

# **Análise ergonômica da carga transportada pelos estudantes no ensino fundamental e médio.**

*Analysis of ergonomic load by students at basic and medium schools*

Adma Jussara Fonseca de Paula<sup>i</sup>

José Carlos Plácido da Silva<sup>ii</sup>

Ana Clara Fernandes Lauer<sup>iii</sup>

Luana de Lima Oliveira<sup>iv</sup>

**Palavras-chaves:** Mochila escolar, Ergonomia, design sustentável.

**Resumo-** Objetivou-se verificar como apropriada ou não a sobrecarga imposta pelo peso da mochila transportada por alunos do ensino fundamental e médio. Participaram deste estudo 214 estudantes. O peso da mochila variou de 2,17 a 26,52% da massa corporal. Os indivíduos de 10-11 anos transportavam carga que excedeu os 10% da massa corporal recomendados na literatura.

**Keywords:** *backpack, ergonomics, sustainable design.*

**Abstract-** *It was observed as appropriate or no the surcharge imposed by the weight of the backpack carried by the students of the basic and medium schools. Participants of this study 214 students. The weight of the backpack ranged from 2,17 to 26,52 of the body mass. The individuals aged 10 to 11 years carried cargo that exceeded the 10% of the body mass by recommendation of the literature.*

## **1-Introdução**

Desde a Revolução Industrial, nós, seres humanos, vimo-nos diante de um paradigma: a incompatibilidade da oferta de recursos naturais frente às demandas crescentes das atividades humanas e aumento exponencial da população mundial. Vive-se a transição de velhos para novos estilos de vida, rumo ao chamado desenvolvimento sustentável (Lepre *et al*, 2009).

O desenvolvimento para ser sustentável requer o equilíbrio entre crescimento econômico, desenvolvimento social e limites de resiliência do planeta, o que exige mudanças radicais nos sistemas sociais atuais para as quais o design é considerado um potente facilitador (Lepre *et al*, 2009).

Diversas ferramentas que apóiam o desenvolvimento de produtos sustentáveis, são adaptadas de outras áreas do conhecimento (Halen *et al*, 2005). A Ergonomia, na atualidade, está sendo considerada um recurso para o desenvolvimento sustentável, visando o bem-estar no trabalho.

Recentemente, a ergonomia tem se interessado cada vez mais pelas atividades de ensino, procurando torná-las mais eficientes. Esse interesse é facilmente justificado, porque é uma atividade que existe no mundo todo e consome boa parcela dos orçamentos governamentais (Vidal, 2002).

A abordagem antecipadora da Ergonomia tem potencial de desenvolvimento e mudança cultural. Especialistas defendem a idéia de que o desenvolvimento sustentável do Brasil depende da mudança cultural e social sobre a ergonomia.

**Anais do**

**2º Simpósio Brasileiro de Design Sustentável (II SBDS)**

Jofre Silva, Mônica Moura & Aguinaldo dos Santos (orgs.)

**Rede Brasil de Design Sustentável – RBDS**

São Paulo | Brasil | 2009

**ISSN 21762384**

O denominado Design Sustentável baseia-se em conceitos e diretrizes, que orientam estratégias nas dimensões: econômica, social e ambiental, de projetos de produtos, sistemas e serviços (Lepre *et al*, 2009). O design ergonômico tem, por princípio, o desenvolvimento de produtos e sistemas tecnológicos caracterizados pela usabilidade, segurança, satisfação e conforto de seus usuários. Sua aplicação é, especialmente, nas áreas de interface entre o objeto e o usuário e, depende de procedimentos metodológicos específicos de avaliação do produto para ser analisado (Lanutti *et al*, 2009). Assim, o design assume uma posição estratégica, com a finalidade de conceber e desenvolver soluções sustentáveis que auxiliem os indivíduos a melhorar seus contextos físicos e sociais de vida.

Entretanto, o progresso e os tempos modernos têm proporcionado à população melhores condições de vida e atividades, porém, em contrapartida, surgem objetos, bens e mobiliários que, criados para dar às pessoas conforto e descanso, tornaram-se incômodos, agredindo a sua estrutura física, convertendo-se em agentes causadores de conseqüências danosas ao corpo humano (Negrinni *et al*, 2002).

A mochila escolar que, aparentemente, foi projetada para trazer facilidade e conforto no percurso do domicílio à escola para conduzir o material escolar, na realidade é abusivamente utilizada e submete crianças e adolescentes a incalculáveis e sérios desvios de postura (Trevisan, 2005). Os indivíduos que utilizam mochilas com design de fixação dorsal ou escapular podem apresentar um conjunto de alterações posturais que desencadeiam prejuízos significativos às estruturas musculoesqueléticas devido ao fato que ajustes posturais e ações compensatórias surgem diante da aplicação de cargas assimétricas (Braccialli, 2000; Brackley *et al*, 2004; Perez, 2002).

Observa-se o aumento de livros e cadernos que as crianças e adolescentes levam à escola em suas mochilas desde o ensino fundamental até o ensino médio, por isso é importante buscar subsídios para explicitar os problemas ocasionados à coluna vertebral, decorrentes de hábitos prejudiciais, postos em prática pelas crianças desde a tenra idade (Sheir-Neiss *et al*, 2003)

Quantificando o peso do material escolar é possível verificar a necessidade de uma intervenção preventiva para impedir ou minimizar as possíveis alterações da postura e estrutura da coluna vertebral das crianças e adolescentes, uma vez que as verbas públicas, sendo mais escassas, devem ser aproveitadas com maior eficiência (Forjuoh *et al*, 2004).

Dentro desta proposta, o delineamento desse estudo fundamentou-se no uso inapropriado da mochila de acordo com dados da literatura e embasado na Lei Promulgada nº 10.759 da Assembléia Legislativa do Estado de Santa Catarina, de 16 de Junho de 1998. Esta lei propõe que o peso do material escolar não pode ultrapassar 5% da massa corporal da criança do pré-escolar e 10% da massa corporal do aluno do ensino fundamental. O presente estudo objetiva verificar e qualificar como apropriada ou não, a sobrecarga imposta pelo peso da mochila transportada por alunos do ensino fundamental e médio de uma Escola Estadual da cidade de Vespasiano, MG.

## **2-Materiais e métodos**

Foram incluídos neste estudo 214 indivíduos de um total de 1334 estudantes, de ambos os gêneros, com variação da idade de 10 a 19 anos, devidamente matriculados e regulares no ano letivo de 2008. Todos os alunos foram convocados por meio de convite verbal e textual. Uma turma de cada série participou do estudo, sendo as mesmas selecionadas por meio de um sorteio aleatório. Os responsáveis pelos indivíduos da amostra assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, que explicava o objetivo e as etapas da pesquisa. Somente os alunos que retornaram com a autorização de seus pais ou responsáveis assinadas participaram da pesquisa. Os dias e horários da coleta respeitaram o critério conveniência.

O material e os equipamentos utilizados para o desenvolvimento deste estudo descritivo e corte transversal foram uma balança digital, da marca Plenna Slim, modelo MEA – 02510, com capacidade de 0 - 150 kg e precisão de 100g; protocolos para o registro dos dados. Estabeleceu-se como critério que os alunos a serem pesados deveriam estar trajando o uniforme de educação física, em posição ortostática no centro da balança, com os braços paralelos ao corpo, descalços, olhar fixado no horizonte, sem se movimentar e sem acessórios que poderiam alterar a massa corporal total.

As medidas de massa corporal e peso do material foram obtidos em única coleta. Tanto o material escolar como os alunos foram pesados na mesma balança. Os dados foram analisados e interpretados através de estatística descritiva para averiguação das médias, desvio padrão (SD) e frequência percentual (%), utilizando o programa SPSS versão 10.00 (SPSS Inc.).

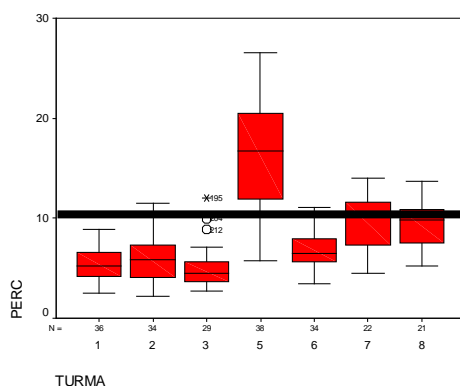
### 3-Resultados

Participaram do estudo 214 estudantes, sendo 110 (51,4%) do gênero feminino e 104 (48,6%) do gênero masculino. As idades variaram de 10 a 19 anos (média  $14,35 \pm 2,19$  SD) e o peso da mochila de 2,17 a 26,52% da massa corporal (média  $8,53 \pm 5,08$  SD).

Foi identificado que os alunos do ensino fundamental transportavam uma carga média ( $11,16\% \pm 5,47$  SD) que excedeu os 10% da massa corporal, enquanto o ensino médio transportava ma carga, em média ( $5,47\% \pm 1,93$  SD) abaixo dos 10% da massa corporal permitido. \_Da população total estudada, 63 indivíduos (29,43%) com idades entre 10 a 19 anos (média  $12,38 \pm 1,82$  SD), transportavam o material escolar acima dos 10% da massa corporal permitido, com carga variando de 10,16 a 26,52% (média  $14,86 \pm 4,80$  SD).

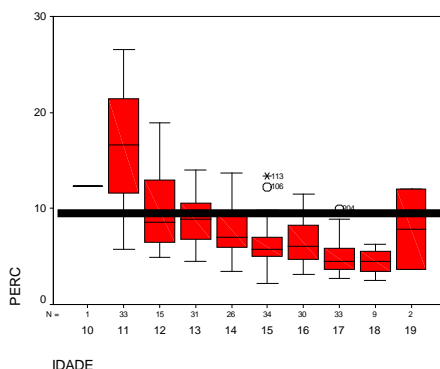
A figura 1 ilustra a análise comparativa da sobrecarga do material escolar transportada por séries.

Figura 1- Relação entre Percentual da Mochila e Turma



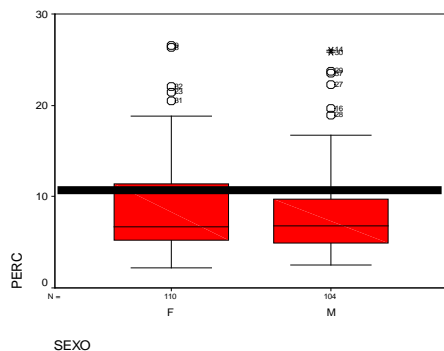
Foi verificado que os indivíduos com idade entre 10 -11 anos tenderam a transportar uma carga que excedeu os 10% da massa corporal. Já os indivíduos da faixa etária entre 12 e 19 anos apresentaram valores médios de carga transportada inferior a 10% do peso corporal (figura 2).

Figura 2- Relação entre Percentual da Mochila e Idade



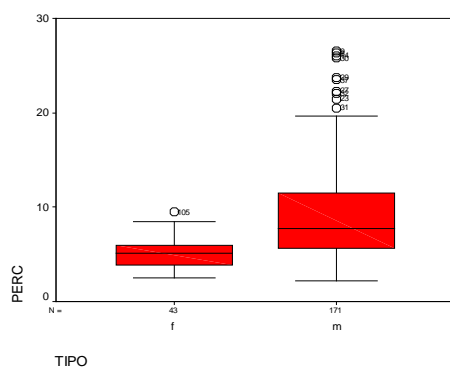
Através da figura 3 observamos que não houve diferença significativa entre os gêneros masculino (média  $8,11\% \pm 5,03$  SD) e feminino (média  $8,92\% \pm 5,12$  SD).

Figura 3 - Relação entre Percentual da Mochila e Sexo



Os objetos escolhidos pelos estudantes para o transporte dos materiais escolares foram fichário e mochila (figura 4)

Figura 4 – Relação do objeto escolhido fichário x mochila de fixação dorsal



Da população representada neste estudo 171 (79,90%) indivíduos utilizavam mochila de fixação dorsal como forma de transporte do material escolar e 43 (20,10%) utilizavam somente o fichário como forma de transporte. Nota-se que o tipo de objeto escolhido esteve associado ao percentual da carga transportada já que os valores médios aproximados a 10% estiveram relacionados à presença da mochila e fixação dorsal. De outro modo, o uso do fichário esteve associado a valores médios de percentual da carga transportada inferior ou igual a 5% do peso corporal.

#### 4- Discussão

Alguns dados extraídos do dia-a-dia e da literatura ortopédica em geral mostram que a fase de crescimento da criança e do pré-adolescente é um período bastante dinâmico, sobrecarregando músculos, ligamentos, tendões e ossos, principalmente na coluna vertebral. Esta sobrecarga será agravada se o indivíduo tiver um excesso de peso em suas costas, porque na fase de crescimento há um estímulo do desenvolvimento global das estruturas. Segundo Forjuoh *et al* (2004), O valor de 5% e 10% da massa corporal é justificado como massa limítrofe a ser transportada por estudantes do ensino fundamental e médio. No presente estudo 63 (29,43%) estudantes utilizava mochilas que pesavam em média 14,86% da massa corporal. Nossos achados corroboram parcialmente com os de Negrini *et al* (1999), que encontraram uma carga média diária transportada por estudantes italianos durante a semana maior do que 30% do peso corporal em 34,8% de um grupo de 237 estudantes.

Whitfield *et al* (2005), observaram a prevalência de sintomas musculoesqueléticos devido ao uso da mochila em 140 estudantes com idade média de 13-17 anos em cinco escolas da Nova Zelândia, onde o peso da mochila variou de 10,3 a 13,2% do peso corporal. Os sintomas musculoesqueléticos foram relatados por 71% dos estudantes. Apesar dos achados serem de

origem multifatorial, carregar mochilas com excesso de carga, parece ser um fator contribuinte e representa acréscimo ao estresse físico na coluna para estes estudantes. Em particular mochilas com sobrecarga podem contribuir para um aumento constante da pressão nas articulações e ligamentos, iniciando um processo lesivo na coluna vertebral (Grimmer *et al*, 2002).

Observamos que os indivíduos com menor idade tenderam a transportar maior carga em comparação com os de maior idade. Quanto menor a idade maior a chance de desenvolver alterações posturais. Estes dados confirmam os achados de Grimmer *et al* (2002) e De Vitta *et al* (2003). Em nosso estudo foi verificado que não houve diferença significativa do gênero masculino em relação ao feminino em transportar uma carga excedendo 10% da massa corporal, diferentemente do estudo realizado por, Kennedy *et al*(1999), Salate (2003) e Rebellato *et al* (1991) que constataram a predominância do gênero masculino em transportar carga excessiva. Não foram encontrados dados que justificam essa predominância.

Os indivíduos que utilizavam a mochila de fixação dorsal como forma de transportarem o material escolar tenderam a transportar uma carga próxima dos 10% da massa corporal permitido. Rebellato *et al* (1991), em seu estudo verificaram, também, que as crianças que transportam o material escolar com o uso de mochilas com fixação dorsal realizam flexão anterior de tronco com aumento da demanda da musculatura lombar e do nível de compressão intradiscal em L5-S1 e aquelas que usam mochilas de fixação escapular realizam inclinação lateral de tronco com menor compressão intradiscal se comparada as de fixação dorsal. No entanto, ambas podem determinar algias por alterações metabólicas e tensionais dos músculos da coluna vertebral. Em nosso estudo foi observada uma diferença significativa na forma de transporte do material escolar. 79,90% dos estudantes utilizavam a mochila com fixação dorsal e 20,10% utilizavam somente fichário.

Grandjean (2005) relatou que os estudantes que carregavam o material escolar em uma das mãos têm um gasto de energia superior a duas vezes aqueles que carregam a pasta nas costas. Este aumento de consumo de energia deve ser atribuído ao trabalho estático nos braços, ombros e tronco.

Segundo Noone *et al* (1993), o transporte de uma carga externa assimétrica, durante um tempo significativo, por crianças e pré-adolescentes, seria um dos fatores contribuintes do aparecimento de curvas escolióticas. Vários autores sugerem que para prevenção de possíveis alterações estruturais da coluna vertebral causada pelo excesso de carga, as crianças não devem transportar em suas mochilas peso superior a 10% da massa corporal (Forjuoh *et al*, 2004; Negrini *et al* 1999; Sheir-Neiss, 2003; Whitfield *et al*, 2005).

## **5- Conclusão**

As ferramentas da Ergonomia empregadas ao design sustentável são importantes para orientar os problemas existentes da interface usuário-produto, no caso, as mochilas escolares. Isto contribui para o design de produtos sustentáveis, pois, produtos de difícil interface, inseguros ou que causem desconfortos tendem a ser descartados precocemente, levando a necessidade de substituição por um novo produto, muitas vezes sem levar em consideração os inputs e outputs da nova criação, além dos impactos gerados pelo fim do ciclo de vida. Produtos confortáveis, adaptáveis e seguros, ao contrário, tendem a ser mais duráveis estendendo seu ciclo de vida e reduzindo seus impactos econômicos, ambientais e sociais.

O presente estudo identificou que o material escolar transportado pela maioria dos alunos do ensino fundamental e médio, da instituição analisada encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pela literatura e Lei nº10.759/98 da Assembléia Legislativa do Estado de Santa Catarina. Todavia, de todos os resultados obtidos há de se preocupar com o fato de os alunos de menor idade (5ª série) transportarem maior carga e o fato de uma porcentagem considerável de estudantes (29,43%) transportar cargas superiores a 10% da massa corporal, o que expõe esses indivíduos a um maior risco de lesões na coluna vertebral.

Esses dados são de grande importância no aspecto preventivo para a população estudada, assim como para outras da mesma faixa etária, a fim de que possam ser assessoradas quanto à abolição desses fatores de risco. Este estudo pode fornecer conhecimentos sobre as

variáveis que podem estar atuando sobre a coluna vertebral das crianças em idade escolar, possibilitando futuros estudos e ampliando a atuação do design ergonômico nessa área.

## 6- Referências Bibliográficas:

BRACCIALLI, L. M. P.; VILARTA, R. (2000). Aspectos a serem considerados na elaboração de programa de prevenção e orientação de problemas posturais. *Rev. Paul. Educ. Fís.*, V.14, nº1, p16-28.

BRACKLEY, H. M.; STEVENSON, M. (2004). Are children's backpack weight limits enough? A critical review of the relevant literature. *Spine*, v. 39, nº19, p. 2184-2190.

DE VITTA, A.; MADRIGAL, C.; SALES, V. S. (2003). Peso Corporal e peso do material escolar transportado por crianças em idade escolar. *Fisioterapia em Movimento*, Curitiba, V.16, nº 2, p. 55-60.

FORJUOH, S.N.; SCHUCHMANN J.Á.; LANE, B.L. (2004). "Correlates of heavy backpack use by elementary school children", *Health*, nº 118, p.532-535.

GRANDJEAN, E; KROEMER, K.H.E. (2005). *Manual de Ergonomia Adaptando o trabalho ao Homem*. 5ª ed. Artmed, SP.

GRIMMER, K. A.; WILLIAMS, M. T.; GILL, T. K. (1999). The associations between adolescent head-on-neck posture, backpack weight, and anthropometric features. *Spine*, V.24, nº21, p. 2262-2267.

GRIMMER, K.; DANSIE, B.; MILANESE, S.; PIRUNSAN, U.; TROTT, P. (2002) Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomised controlled experimental study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, V.3, nº10.

HALEN, C.V.; VEZZOLI, C.; WIMMER, R. (2005). Methodology for Product Service System Innovation: How to implement clean, clever and competitive strategies in European industries. *Royal Van Gorcum: Assen*.

KENNEDY, L., LAWLOR, F. ET AL. (1999). An investigation of the effects of schoolbag carriage on trunk angle. *Physiotherapy Ireland*. nº20.

LEPRE, P.R.; OKIMOTO, M. L.L.; SANTOS, A. (2009). A importância da Ergonomia e Usabilidade no paradigma da sustentabilidade e de suas ferramentas para o design sustentável. 9º *ERGODESIGN. ANAIS*. Curitiba. Setembro.

LANUTTI, J.N.L.; PASCHOARELLI, L.C.; POUSSEP, S.; SILVA, D.C. (2009) Análise da percepção de uso de assentos ícones na história do design: uma abordagem do Design Ergonômico. 9º *ERGODESIGN. ANAIS*. Curitiba. Setembro.

MORASTONI, Volnei. *Lei Promulgada nº10.759*. Assembléia Legislativa do Estado de Santa Catarina, 16/06/1998.

MOTA, B. C; LINK, D. M; TEIXEIRA, J. S.; ESTRÁZULAS, J. A. *Oliveira, L. G.* (2002). Análise cinemática do andar de crianças transportando mochilas. *Brazilian Journal of Biomechanics*. Ano 3, nº 4.

MUNHOZ, M. P. (1995). *Estudo das adaptações posturais momentâneas decorrentes da aplicação progressiva de sobrecarga unilateral*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NEGRINI, S.; CARABALONA, R. A. (2002). Backpacks on! schoolchildren's Perceptions of Load, Associations with Back Pain and Factors Determining the Load. *Spine*, v.27, nº.2.

NEGRINI, S; CARABALONA, R; SIBILLA, P. (1999). *Backpacks as daily load schoolchildren*. *Lancet*, V. 4, nº354, p.91-94.

NOONE, G.; MAZUMDAR, J.; GHISTA, D. N.; TANSLEY, G. D. (1993). Asymmetrical loads and lateral bending of the human spine. *Med & Biol Eng Comput*, v. 31, p.131-136.

PEREZ, VIDAL. (2002). *A influência do mobiliário e da mochila escolares nos distúrbios músculo-esqueléticos em crianças e adolescentes*. Dissertação (Mestrado) - UFSC Florianópolis.

REBELATTO, J. R.; CALDAS, M. A. J.; DE VITTA.( 1991). A influência do transporte do Material posturais em estudantes escolar sobre a ocorrência de desvios. *Rev. Bras. Ortop*, v. 26, nº.11 p. 403-410.

SALATE, A. C. B.( 2003). Mensuração da gibosidade em escoliose. *Fisioterapia Brasil*;V. 4 nº5,p. 360-63.

SHEIR-NEISS, G. J. (2003).The association of backpack use and back pain in adolescents. *Spine*, v. 28, p. 922-30.

WHITFIELD, J; LEGG, S. J; HEDDERLEY, D. I. (2005).Schoolbag weight and musculoskeletal symptoms in New Zealand secondary schools. *Appl Ergon*; V.36, nº2, p. 193-198.

---

<sup>i</sup> Mestranda -PPGDI-FAAC-UNESP-Brasil<[fisiofonseca@gmail.com](mailto:fisiofonseca@gmail.com)>

<sup>ii</sup> Livre Docente em Ergonomia -PPGDI-FAAC-UNESP-Brasil< [placido@faac.unesp.br](mailto:placido@faac.unesp.br)>

<sup>iii</sup> Mestranda- PPGDI-FAAC-UNESP-Brasil<[anaclaralauar@bol.com.br](mailto:anaclaralauar@bol.com.br)>

<sup>iv</sup> FUMEC-Brasil<[limaluanna@yahoo.com.br](mailto:limaluanna@yahoo.com.br)>