

## A INFLUÊNCIA DA CARGA IMPOSTA PELA MOCHILA ESCOLAR EM ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA ESTUDOS ERGONÔMICOS

Adma Jussara Fonseca de Paula<sup>1</sup>

José Carlos Plácido da Silva<sup>2</sup>

### Resumo

Este estudo transversal teve por objetivo avaliar a carga transportada por estudantes do ensino fundamental e médio de escolas estaduais de Vespasiano/MG, e quantificar o percentual estabelecido entre peso da mochila e massa corporal que estes jovens transportam diariamente. Participaram deste estudo 916 estudantes de ambos os gêneros. A idade variou de 10-19 anos. 541 estudantes (59,06%) carregavam mochila com a carga variando de 10,02 a 33,43% de sua massa corporal. Os alunos com menor idade, estudantes do gênero feminino e aqueles que optaram pelo modelo de mochila com design de fixação dorsal tenderam a transportar uma carga superior aos 10% de sua massa corporal. 224 (24,45%) alunos relataram queixa de dores nas costas e ombros. Concluiu-se que a carga transportada é inadequada, sob o ponto de vista biomecânico e ergonômico, principalmente para os indivíduos mais jovens e do gênero feminino, uma vez que os mesmos encontram-se em fase de crescimento, e esta sobrecarga os expõe a um maior risco de lesões na coluna vertebral, com conseqüente repercussão na vida adulta.

Palavras-chave: mochila escolar; design; ergonomia; postura.

### Abstract

This cross-sectional study aimed to evaluate the load carried by students in primary and secondary schools, state Vespasian / MG, and quantify the percentage established between backpack weight and body mass of these young people carry every day. The study included 916 students of both genders. Ages ranged from 10-19 years. 541 students (59.06%) carried the load backpack ranging from 10.02 to 33.43% of his body mass. Students with younger age, female students and those who opted for the backpack model designed dorsal attachment tended to carry a load higher than 10% of his body weight. 224 (24.45%) students complain of back pain and shoulder. It was concluded that the cargo is inadequate from the point of view of biomechanics and ergonomics, especially for younger individuals and females, since they are in growth phase, and this exposes them to an overhead increased risk of spinal injuries, with consequent repercussions in adulthood.

**Keywords:** school backpack; design; ergonomics; posture.

<sup>1</sup> Mestranda – FAAC – UNESP, [fisiofonseca@gmail.com](mailto:fisiofonseca@gmail.com)

<sup>2</sup> Professor Doutor, Departamento de Artes e Representação Gráfica - FAAC – UNESP, [placido@faac.unesp.br](mailto:placido@faac.unesp.br)

## 1. Introdução

A comunidade científica de ergonomia, recentemente, tem sido alertada sobre o problema da carga transportada nas mochilas escolares pelos jovens. Nos estudos desenvolvidos pela ergonomia, antropometria e biomecânica é que se fundamentam as discussões a respeito da complexidade das tarefas na sala de aula e a interação dos alunos com o transporte do material escolar.

Esses alunos, na quase totalidade, cumprem rotina diária de transporte do material didático durante o período escolar, que compreende as fases do ensino fundamental e médio, e nessa rotina, a mochila é o meio mais utilizado para carregar o material.

Contraditoriamente, a mesma mochila que, aparentemente, foi projetada para trazer facilidade e conforto no percurso do domicílio à escola, pode submeter crianças e adolescentes a incalculáveis e sérios desvios de postura. Assim, 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 aos ajustes posturais e às ações compensatórias que surgem diante da aplicação de cargas assimétricas (JONES *et al.*, 2003).

Os desvios posturais têm sido considerados como um problema sério de saúde pública, tendo em vista a sua grande incidência sobre a população, trazendo como consequência, a incapacidade definitiva ou temporária (CARVALHO, 2004; COSTA, *et al.*, 2005; WATSON *et al.*, 2002).

Estudos recentes têm identificado, também, que a carga transportada nas mochilas escolares, pode ser um fator de risco para o aparecimento de dores nas costas, em crianças e adolescentes, e que esse sintoma pode perdurar pela vida adulta (HAZEL, 2009; HESTBAEK *et al.*, 2006; MILANESE; GRIMMER, 2010).

É importante notar ainda que, do nascimento até os 20 anos, principalmente entre os sete e quatorze anos, é que as deformidades ósseas se desenvolvem, sendo essa faixa etária um momento propício para correções posturais, já que a estrutura óssea se torna mais rígida à medida que a idade cronológica aumenta (NARDI *et al.*, 2000; NORDIN *et al.*, 2003). Assim, sendo o transporte do material didático uma rotina diária, que se repete durante anos consecutivos, cuidados especiais são necessários para evitar desvios posturais que podem se instalar a médio e longo prazo.

Essa é uma preocupação mundial e que tem levado pesquisadores do mundo a desenvolverem estudos na tentativa de justificar que carga pode ser sustentada pelos jovens, no intuito de se evitar alterações tanto na postura quanto no padrão de marcha. Quando a carga da mochila é superior à capacidade de sustentação dos grupos musculares, ocorre sobrecarga, o que reflete na coluna vertebral, gerando dores, alterações estruturais ou disfunção da mesma (NEGRINI, S; NEGRINI, A, 2007).

Pau Massimiliano e Pau Marco (2010) avaliaram as modificações nos parâmetros de marcha e de oscilação do centro de gravidade com o transporte de mochilas em 447 crianças italianas, com idade entre seis e dez anos. Os resultados mostram um aumento significativo da carga transportada e oscilações do centro de gravidade ântero-posterior e médio-lateral. Essas alterações sugerem que o transporte de mochila escolar origina deficiência no equilíbrio e, portanto, pode aumentar, potencialmente, o risco de quedas em crianças e adolescentes.

Especial atenção tem sido dada quando o peso é superior a 15% da massa corporal da criança. Segundo a Italian Backpack Study (Apud NEGRINI *et al.*, 1999), na Itália os estudantes carregam mochilas com 22% de sua massa corpórea, sendo que 34,8% deles carregam mochilas com peso correspondente à 30% de sua massa corporal, pelo menos uma vez na semana, excedendo até mesmo os limites propostos para adultos.

Ramprasad *et al.* (2010) realizaram um estudo transversal com estudantes indianos, com idade de 12 e 13 anos, para determinar alterações posturais com o uso da mochila escolar com cargas de 5, 10, 15, 20 e 25% da massa corporal dos indivíduos. Eles concluíram que ao transportar mochila escolar com carga de 15% da massa corporal ocorrem mudanças significativas nos ângulos da cabeça, pescoço, tronco, membros inferiores e, conseqüentemente, afeta a postura de um modo geral.

Vários pesquisadores estimam que o peso máximo do material escolar transportado, diariamente, nas mochilas escolares, deveria ser de até 10% da massa corporal, pois, o tempo gasto carregando a mochila, bem como o peso da mesma são fatores importantes que favorecem o aparecimento de desvios posturais e dores nas costas. Dentre esses investigadores podemos citar Brackley e Stevenson (2004), pesquisadores canadenses, Cottalorda *et al.* (2004), franceses, Hestbaek *et al.* (2006), dinamarqueses, Mackenzie *et al.* (2003), americanos e Negrini S. e Negrini A. (2007), pesquisadores italianos. Todos eles concordam que existe uma associação de dores nas costas e peso da mochila escolar, principalmente quando este ultrapassa 10% da massa corporal dos estudantes.

Hazel (2009) realizou uma revisão da literatura publicada entre 2003 e 2007, que retratava pesquisas referidas especificamente ao tema peso da mochila escolar, em crianças e adolescentes até 18 anos, dores nas costas e carga máxima de segurança para a população estudada. De acordo com o autor, os casos de algias da coluna vertebral, principalmente na região lombar, vêm crescendo, exponencialmente, entre crianças e adolescentes do mundo todo e, na última década, cerca de 38 jornais têm publicado artigos de pesquisa relacionados às conseqüências do uso da mochila.

O autor relata, ainda, que várias pesquisas têm demonstrado que grande parte dos casos de desvios posturais e dores nas costas, em adultos, têm sua origem na infância, pela adoção de posturas incorretas, inadequação do mobiliário escolar e especialmente excesso de peso que as crianças são obrigadas a carregar nas mochilas escolares.

É importante lembrar, ainda, que a cifose e a escoliose têm uma evolução silenciosa, isentas de dor, e, por isso, a procura ativa por diagnóstico precoce e fatores de risco, como medida preventiva, é fundamental. Na idade de 11 a 14 anos, tais deformidades evoluem com grande rapidez, acompanhando a fase de estirão de crescimento, associada ao surgimento dos hormônios sexuais. Porém, é somente na fase adulta que uma boa parcela dos indivíduos toma conhecimento e consciência de tal problema, quando pouco se pode fazer para reverter tal quadro (VILARINHO, 2002; WALKER, 2000).

A vigilância de pais e professores é de especial importância na correção, a tempo, desses desvios, a fim de se evitar a evolução do problema e, conseqüentemente, o aparecimento de deformidades irreversíveis. Conhecer a relação entre massa corpórea e carga das mochilas, bem como quantificar o peso do material transportado, permitirá

identificar fatores de risco para desvios posturais e complicações futuras. A detecção desses fatores contribuintes para alterações posturais em fase inicial poderá resultar em prevenção de anormalidades estéticas perceptíveis, dores e complicações cardiopulmonar e neuromuscular, além de menor custo final de tratamento (PENHA *et al.*, 2005; SALATE, 2003).

No Brasil poucas são as referências sobre o valor da carga a ser transportada através de mochilas escolares, sem prejuízo para a saúde das crianças. Devido à relevância do tema tem sido dada ênfase à redução do peso da mochila escolar, mediante providências de caráter preventivo, em âmbito educacional: organização da estrutura curricular de forma a reduzir o material de uso diário, disposição de armários e promulgação de leis estaduais e municipais com normatização do peso máximo de transporte de material escolar, tudo isso a fim de se contribuir para a melhoria da saúde coletiva e individual.

Portanto, a presente pesquisa pretende avaliar a carga transportada por estudantes do ensino fundamental e médio de escolas estaduais de Vespasiano/MG e quantificar o percentual estabelecido entre peso da mochila e massa corporal que estes jovens transportam diariamente. O peso da mochila excedendo 10% da massa corporal torna-se um tema relevante para investigação já que é pouco pesquisado na literatura brasileira.

## **2. Objetivo**

Dentro da proposta apresentada e levando em conta os problemas relacionados ao uso da mochila escolar, o delineamento deste estudo consistirá em quantificar o peso absoluto do material escolar transportado nas mochilas escolares, relacionando-o à massa corpórea de estudantes do ensino fundamental e médio de instituições estaduais da cidade de Vespasiano/MG.

## **3. Materiais e Métodos**

### **3.1. Aspectos Éticos**

Tendo em vista que o presente estudo envolve coleta de dados com seres humanos, ainda que de modo não invasivo, foram contemplados os procedimentos descritos pelo Conselho Nacional de Saúde, sob resolução 196-1996 (BRASIL, 1996) e na norma de Deontologia ERG BR 1002 (ABERGO, 2002). O projeto foi aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Sagrado Coração/Bauru (SP), protocolo n.099/10, de 02 de Setembro de 2010. As escolas nas quais foram realizadas as análises receberam uma carta contendo os objetivos da pesquisa. Todos os alunos receberam convite verbal e estavam cientes dos objetivos e propostas desse estudo. Foi entregue aos estudantes um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual foi assinado pelos seus responsáveis legais de maneira livre e espontânea.

### **3.2. Delineamento da amostra**

Vespasiano é um município brasileiro do Estado de Minas Gerais e pertence à Região Metropolitana da capital mineira, Belo Horizonte. O município conta com nove instituições de ensino estadual, 26 municipais e 10 privadas, que ofertam ensino da pré-escola ao nível médio. Conta, também, com duas faculdades de ensino privado e uma escola técnica. Das nove escolas estaduais, distribuídas pelos bairros do município, oito

oferecem o ensino fundamental e médio. Nelas estavam matriculados 8.486 alunos, no ano de 2010. Foram selecionadas por um critério de distribuição geográfica, na área urbana do município, seis destas escolas para participação neste estudo. Em cada escola foi escolhida de forma aleatória, uma turma de cada série do ensino fundamental e médio. Os alunos foram esclarecidos previamente sobre o protocolo de investigação proposto, a adesão ao estudo foi de forma voluntária.

### **3.3. Caracterização dos indivíduos da amostra**

Participaram deste estudo 916 alunos, sendo 610 (66,59%) do ensino fundamental e 306 (33,41%) do ensino médio, de instituições de ensino público estadual da cidade de Vespasiano/MG. A amostra foi constituída por um total de 496 estudantes do gênero feminino (54,15%) e 420 (45,85%) do gênero masculino. A faixa etária variou de 10 a 19 anos (média  $14,12 \pm 2,11$  SD). A massa corporal variou de 23,40 a 105,50 Kg (média de  $51,42 \pm 12,25$  SD) e o peso da mochila variou de 1,20 Kg a 12,90 Kg (média de  $5,46$  Kg  $\pm 1,71$  SD).

### **3.4. Instrumentos**

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 sócio-demográficos - idade, gênero, peso dos indivíduos, peso do material escolar, queixa e local de dor, visita ao médico, etc., conforme apêndice C.

### **3.5. Procedimentos**

Inicialmente, procedeu-se ao sorteio das escolas, seguindo-se os contatos com as respectivas diretoras das instituições sorteadas, a quem foram apresentados e explicados os objetivos da pesquisa. Foi realizado sorteio de uma turma de cada série. Os alunos das séries sorteadas foram convidados a participar do estudo e foi enviado aos responsáveis o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para que eles autorizassem os escolares a participarem da análise. Somente os alunos que retornaram com as autorizações de seus pais ou responsáveis, assinadas, participaram da pesquisa. A autorização dos responsáveis foi critério de inclusão.

Estabeleceu-se como critério que os alunos a serem pesados deveriam estar trajando o uniforme de educação física, bermuda ou calça de tãel e camiseta, em posição ortostática no centro da balança, com os braços paralelos ao corpo, descalços, olhar fixado no horizonte, sem se movimentar e sem acessórios (relógio, carteira, celular, etc.), que pudessem alterar a massa corporal total (Figura 1). Tanto o material escolar quanto os alunos foram pesados na mesma balança. Foi determinado que os alunos levassem todo o seu material para a biblioteca e saíssem em grupos de oito indivíduos, para não interferir na rotina das aulas. Os alunos foram entrevistados sobre a presença de dor, local, tempo de aparecimento do sintoma, se a dor referida tinha relação com o transporte da mochila, visita ao médico, meio de locomoção casa/escola/casa, modelo utilizado para o transporte do material escolar.



Figura 1: Procedimento de pesagem - A. com a mochila – B. sem a mochila

### 3.6. Variáveis investigadas

Idade;

Gênero;

Percentual da carga transportada (peso da mochila/massa corporal X 100);

Tipo de Mochila;

Presença de dores nas costas e/ou ombro;

Visita ao médico (em caso positivo de dor);

Itinerário (a pé ou veículo).

### 3.7. Análise Estatística

Para análise dos dados, foram utilizadas, inicialmente, técnicas de estatística descritiva como a média, o desvio padrão (SD) e a frequência percentual (%) e, posteriormente, foram empregados métodos de estatística inferencial como o teste t-Student, a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey para comparação múltipla. Todos os testes estatísticos foram utilizados considerando-se um nível de significância de 0.05. Os dados foram analisados usando-se o programa SPSS para o Windows na versão 10.00 (SPSS Inc.).

## 4. Resultados

Os gráficos, abaixo, de modelo Boxplot, foram gerados pelo programa de estatística SPSS versão 10.00 (SPSS Inc.). Ao utilizá-los, pretendeu-se representar a veracidade dos resultados. Do estudo realizado nas escolas estaduais de Vespasiano, com 610 alunos (66,59%) do ensino fundamental e 306 (33,41%) do ensino médio, acerca do peso transportados pelos mesmos, em suas respectivas mochilas, verificou-se que: 496 (54,15%) pertencem ao gênero feminino e 420 (45,85%), ao gênero masculino. As idades

variaram de 10 a 19 anos (média  $14,12 \pm 2,11$  SD). A massa corporal variou de 23,40 a 105,50 Kg ( média de  $51,42 \pm 12,25$  SD) e o peso absoluto da mochila variou de 1,20 Kg a 12,90 Kg (média de  $5,46 \text{ Kg} \pm 1,71$  SD). (Tabela 1).

**Tabela 1: Análise descritiva das variáveis idade, peso da mochila, massa corporal e percentual do peso da mochila para a população total**

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio-padrão
Idade (anos)	10	19	14,12	14,00	2,10
Peso da mochila (Kg)	1,20	12,90	5,46	5,30	1,71
Massa corporal (kg)	23,40	105,50	51,42	50,35	12,25
N válidos	916				
Perda	0				

A partir desses dados, foi observado que 541 (59,06%) estudantes, com idade entre 10 e 18 anos (média  $13,71 \pm 2,07$  SD), carregavam mochila acima do peso, com carga variando de 10,02 a 33,43 % da massa corporal (média de  $13,84 \pm 3,48$  SD), conforme demonstra a tabela 2.

**Tabela 2: Análise descritiva das variáveis idade e percentual do peso da mochila para população classificada com sobrecarga de material escolar transportado**

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio-padrão
Idade (anos)	10	18	13,71	14,00	2,07
Peso da mochila (%)	10,02	33,43	13,84	12,98	3,48
N válidos	541				
Perda	0				

Do total da amostra, 412 alunos transportam mochilas com carga de 10,02 a 15% de sua massa corporal, 92 carregam mochilas com peso de 16-20% de sua massa, 31 conduzem carga de 21-25% e 6 educandos transportam carga de 26-33% de sua massa corporal. Como se pode observar, na Figura 2, está representado o percentual de mochila por idade do usuário. Observa-se que cerca de 70% dos indivíduos com idade de

10, 11 e 12 anos tenderam a transportar uma carga superior aos 10% de sua massa corporal, enquanto cerca de 50% dos estudantes, de faixa etária entre 13, 14, 15 e 16 anos, apresentaram valores médios de carga transportada acima ou igual a 10% de sua massa corporal. Já os indivíduos com idade de 17 e 18 anos apresentaram valores médios de carga transportada inferior a 10% da massa corporal. Todos os estudantes com 19 anos apresentaram valores médios de carga transportada inferior a 10% da massa corporal (valor de  $p < 0,05$ ;  $p = 0,000$ ).

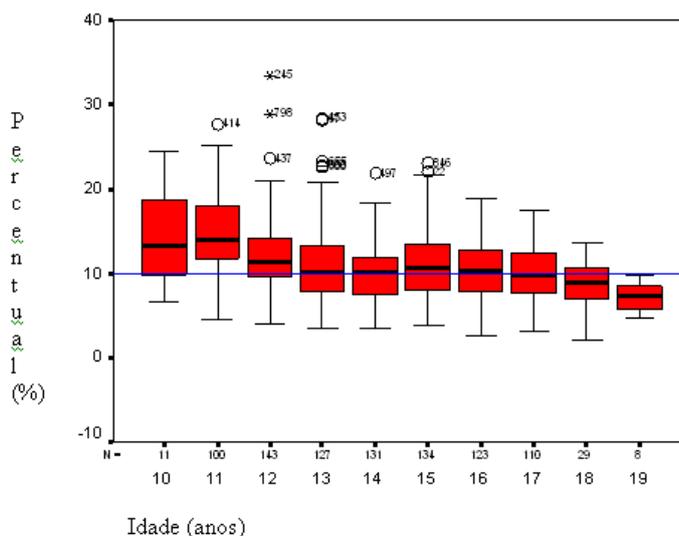


Figura 2: Relação entre percentual da mochila e idade - \*O Valores discrepantes da amostra

A Figura 3 ilustra a comparação do percentual do peso da mochila em relação à massa corporal, separados por gênero, para a amostra total. Comparando-se o percentual em relação ao gênero, observou-se que o percentual médio do peso do material transportado em relação à massa corporal para o gênero feminino é significativamente superior ao do gênero masculino (valor  $p = 0,000$ ).

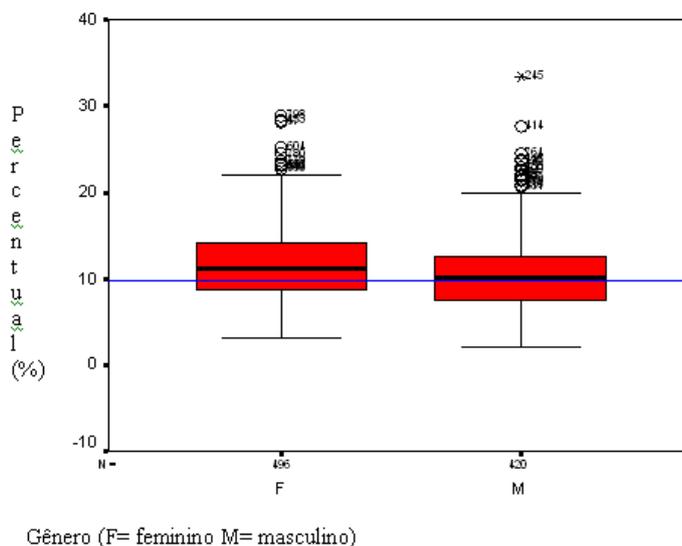
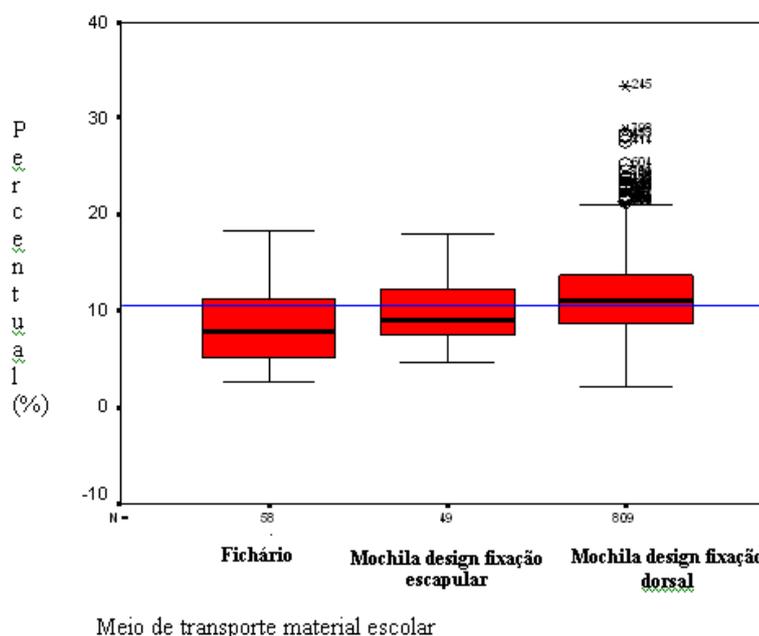


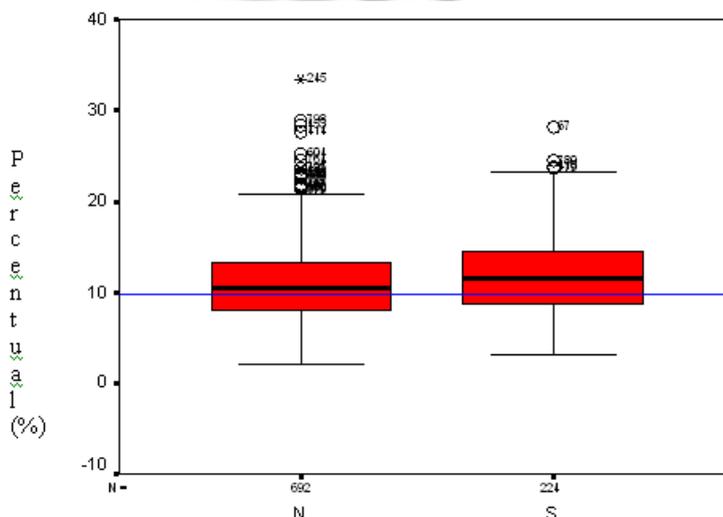
Figura 3: Relação entre percentual da mochila e gênero. \*O - Valores discrepantes da amostra

Conforme documenta a Figura 4, os meios escolhidos pelos estudantes, para o transporte do material escolar, foram sob as formas de fichário, mochilas de fixação dorsal e fixação escapular. Da população avaliada neste estudo, 809 (88,32%) utilizam a mochila com design de fixação dorsal como forma de transporte, 49 (5,35%) usam o modelo de mochila de fixação escapular e 58 (6,33%) fazem uso do fichário para transporte do material escolar. Comparando-se o percentual de peso da mochila em relação ao design da forma de transporte do material didático, observou-se que existe uma diferença estatisticamente significativa ( $p=0,000$ ): o percentual de peso da mochila é significativamente maior entre o modelo de mochila de fixação dorsal quando comparada ao fichário e à mochila escapular ( $p < 0,05$ ).



**Figura 4: Relação entre meio de transporte e percentual da mochila para população total- \*O - Valores discrepantes da amostra**

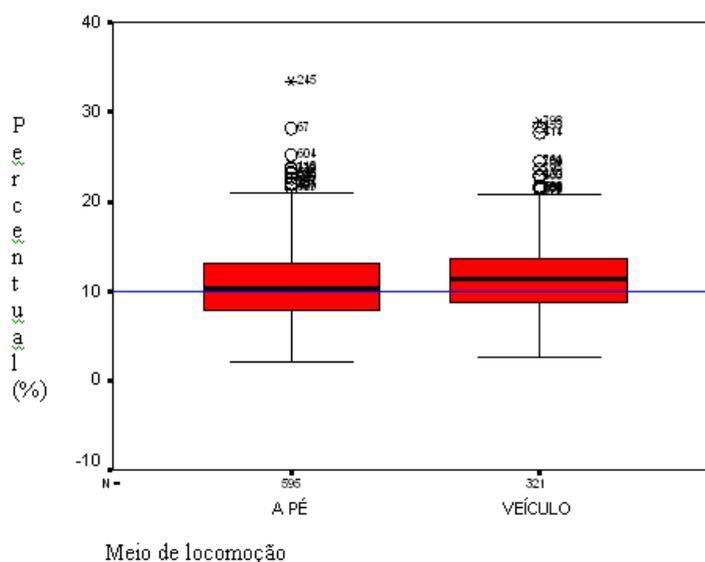
Como se pode observar através da análise do gráfico da Figura 5, da população representada neste estudo, 224 (24,45%) estudantes, com idade de 10 a 19 anos, (média de  $14,22 \pm 2,20$  SD), relataram queixa de dores nas costas e ombros, com mínimo de dois e máximo de 72 meses (média de  $2,66 \pm 6,97$  SD), de aparecimento dos sintomas. Neste contexto, 166 (74,1%) pertencem ao gênero feminino e 58 (25,9%) ao masculino. Ao compararmos a queixa de dores em relação ao gênero, esta foi estatisticamente significativa para o feminino em relação ao masculino ( $p=0,003$ ). Entretanto, comparando-se o percentual da mochila e idade em relação à presença do sintoma de dor, observou-se que não houve significância estatística entre a presença ou ausência de dor ( $p=0,361$ ). Salienta-se, ainda, o fato da maioria dos alunos, apesar de relacionarem estas dores musculares com o transporte das respectivas mochilas, denotarem uma atitude mais ou menos resignada perante essa realidade. Dos estudantes que apresentaram sintoma de dor, somente 11 (4,9%) já realizaram consulta médica em relação à queixa; destes, seis (54,5%) encontravam-se em tratamento preventivo para escoliose.



Queixa de dores nas costas e ombros (N= não, S= sim)

**Figura 5: Relação entre percentual da mochila e queixa de dores nas costas e ombros**  
 \*O - Valores discrepantes da amostra

A Figura 6 documenta o meio de locomoção utilizado pelos estudantes para deslocamento casa/escola/casa: 595 (64,96%) realizam o percurso a pé, enquanto 321 (35,04%) o fazem através de veículos (carro, van ou ônibus). Existe uma relação de magnitude entre itinerário e peso do material escolar. Comparando-se o percentual da mochila em relação ao itinerário utilizado pelos estudantes, observou-se que os alunos que realizam o percurso a pé apresentaram valores médios de carga transportada significativamente superior aos estudantes que utilizam veículos ( $p=0,003$ ). Quando se compara o meio de locomoção em relação à presença de dor observou-se que existe uma diferença estatisticamente significativa ( $p=0,000$ ), pois a queixa de dores, dentre os estudantes que realizam o percurso a pé, é significativamente superior àqueles que o fazem através de veículos.



**Figura 6: Relação entre meio de locomoção e percentual da mochila para população total**  
 \*O - Valores discrepantes da amostra

## 5. Discussão

Mochilas escolares pesadas podem contribuir para alterações posturais constantes e podem desencadear um processo lesivo na coluna vertebral dos estudantes.

A maioria dos estudos biomecânicos sobre o uso de mochilas por crianças tem focalizado o efeito de diferentes cargas, principalmente, nos parâmetros de anteriorização do tronco e marcha. Carvalho (2004) realizou estudo para determinar alterações no padrão cinemático postural em escolares com idade média de 13,9 anos durante o transporte de mochila de fixação dorsal. Ficou evidente que o transporte de carga equivalente a 20% do peso corporal induziu a significativas alterações nos perfis da coluna vertebral, tais como maior inclinação anterior do tronco de 7,3 graus associada a uma rotação dorsal mais pronunciada levando a um risco, mais acentuado, de lesão do aparelho locomotor.

De acordo com o autor, cargas de 20% do peso corporal causaram aumentos mais pronunciados sobre a inclinação anterior do tronco em comparação ao transporte de 10% do peso corporal. Tais mudanças foram atribuídas a uma estratégia para compensar a mudança do centro de gravidade do sistema locomotor, causado pela mochila.

Hong e Brueggemann (2000), Pascoe *et al.* (1997) e Wong e Hong (1997), em estudos similares, encontraram ângulos de anteriorização do tronco entre 6,0º e 7,0º. Estes aumentos na anteriorização do tronco mostram uma estratégia para compensar os efeitos da carga, que tende a deslocar o tronco posteriormente. A inclinação anterior do tronco causa uma mudança do centro de gravidade corporal para uma posição na qual a ação da carga é compensada. Conseqüentemente, o consumo de energia é minimizado e a eficiência mecânica da marcha com carga é aumentada (CARVALHO, 2004).

Parâmetros biomecânicos similares têm sido reportados em outros estudos, os quais demonstram que a inclinação anterior do tronco é uma estratégia frequente, porém, associada ao peso da carga transportada. Vários autores relataram maior inclinação anterior do tronco com cargas correspondentes a 15% e 20% do peso corporal em relação à condição de marcha sem carga e marcha com carga de 10%, ou seja, quanto maior a carga, maior é a anteriorização do tronco (HONG; BRUEGGEMANN, 2000; HONG; CHEUNG, 2003; PASCOE *et al.* 1997; RODRIGUES *et al.*, 2008; WONG; HONG, 1997).

Segundo Connolly *et al.* (2008), em um estudo comparativo da marcha com mochilas, em 32 crianças com idade de 12-13 anos, o padrão de marcha foi alterado com uma carga equivalente a 15% da massa corporal. Pau *et al.* (2011) avaliaram 356 crianças com faixa etária entre 6-10 anos, sob condições de postura estática ereta, para avaliar a magnitude e as características dos efeitos originados pelo transporte de carga sobre a força de reação do solo sobre o pé durante o transporte de mochilas escolares. Os dados coletados mostraram que mochilas com carga de até 10% da massa corporal ocasionavam aumentos significativos na área de contato total do pé, enquanto mochilas com carga de 20-30% ocasionavam aumentos significativos de pressão plantar, na parte dianteira do pé.

Os pesquisadores holandeses Reneman *et al.* (2006) fizeram uma revisão da literatura profissional e descobriram que existem alterações na postura do corpo, no padrão de marcha e aumento da frequência respiratória quando crianças transportam mochilas com carga acima de 15% da massa corporal.

Já no presente estudo, constatou-se que 541 (59,06%) estudantes carregavam mochilas que pesavam em média 13,84% de sua massa corporal. Do total desta amostra, 412 (76,15%) alunos transportavam mochilas com carga de 10,02 a 15% de sua massa corporal, 92 (17%) estudantes carregavam mochilas com peso de 16-20% de sua massa, 31 (5,73%) conduziam carga de 21- 25% e seis (1,11%) educandos transportavam carga de 26-33% de sua massa corporal. Esses dados excedem os valores estabelecidos pela lei estadual de Minas Gerais, nº 12.683/97, que determina que o peso do material escolar a ser transportado por estudantes do ensino fundamental de escolas públicas e privadas não poderá ultrapassar 10% de sua massa corporal.

Esses achados corroboram parcialmente com: Lopes (2002), que verificou que o peso médio transportado por 563 educandos da região da Grande Porto em Portugal, foi de 15%; com Whittfield *et al.* (2005), que evidenciaram variação do peso da mochila de 10,3 a 13,2% da massa corporal, em 140 alunos de cinco escolas da Nova Zelândia, com idade entre 13-17 anos e com Moore *et al.* (2007), que pesaram 531 crianças, na faixa etária de 8-18 anos, e suas respectivas mochilas, no norte da Califórnia, e encontraram carga média transportada de 11,8%.

No presente estudo também foi observado que estudantes com menor idade tenderam a transportar carga superior a 10% de sua massa corporal. Resultados similares foram encontrados por Costa *et al.* (2005), Devitta *et al.* (2003) e Young *et al.* (2006).

De acordo com a literatura, sobre o assunto, quanto menor a idade, maior a chance de se desenvolverem alterações posturais, devido ao fato de que os sistemas ósseo e musculoligamentares ainda estão em fase de desenvolvimento.

Através do presente estudo, evidenciou-se, em relação ao gênero, que o feminino, estatisticamente, transporta carga superior a 10% da massa corporal, quando comparado ao masculino. Esses resultados confirmam dados reportados por Siambanês *et al.* (2004) e Moore *et al.* (2007), mas, contrariam os estudos realizados por Rebellato *et al.* (1991), com 197 crianças de 8 a 14 anos de idade, matriculadas em escolas particulares da cidade de São Carlos, cujo objetivo era verificar a influência do peso do material escolar sobre a postura e a coluna vertebral das crianças; nesse estudo, os autores constataram o predomínio do gênero masculino em transportar carga excessiva. Negrini *et al.* (1999) verificaram a relação do peso corporal e do material escolar em 237 estudantes e encontraram, também, maior predominância do gênero masculino em transportar carga superior a 10% de sua massa corporal. O mesmo predomínio foi verificado por Costa *et al.* (2005) e Devitta *et al.* (2003). Não foram encontrados dados que justifiquem essa predominância.

As cargas apresentam duas características físicas fundamentais e interdependentes, que influenciam na eficiência do transporte, quais sejam, o peso e a forma da carga transportada. O design do objeto transportado implica diretamente na maneira de transportá-lo e conseqüentemente no gasto energético e nas alterações biomecânicas (CARVALHO, 2004).

Comparando-se o modelo das mochilas de transporte do material escolar, observou-se, no presente estudo, que o design de fixação dorsal, além de ser o mais utilizado pelos indivíduos da amostra, também foi o que mais esteve relacionado a cargas superiores a 10% da massa corporal dos estudantes.

Hong e Cheung (2003) analisaram o comportamento cinemático da coluna

vertebral durante o carregamento de mochilas de duas alças (fixação dorsal) e verificaram uma maior inclinação anterior do tronco quando a carga das mochilas de 15% a 20% eram transportadas. Por outro lado, marcha sem carga ou com carga de 10% não apresentavam inclinação significativa.

Rebelatto *et al.* (1991), em seus estudos, 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 comparadas às de fixação dorsal. No entanto, ambas podem determinar algias por alterações metabólicas e tensionais dos músculos da coluna vertebral. Pascoe *et al.* (1997) sugerem que o transporte da mochila às costas, com o seu peso equilibradamente distribuído pelos dois ombros, constitui um método muito eficiente, sob ponto de vista energético, comparativamente a qualquer outra maneira de transporte do material didático.

Devitta *et al.* (2003) não encontraram diferenças significativas entre os modelos de mochila de fixação escapular unilateral e de fixação dorsal. Noone *et al.* (1993) sugeriram que 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 e dorsalgia. Pascoe *et al.* (1997) também ressaltam que a escoliose funcional é um problema associado ao uso de mochilas.

Em um estudo epidemiológico sobre a prevalência da lombalgia, Oliveira (1999), com base na amostra de 1.139 jovens com faixa etária entre os 10 e 18 anos, na região da grande Lisboa, concluiu que esta era da ordem de 39.2%. O autor verificou, também, uma maior prevalência de lombalgia no gênero feminino quando comparado ao masculino.

Da população representada neste estudo, 224 (24,45%) estudantes relataram queixa de dores nas costas e ombros com mínimo de dois meses de aparecimento dos sintomas. Nesse contexto, 166 (74,1%) pertence ao gênero feminino e 58 (25,9%) ao masculino. Ao compararmos a queixa de dores, em relação ao gênero, foi estatisticamente mais significativo para o feminino do que para o masculino. Entretanto, comparando-se o percentual da mochila e idade em relação à presença do sintoma de dor, observou-se que não houve significância estatística entre a presença ou ausência de dores.

Esses achados corroboram com os dados encontrados por Sheir-Neiss *et al.* (2003) que, ao avaliarem 1.126 alunos de escolas públicas e privadas, com idade de 12-18 anos, evidenciaram presença de dor lombar no gênero feminino, da ordem de 80,6%. Siambanes *et al.* (2004) avaliaram 3.498 estudantes de duas cidades do sul da Califórnia, com faixa etária de 11 a 15 anos e constataram que as meninas tiveram queixa de dores predominantemente em relação aos meninos. Além disso, os autores também não evidenciaram correlação da idade com a presença ou ausência de dor nas costas.

Skaggs *et al.* (2006) estudaram 1.540 jovens com idade de 11 a 14 anos, com o objetivo de verificar os fatores que influenciam a prevalência de dores nas costas, em estudantes do ensino médio, com particular atenção para o peso de mochilas, sendo que 37% da amostra relataram queixas de dores nas costas, sendo estas mais evidentes no gênero feminino. Entretanto, os autores, distintamente do presente estudo, encontraram uma relação entre a presença de dor e a idade. Os indivíduos mais jovens

tiveram mais queixa de dores nas costas e ombros do que os mais velhos.

Salienta-se, ainda, o fato de a maioria dos alunos representados no presente estudo, apesar de relacionarem as dores musculares com o transporte das respectivas mochilas, denotam uma atitude mais ou menos resignada perante essa realidade. Dos estudantes que apresentaram sintoma de dor, somente 11(4,9%) já realizaram consulta médica em relação à queixa; destes, seis (54,5%) encontravam-se em tratamento preventivo para escoliose.

No presente estudo foi constatado que existe uma relação de magnitude entre itinerário, peso do material escolar e presença de dor. Os educandos que realizam o percurso casa/escola/casa, a pé, apresentam valores de carga e queixa de dor superior aos estudantes que o fazem através de veículos. Esses dados confirmam os achados por Siambanes *et al.* (2004) que documentaram a presença de dores em relação ao meio de locomoção, a pé, para escola/casa/escola, em 43% do total de sua amostra.

Hestbaek *et al.* (2006) realizaram estudo prospectivo de oito anos de seguimento com 9.600 gêmeos dinamarqueses, cujo objetivo era descrever a evolução da dor lombar desde a adolescência até a idade adulta. Os autores relatam que existe correlação entre dor lombar na infância/adolescência e persistência da mesma na idade adulta.

Apesar dos achados serem de origem multifatorial, carregar mochilas com excesso de carga parece ser um fator contribuinte para alterações posturais 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). Estes resultados podem servir de base para a mudança no foco, em relação à pesquisa, dos fatores de risco, prevenção e tratamento, da carga transportada na mochila escolar.

## 6. Conclusão

O presente estudo identificou que 59,06% dos estudantes, matriculados no ano de 2010, em instituição educativa estadual da cidade de Vespasiano/MG, apresentaram uma carga transportada nas mochilas escolares superior a 10% de sua massa corporal, situação esta em desacordo com a lei vigente nº 12.683/97, que dispõe sobre o peso máximo do material escolar a ser transportado por educandos da rede pública e privada.

Além do excesso de material didático transportado nas mochilas escolares, identificou-se a presença de dores nas costas e nos ombros em 24,45% dos alunos avaliados. Verificou-se, também, que o modelo de mochila com design de fixação dorsal, continua sendo o mais utilizado para o transporte do material escolar. Pode-se concluir, então, que a carga transportada pela população estudada é inadequada, sob o ponto de vista biomecânico e ergonômico, principalmente para os indivíduos mais jovens e do gênero feminino, uma vez que os mesmos encontram-se em fase de crescimento, e esta sobrecarga os expõe a um maior risco de lesões na coluna vertebral, com conseqüente repercussão na vida adulta.

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.

O presente estudo pode fornecer conhecimentos sobre as variáveis que podem

atuar sobre a coluna vertebral das crianças em idade escolar, possibilitando futuros estudos e ampliando a atuação da ergonomia no âmbito educacional.

Há de se considerar que o uso de mochilas e outros tipos de equipamentos para o transporte do material didático de peso elevado é fator de preocupação para professores e pais de alunos. Uma sugestão para minimizar ou solucionar os efeitos adversos do excesso da carga transportada seria uma proposta para que a Secretaria Estadual de Educação desenvolvesse projetos para que as instituições de ensino possam apostilar as matérias de forma prática ou organizar os horários de forma que o estudante não tenha que transportar um excesso de carga para um mesmo dia.

Pais e alunos devem selecionar o material escolar organizando somente o necessário para cada dia de aula descartando materiais e objetos supérfluos.

Outra sugestão seria o uso de armários, conforme padrões americanos, onde os estudantes possam guardar o material didático, transportando somente o necessário para as atividades de casa.

Recomenda-se, ainda, um programa educativo desenvolvido em conjunto com pais e professores de Educação Física já que este é o profissional que está mais próximo da população avaliada, objetivando o uso da maneira correta de se transportar o material escolar.

De todos os resultados apresentados há de se preocupar com o fato dos estudantes de menor idade transportarem maior peso e o fato de uma porcentagem considerável de alunos estarem transportando uma carga superior a 10% do seu peso corporal, o que expõe esses alunos a um maior risco de lesões na coluna vertebral.

Sugere-se aos designers que, ao desenvolverem modelos de mochilas, possam considerar um modelo para ser usado principalmente entre os estudantes. Que a mochila seja confeccionada com material leve, de fixação dorsal para melhor distribuição de carga, com alças reguláveis e alcochoadas, para minimizar dores nos ombros e que tenha uma faixa (regulável), na parte de baixo para que seja presa ao redor da cintura para uma melhor fixação da carga próxima a coluna vertebral, evitando-se, assim, oscilações da mesma.

Os achados deste estudo transversal indicam a necessidade de um estudo prospectivo longitudinal para identificação dos fatores etiológicos e prognósticos, para uma população com excesso de carga transportada, já que se trata de uma variável de impacto na alteração postural e biomecânica do indivíduo.

## REFERÊNCIAS

ABERGO. Código de Deontologia do Ergonomista Certificado. Norma **ERG BR 2002**, [2003]. In: [http://www.abergo.org.br/arquivos/norma\\_ergbr\\_1002\\_deontologia/pdfdeontologia.pdf](http://www.abergo.org.br/arquivos/norma_ergbr_1002_deontologia/pdfdeontologia.pdf). Acessado em: 11 nov. 2009.

BRACKLEY, H. M.; STEVENSON, M. Are children's backpack weight limits enough? A critical review of the relevant literature. **Spine**, v. 39, n.19, p. 2184-2190, 2004.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 196**, de 10 de outubro de 1996. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/doc/Reso196.doc>>. Acessado em: 11 Nov. 2009.

CONNOLLY, B. H.; COOK, B.; HUNTER, S.; LAUGHTER, M.; MILLS, A.; NORDTVEDT, N.; BUSH, A. Effects of backpack carriage on gait parameters in children. **Pediatr Phys Ther.** v. 20, n.4, p. 347-355, 2008.

COSTA, C. D.; OLIVEIRA, L. L.; ABREU, V. G. **ANÁLISE DO IMC E DA CARGA DO MATERIAL ESCOLAR TRANSPORTADA POR ESTUDANTES DE 5ª A 8ª SÉRIE.** [Monografia de Conclusão de Curso]. Vespasiano. FASEH, 2005.

COTTALORDA, J.; BOURELLE, S.; GAUTHERON, V.; KOHLER, R. Backpack and spinal disease: myth or reality? **Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.** V. 90, n. 3, p. 207-214, 2004.

DEVITTA, A.; MADRIGAL, C.; SALES, V. S. Peso Corporal e peso do material escolar transportado por crianças em idade escolar. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 16, n. 2, p. 55-60, 2003.

GRIMMER, K. A.; WILLIAMS, M. T.; GILL, T. K. The associations between adolescent head-on-neck posture, backpack weight, and anthropometric features. **Spine**, v. 24, n.21, p. 2262-2267, 2002.

HONG, Y.; BRUEGGEMANN G. Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. **Gait Posture**.v.11, p. 254-259, 2000.

HONG, Y.; CHEUNG, C. Gait and posture response to backpack load during level walking in children. **Gait and Posture**, v. 17, p. 28-33, 2003.

**HAZEL, D. L. The backpack problem is evident but the solution is less obvious. Work. v. 32, p. 329–338, 2009.**

HESTBAEK, L.; CHARLOTTE, L. Y.; KIRSTEN, O. K.; MANNICHE, C. The course of low back pain from adolescence to adulthood: eight-year follow-up of 9600 twins. **Spine**, v.31, n. 4, p. 468-472, 2006.

JONES, G. T.; WATSON, K. D.; SILMAN, A. J.; SYMMONS, D. P. M.; MACFARLANE, G. J. Predictors of Low Back Pain in British Schoolchildren: A Population-Based Prospective Cohort Study. **Pediatrics**, v. 111, n.4, p. 822-828, 2003.

LOPES, J. T. F. **O TRANSPORTE DE CARGAS EM MOCHILAS ESCOLARES E O DESENVOLVIMENTO MOTOR HARMONIOSO DAS CRIANÇAS - Estudo das repercussões biomecânicas agudas na marcha e na equilíbrio, com cargas diferenciadas.** [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física. Porto. Universidade do Porto. 2002.

MACKENZIE, W. G.; SAMPATH, J. S.; KRUSE R. W.; SHEIR-NEISS, G. J. Backpacks in children. **Clin Orthop Relat Res.** Apr, 409, p.78-84, 2003

MILANESE, S.; GRIMMER, K. What is adolescent low back pain? Current definitions used to define the adolescent with low back pain. **Journal of Pain.** V. 3, p. 57–66, 2010.

MINAS GERAIS (Estado). Decreto-lei nº12.863, de 25 de Novembro de 1997. Dispõe Sobre O Peso Máximo Tolerável Do Material Escolar Transportado Diariamente Por Alunos Do Ensino Fundamental e Médio Da Rede Escolar Pública E Privada Do Estado De Minas Gerais.

MOORE, M. J.; WHITE ,G. L.; MOORE D. L. Association of relative backpack weight with reported pain, pain sites, medical utilization, and lost school time in children and adolescents. **Journal of School Health.** v.77, n.5, p. 232-239, 2007.

MOTA, B. C.; LINK, D. M.; TEIXEIRA, J. S.; ESTRÁZULAS, J. A.; OLIVEIRA, L. G. Análise cinemática do andar de crianças transportando mochilas. **Brazilian Journal of Biomechanics**. nº. 4, p.15-20, 2002.

NARDI, C.; PALMER, L. M.; EPLER, M. E. **Fundamentos das Técnicas de Avaliação Musculoesquelética**. 2. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2000.

NEGRINI, S.; CARABALONA, R. A. Backpacks on! Schoolchildren's Perceptions of Load, Associations with Back Pain and Factors Determining the Load. **Spine**, v.27, n.2, p.2180-2186, 2002.

NEGRINI, S.; NEGRINI, A. Postural effects of symmetrical and asymmetrical loads on the spines of schoolchildren. **Scoliosis-Bio Med Central**, v. 2, n.8, p. 1-7, 2007.

NORDIN, M.; FRANKEL, V. **Biomecânica Básica do Sistema Musculoesquelético**. 3. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2003.

OLIVEIRA, R. **A LOMBALGIA NAS CRIANÇAS E ADOLESCENTES: Estudo Epidemiológico na Região da Grande Lisboa**. [Tese de Mestrado]. F.M.H, Lisboa, 1999.

PASCOE, D. D.; PASCOE, D. E.; WANG, Y. T.; KIM, C. K. Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. **Ergonomics**, v. 40, n. 6, p. 631-641, 1997.

PAU, M.; CORONA, F.; LEBAN, B.; PAU, MARCO. Effects of backpack carriage on foot-ground relationship in children during upright stance. **Gait Posture**. n.33, v.2, p. 195-199, 2011.

**PAU, MASSIMILIANO; PAU, MARCO. Postural sway modifications induced by backpack carriage in primary school children: a case study in Italy. Ergonomics, n. 53, v.7, p. 872-882, 2010.**

PENHA P. J.; JOÃO S. M. A.; CASAROTTO R. A.; AMINO C. J, PENTEADO D. C. Postural Assessment of girls between 7 and 10 years of age. **Clinics**, v. 60, n. 1, p. 9-16, 2005.

RAMPRASAD, M.; JEBA, A.; RAGHUVVEER, A. K. Effect of Backpack Weight on Postural Angles in Preadolescent Children. **Indian Pediatrics**, v. 47, n. 17, 2010.

REBELATTO, J. R.; CALDAS, M. A. J., VITTA, A. Influência do transporte do material escolar sobre a ocorrência de desvios posturais em estudantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia**, v. 26, n. 11-12, p. 403-410, 1991.

RENEMAN, M. F.; POELS, B. J.; GEERTZEN, J.H.; DIJKSTRA, P. U. Back pain and backpacks in children: biomedical or biopsychosocial model? **Disabil Rehabil**. n. 28, v. 20, p. 1293-1297, 2006.

RODRIGUES, S.; MONTEBELLO, M. I. L., TEODORI, R. M. Distribuição da força plantar e oscilação do centro de pressão em relação ao peso e posicionamento do material escolar. **Revista brasileira fisioterapia**. v. 12, nº 1, p. 43-8, 2008.

SALATE, A. C. B. Mensuração da gibosidade em escoliose. **Fisioterapia Brasil**, v. 4, nº. 5, p. 360-63, 2003.

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

SIAMBANES, D. O.; MARTINEZ, J.W.; BUTLER, E. W.; HAIDER, T. Influence of School Backpacks on Adolescent Back Pain. **Journal of Pediatric Orthopaedics**. V. 24, nº 2, p. 211-217, 2004.

SKAGGS, D. L.; EARLY, S. D.; D'AMBRA, P.; TOLO, V.T.;, KAY, R. M. Back pain and backpacks in school children. **Journal of Pediatric Orthopedics**. v.26, n.3, p. 358-63, 2006.

VESPASIANO. Disponível em:< <http://www.vespasiano.gov.br/perfil>>. Acesso em: 28 outubro de 2009.

VILARINHO, R. M. A. Incidência de hipercifose como alteração postural em escolares de 6 a 17 anos em uma escola pública municipal da cidade Catanduva. **Rev Acta Fisiátrica**. v.1, nº 9, 1-7, 2002.

WALKER, B. F. The prevalence of low back pain: a systematic review of the literature from 1966 to 1998. **J. Spinal Disord**. n.13, p. 205-17, 2000.

WATSON, K. D.; PAPAGEORGIOU, A C.; JONES, G. T.; TAYLOR, S.; SYMMONS, D. P. M.; SILMAN, A J.; MACFARLANE, G. J. Low back pain in schoolchildren: occurrence and characteristics. **Pain**. v.97, n.1, p.87-92, 2002.

WONG, A. S. K.; HONG, Y. Walking pattern analyzing of primary school children during load carriage on treadmill. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 29, p. 85, 1997.

YOUNG, I, A.; HAIG, A. J.; YAMAKAWA, K. S. **The association between backpack weight and low back pain in children**. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. v. 19, p. 25-33, 2006.