

Investigação ergonômica nos mobiliários escolares

Ergonomic investigation of school furniture

Bárbara Reis Baraúna

Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia do Amazonas (IFAM)
barbara.baraunar@gmail.com

Jean Dalmo de Oliveira Marques

Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia do Amazonas (IFAM)
jdomarques@hotmail.com

Elizalane Moura de Araújo Marques

Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia do Amazonas (IFAM)
elizalane.marques@gmail.com

Karoline Matos Fernandes

Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia do Amazonas (IFAM)
karolmfernandes@yahoo.com

Thiago Oliveira Souza

Escola Estadual Getúlio Vargas
tholiveirasouza@gmail.com

Resumo

Um ambiente escolar adequado implica num processo de ensino-aprendizado harmonioso e adequado às condições psicofisiológicas dos alunos e professores. Investigou-se a adequação dos aspectos ergonômicos aos mobiliários escolares e a postura como forma de maximizar o processo de ensino-aprendizagem no espaço escolar. A análise ergonômica ocorreu a partir da identificação de problemas ergonômicos nos mobiliários escolares e na postura ergonomicamente inadequada do professor.

Palavras chave: Ensino-aprendizado, ergonomia, mobiliários escolares.

Abstract

An adequate school environment implies a harmonious teaching-learning process and appropriate to the psychophysiological conditions of students and teachers. The adequacy of ergonomic aspects to school furniture and posture as a way to maximize the teaching-learning process in the school space was investigated. The ergonomic analysis occurred from the identification of ergonomic problems in school furniture and in the teacher's ergonomically inadequate posture.

Key words: Teaching-learning, ergonomics, school furniture.

Introdução

As normas que regem os mobiliários escolares são NBR 16671/2018, a qual estabelece os requisitos mínimos dimensionais, de ergonomia, estabilidade, resistência, durabilidade e segurança referente as cadeiras escolares com superfície de trabalho acoplada, frontal e lateral, para ambientes de ensino, não sendo aplicada para pessoas obesas. E a NBR 14006/2008, que define o dimensionamento de mesas e cadeiras para conjunto aluno individual, divididas por faixas de estatura dos estudantes, estabelecendo sete dimensões de mesas e cadeiras.

As perturbações no conforto térmico são acompanhadas de alterações funcionais que atingem todo o organismo (DUL; WEERDMEESTER, 2000). Por outro lado, a iluminação da sala de aula é outro ponto importante no rendimento do aluno e deve ser uniformemente distribuída e difusa. A iluminação geral ou suplementar deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos (OLIVEIRA, 2001). Com relação aos ruídos, quando são muito intensos ou constantes tendem a produzir aumento da sensação de cansaço e de desgaste. Nem todas as salas de aula são planejadas para isolar o ruído externo, seja dos pátios da instituição de ensino, quanto do entorno, contribuindo para a elevação da voz do docente em suas aulas, e em consequência um desgaste maior deste (KOWALTOWSKI, 2008).

No tocante aos professores, os problemas de saúde ocupacionais enfrentados vêm da necessidade de permanecer em pé durante toda a aula, escrever na lousa, corrigir caderno na carteira do aluno na posição em pé com inclinação do tronco, apagar a lousa, entregar livros, cadernos e outros materiais didáticos aos alunos ou levá-los para casa, retirar e carregar grandes quantidades de materiais do armário e segurar livro ou caderno em uma mão, enquanto escreve na lousa com a outra (PANZIERI, 2004).

Nesse sentido, a ergonomia também pode contribuir no campo educacional, de maneira a considerar a dinâmica do ambiente com todos os sujeitos que nele atuam: em particular, os docentes e discentes. Isso porque, o ambiente de sala de aula ajustável ergonomicamente propicia uma maior eficácia na transmissão de conhecimentos do professor ao alunado, contribuindo assim com os procedimentos de ensino-aprendizagem (Wilhelm & Merino, 2006).

Assim, investigou-se a adequação dos aspectos ergonômicos aos mobiliários escolares e a postura como forma de maximizar o processo de ensino-aprendizagem no espaço escolar.

Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido na Escola Estadual Getúlio Vargas tendo como público alvo alunos matriculados no 3º bimestre de 2019, precisamente, do 8º ano pertencente ao ensino fundamental, totalizando 32 (trinta e dois) alunos e a professora de Ciências da referida turma.

Para tanto, foi utilizado um checklist/questionário composto por questões fechadas e abertas sendo possível a realização de comentários ao final. Por conseguinte, foram obtidos os valores reais de peso, altura, cintura e envergadura dos alunos. Visto que os dados antropométricos definem as medições de tamanho, peso e proporção do corpo humano aplicáveis a um correto dimensionamento de projetos de produtos, equipamentos e postos de trabalho (PEQUINI, 2005). As posturas no espaço escolar foram registradas com a utilização de uma máquina digital fotográfica da marca sony.

A ferramenta ergonômica RULA (Rapid upper Limb Assessmet/Avaliador rápido de membro superior) (MCATAMNEY E CORLETT, 1993) foi utilizada para a análise do lado mais crítico, ou seja, o lado que realiza movimentos que potencializam lesões por esforços repetitivos (LER) e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT). Para

realizar esta avaliação foi utilizado o software RULApp desenvolvido por André Bonetto sob orientação de Nádia Souza (2018). O software Kinovea desenvolvido por Charmant (2004) também foi utilizado com o objetivo de obter mais precisamente os ângulos e desenvolver no excel a mesma ferramenta (RULA) para corroboração do diagnóstico do software RULApp.

Por fim, no ambiente escolar, foi realizada a mensuração dos mobiliários escolares referente à adequação ergonômica, tendo como base a NBR 16671/2018 enriquecendo-se com aspectos da Norma regulamentadora 17 (NR 17) (MTE, 2009).

Resultados e discussões

No ambiente escolar foram observados apenas 3 (três) cadeiras visualmente e dimensionalmente distintas (Figura 1), e as mesmas segundo a NBR 16671/2018 deveriam seguir a superfície de trabalho lateral, cujo padrão dimensional é o 5 (cinco), tendo faixas de estatura de no mínimo 1,46 m e máximo 1,76 m. Entretanto, as cadeiras (A, B e C) apresentaram irregularidade na largura mínima da área útil da superfície de trabalho (b_1); no raio de curvatura do encosto (r_2) e no raio mínimo de curvatura dos cantos (r_5). Apenas a cadeira B apresentou irregularidade na altura da superfície de trabalho (h_1) e as cadeiras B e C apresentaram irregularidades no raio de curvatura da borda frontal do assento (r_1), apresentando um valor inferior (Tabela 2). A adequação desses parâmetros a norma reflete diretamente na postura adotada em sala de aula (REIS *et al.*, 2005) podendo estimular a dispersão e a falta de atenção (OLIVEIRA, 2011).

Figura 1. Cadeiras da escola e suas respectivas irregularidades com base na NBR/14006.



Fonte: Arquivo de imagem dos autores (2019).

A Tabela 1 apresenta os parâmetros ergométricos dos alunos do 8º ano pertencentes à Escola Getúlio Vargas contendo média, mínimo, máximo e desvio padrão dos valores ergométricos. A partir dos dados obtidos, observa-se que as faixas de estatura variam de 1,44m (mínima) e 1,76m (máxima). Esses dados foram posteriormente utilizados como norteadores quanto à adequação dos parâmetros ergonômicos dos mobiliários escolares.

Tabela 1. Valores dos parâmetros ergométricos obtidos

	Peso (kg)	Altura (cm)	Cintura (cm)	Envergadura (cm)
Média	56,21	160,75	67,63	163,15
Mínimo	38,40	144,00	55,20	142,00
Máximo	87,90	176,80	92,50	179,20
Desvio padrão	12,65	7,17	9,99	8,71

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Na Tabela 2 é possível observar os dados dos parâmetros estabelecidos pela NBR 16671/2018 e as medidas realizadas nas cadeiras existentes na sala de aula.

Tabela 2. Dados demonstrativos dos parâmetros estabelecidos pela NBR 16671/2018, cujo padrão dimensional é o 5 bem como os medidos nas cadeiras existentes nas salas de aula.

Parâmetros	Padrão Dimensional 5 NBR 16671/2018	Valor medido (cadeira A)	Valor medido (cadeira B)	Valor medido (cadeira C)
a - distância funcional da superfície de trabalho (± 20)	23 cm	36 cm	34 cm	38 cm
b ₁ - largura mínima da área útil da superfície de trabalho	42 cm	27 cm	27 cm	32 cm
b ₃ - largura mínima do assento	36 cm	45 cm	40 cm	46 cm
b ₄ - largura mínima do encosto	30 cm	44 cm	40 cm	46 cm
c ₁ - curso mínimo de deslocamento da superfície de trabalho	10 cm	20 cm	20 cm	17 cm
d ₁ - diâmetro mínimo para movimentação do abdômen	NA	NA	NA	NA
d ₂ - afastamento longitudinal da área útil	NA	NA	NA	NA
d ₃ - afastamento lateral da área útil	NA	NA	NA	NA
e ₁ - distância mínima entre apoia braços	NA	NA	NA	NA
e ₂ - comprimento mínimo do apoia braço independente	NA	NA	NA	NA
e ₃ - largura mínima do apoia braços	NA	NA	NA	NA
F ₁ - deslocamento auxiliar para medições no assento	8, 4 cm	12 cm	9 cm	13 cm
h ₁ - altura da superfície de trabalho (± 10)	68 cm	70 cm	63 cm	69 cm
h ₂ - altura mínima para movimentação das coxas	18 cm	25 cm	23,5 cm	24 cm
h ₃ - altura mínima para a movimentação dos joelhos	55 cm	70 cm	73 cm	70 cm
h ₄ - altura do ponto S (tolerância – 30 a + 20)	20 cm	19 cm	21 cm	18 cm
h ₅ - extensão vertical mínima do encosto	10 cm	31 cm	19 cm	31 cm
h ₆ - altura do assento (± 10)	43 cm	45 cm	43 cm	45 cm
r ₁ - raio de curvatura da borda frontal do assento	3 a 9 cm	3 cm	2 cm	2,6 cm
r ₂ - raio de curvatura do encosto	40 a 90 cm	23 cm	20 cm	23 cm
r ₃ - raio mínimo de curvatura da borda de contato com o usuário	2,5	3 cm	3 cm	2, 5 cm
r ₅ - raio mínimo de curvatura dos cantos	2 cm	1 cm	1 cm	1 cm
t ₁ - profundidade mínima da área útil da superfície de trabalho	29, 7 cm	35 cm	35 cm	36 cm
t ₂ - profundidade mínima para movimentação dos joelhos	21 cm	45 cm	40 cm	45 cm
t ₃ - profundidade mínima para movimentação dos pés	28 cm	47 cm	40 cm	51 cm
t ₄ – profundidade útil do assento (± 20)	38 cm	49 cm	44 cm	51 cm
t ₅ - profundidade da superfície do assento	Até 3 cm menor que t ₄ real	48 cm	47 cm	47 cm

W_1 (+ 20 ou -15)	NA	NA	NA	NA
W_2 (± 15)	NA	NA	NA	NA
W_3 (± 15)	NA	NA	NA	NA
γ - ângulo de inclinação longitudinal da superfície de trabalho	0° a 10°	6°	6°	6°
μ - ângulo de rotação horizontal da área útil	NA	NA	NA	NA

Legenda: NA não aplicável

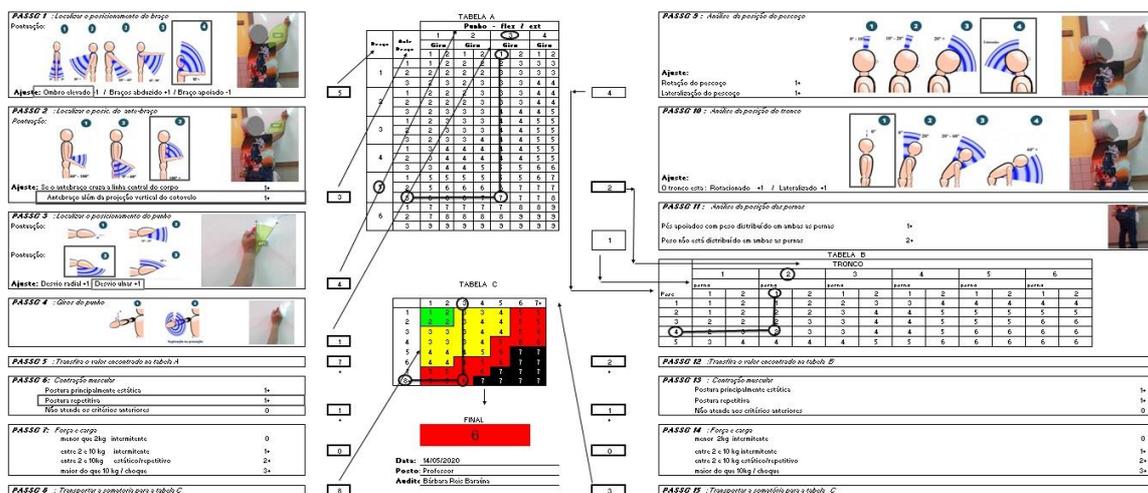
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Ferramenta ergonômica para análise da postura do docente

Dentre as atividades rotineiras observadas a mais frequente em sala de aula durante a jornada de trabalho do docente foi escrever na lousa. Esta posição biomecânica adotada pelos professores induz a permanência do mesmo por muitas horas com o membro superior elevado (trabalho estático) e realiza rotação de tronco concomitante com leve inclinação do pescoço e podendo propiciar a musculatura cervical, escapular e tóraco lombar a desenvolver sintomas osteomusculares (BAU, 2002; MIRANDA, FREITAS, PEREIRA; 2002).

O resultado da análise realizada através do software RULApp foi nível de ação 4, indicando que deve ser introduzida mudança imediata com pontuação final 6 (Figura 2), indicando o nível de ação 3, ratificando a necessidade de investigação com posterior introdução de mudanças.

Figura 2: Avaliação dos membros superiores da postura “escrever na lousa” através do Excel e *software* Kinovea.



esses padrões de iluminação. A NR-17 no que se refere às condições de trabalho no aspecto da iluminação no considera que uma iluminação adequada deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos. A professora de ciências considerou que a iluminação do seu ambiente de trabalho é adequada e que a iluminação da sala de aula possibilita sombras e contrastes excessivo. Dessa forma, percebe-se que até a professora não compreende o significado de condições de uma iluminação adequada. A Figura 3 mostra a proposta implantada pela escola em todas as janelas, cujo propósito está no controle de iluminação solar nas salas de aula. Notou-se que talvez esta proposta seja a responsável pelos dados obtidos.

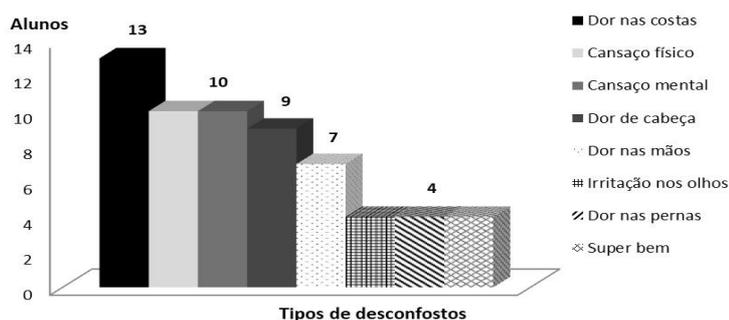
Figura 3: Janela da escola.



Fonte: Arquivo de imagem dos autores (2019).

A Figura 4 apresenta os resultados obtidos quanto aos desconfortos relatados pelos alunos após sua jornada de estudo, sendo importante ressaltar que os discentes poderiam marcar mais de uma alternativa quanto aos desconfortos que sentiam após sua jornada de estudo. Os desconfortos mais significativos identificados em ordem decrescente foram dor nas costas (13 alunos - 21%), cansaço físico (10 alunos - 16%) igualmente com cansaço mental (10 alunos - 16%), dor de cabeça (9 alunos - 15%) e dor nas mãos (7 alunos - 11%). Os menores registros identificados de desconfortos foram relativos à irritação nos olhos e dor nas pernas (em ambos 4 alunos - 7%). As más posturas da coluna vertebral ao sentar são causadoras de dores nas costas, nas regiões cervicais, glúteas e lombares e a pressão mantida por diversas horas sobre ossos em formação irá ocasionar transformações posturais permanentes que irão lhes incomodar para o resto de suas vidas (MORO, 2005). Apenas 4 alunos relataram não sentir algum desconforto após sua jornada de estudo, sentindo-se super bem. Mesmo com tantas normas ainda não existe cadeira ergonômica ideal, pois existem pessoas de todas as alturas, pesos e estrutura óssea, ou seja, para algumas pessoas a cadeira será confortável enquanto que para outras será incômoda. É necessário, para uma ótima utilização da cadeira, que o trabalhador adote uma postura correta ao longo de seu expediente, pois mesmo com uma cadeira apropriada, continuará com dores nas costas, nas pernas e na lombar (SILVA, 2005).

Figura 4: Tipos de desconfortos que os alunos sentem, após a jornada de estudo.



Fonte: Dados de pesquisa (2019).

Considerações finais

Os mobiliários escolares pesquisados apresentaram alguns parâmetros não adequados aos aspectos ergonômicos como a largura mínima da área útil da superfície de trabalho (b_1), raio de curvatura do encosto (r_2), raio mínimo de curvatura dos cantos (r_5); altura da superfície de trabalho (h_1), raio de curvatura da borda frontal do assento (r_1), que podem impossibilitar o processo de ensino-aprendizagem no ambiente escolar.

No que tange a postura “escrever na lousa” observou-se que devem ser introduzidas mudanças imediatamente ou introduzir mudanças no mobiliário para evitar futuros desconfortos, visto que é uma atividade desenvolvida constantemente por todos os professores. Quanto a mudança no mobiliário o aperfeiçoamento de uma lousa digital ou quem sabe versátil, a qual pode se mover respeitando a ergonomia e antropometria do quadro de professores, facilitaria a realização dessa atividade e respeitaria os limites biomecânicos dos docentes, o data show nas salas de aula, por exemplo, já se enquadra como uma nova maneira de ilustrar os conteúdos sem induzir a elevação do membro superior, sendo importante ressaltar que a duração das jornadas e dos intervalos de trabalho são fatores determinantes também.

Agradecimentos e apoios

Agradeço primeiramente a Deus por me manter firme na caminhada com saúde, a minha Instituição de ensino, o Instituto Federal de Educação Ciências e tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, meu orientador e coorientadora por aceitar conduzir este trabalho de pesquisa e a FAPEAM pela concessão de bolsa durante todo meu desenvolvimento acadêmico como PIBIC.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Móveis escolares** - Assentos e mesas para conjunto aluno de instituições educacionais. Norma NBR 14006, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Móveis escolares** – Cadeiras escolares com superfície de trabalho acoplada – Dimensões, requisitos e métodos de ensaio. Norma NBR 16671, 2018.

BAU, L. M. S. *Fisioterapia do Trabalho: Ergonomia - Legislação - Reabilitação*. Curitiba: Clã do Silva. 2002.

DUL, J, WEERDMEESTER; B. *Ergonomia pratica*. São Paulo: Edgard Blucher; 2000.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *et al.* Melhoria do conforto ambiental em edificações escolares na região de Campinas. UNICAMP, Faculdade de Engenharia Civil. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~doris/pt/artigos/con_html/pdf/ENCAC1999_conforto_edificacoes.pdf>. acessado em: 6 outubro 2020.

MCATAMNEY, L. and CORLETT, N. RULA: A Survey Method for the Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders. **Applied Ergonomics**. 1993.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. MTE. **Ergonomia**. NR 17, 2009.

MIRANDA, T. E. C.; FREITAS, V. R. P.; PEREIRA, E. R. Equipamento de apoio para membros superior – Uma nova proposta ergonômica. Rev. **Brasileira de Odontologia**, 59 (5), 338-340. 2002.

MORO, A. R. P. Ergonomia da sala de aula: constrangimentos posturais impostos pelo mobiliário escolar. 2005.

OLIVEIRA, C. M. Ginástica laboral no escritório. 1. ed. São Paulo: Fontoura; 2001.

OLIVEIRA, J. M. *et al.* Ergonomia de carteiras escolares e sua influência no estresse físico de alunos do ensino fundamental. **Estudos em Design**, v. 19, n. 2, 2011, p. 1-15.

PANZIEIRI, A. J. F. Sintomas osteomusculares e qualidade de vida em professores do ensino fundamental. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.

PEQUINI, S. M. Ergonomia aplicada ao designer de produtos: Um estudo de caso sobre design de bicicletas. 1. ed. São Paulo, FAU/USP, 2005.

REIS, P. F.; REIS, D. C.; MORO, A. R. P. **Mobiliário escolar**: antropometria e ergonomia da postura sentada. ISBN; 2005.

SILVA; Andreia de Oliveira. **A ergonomia no ambiente de trabalho**: um estudo de caso na SUPGA/SERPRO. Brasília /DF, junho de 2005.

WILHELM, L.; MERINO, E. A. D. A ergonomia e o trabalho docente: reflexões sobre as contribuições da ergonomia na educação. In: **XXVI ENEGEP**, Anais... Fortaleza, 2006.