizado em ensaios de *Impacto de Corpo Duro*. É um corpo rígido, conformado em aço podendo, conforme a natureza do ensaio, ter a forma de martelo (pêndulo) ou esfera com diâmetros e massas variadas.

Corpo Mole é um equipamento utilizado em ensaios de *Impacto de Corpo Mole*. Consiste em um saco cilíndrico de com areia, cuja massa é deslocada na direção da estrutura a ser ensaiada.

Critério de Desempenho são conjuntos de índices que determinam o nível de aceitação de um determinado produto, quando submetido ao uso ou à ensaio que simulem esta condição.

Critério de Dimensionamento é um seleção de parâmetros mínimos para estabelecimento de medidas adequadas para equipamento mobiliário.

Dado Antropométrico é uma variável dimensional humana integrante de um conjunto de variáveis que caracteriza um padrão humano.

Desvio Padrão é uma medida de dispersão de dados de um determinado conjunto, em torno da média destes dados e apresenta-se expresso, neste assunto específico, em centímetros.

Determinação de Estabilidade é Identificação da condição de equilíbrio de um corpo, em função da submissão à esforços decorrentes do uso ou de simulação por ensaios.

Energia de Impacto é a capacidade de carga sobre do corpo (duro ou mole), obtida pelo produto da força (massa do corpo x aceleração da gravidade) a ser aplicada, pela sua distância da estrutura a ser ensaiada.

Ensaio de Impacto é um dos tipos de testes de resistência e durabilidade ao qual é submetida uma estrutura, um componente, equipamento ou produto.

Ensaio-Teste é um ensaio experimental para verificação de um procedimento nunca formulado;

Manutenibilidade é a capacidade de um determinado produto ou equipamento de ser submetido à revisões, substituições de componentes, com vistas a consecução sua vida útil.

Média é uma das medidas de tendência central, utilizada em estatística, determinada a partir da soma dos valores de um determinado conjunto de dados, dividida pelo número de valores deste conjunto.

Mediana é outra medida de tendência central, cuja característica principal é dividir um conjunto ordenado de dados em dois grupos iguais: a metade terá valores inferiores à mediana e a outra metade terá valores superiores à mediana.

Mobiliário Ajustável ou Regulável é todo o mobiliário projetado com a possibilidade de adequação dimensional personalizada, em função da existência de dispositivos de alteração de suas dimensões iniciais.

P&D é uma abreviatura adotada, no meio científico, para o termo *Pesquisa e Desenvolvimento* (do inglês: *R&D, Research and Development*).

Padrão Antropométrico é um conjunto de medidas físicas (estatura, comprimento dos membros superiores em extensão, ângulos de giro,...) referentes ao envelope humano (corpo e sua área de influência), num intervalo restrito a uma comunidade ou região específica.

Padrão Biomecânico é um conjunto de informações (velocidade, força, capacidade muscular,...) referentes à capacidade de trabalho

(atividade física) de determinado grupo humano, em determinada região geofísica.

Pontos de Carregamento são locais determinados, em produto ou componente, para aplicação de cargas de ensaio.

População é a classe dos usuários do mobiliário escolar das escolas públicas da RMPoA.

Segmento nádega-popliteal é a distância horizontal desde a superfície exterior da nádega até a face posterior do joelho.

Situação de Referência é um termo utilizado na área de Ergonomia que define uma realidade pré-existente, tomada como marco, objeto de analogia com um princípio ou estudo de caso proposto.

Tamanho da Amostra é o número de usuários do mobiliário escolar nas escolas públicas da Região Metropolitana de Porto Alegre.

Vida Útil é o tempo de uso contínuo ou intermitente de produto, sistema de Produtos, equipamentos, incluindo-se períodos de parada e manutenção.