

DAIANA CRISTINA BACH

A MARCHA HUMANA E O CARREGAMENTO DE CARGA EM MOCHILA DO TIPO "BACKPACK"



Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do Curso de Bacharel em Educação Física, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA – PR

2005

DAIANA CRISTINA BACH

**A MARCHA HUMANA E O CARREGAMENTO DE CARGA EM MOCHILA DO
TIPO “BACKPACK”**

**Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Bacharel em
Educação Física, do Departamento de
Educação Física, Setor de Ciências Biológicas,
da Universidade Federal do Paraná.
Orientador: Msd. Ricardo Martins de Souza**

CURITIBA – PR

2005

DEDICATÓRIA

Maria do Carmo Bach
Rubens Bach
Charles Roberto Bach
Maria Eliege Carvalho Bach

AGRADECIMENTOS

A Deus

Equipe de Trabalho do LABORAN – Análises Laboratoriais
DEF – Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná
AMC – Associação Montanhistas de Cristo de Curitiba – PR

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Adriano Grisoto Neves
Ricardo Martins de Souza
Klaus Krüger
Andrea Krüger

“Os homens marcham aos confins do mundo por diferentes motivos:
Alguns são impelidos somente pelo desejo de aventura, outros sentem uma intensa
sede de saber;
Os terceiros obedecem à sedutora chamada de uma voz interior, ao encanto
misterioso do desconhecido, que os afastam dos caminhos rotineiros da vida
cotidiana“.
(Sir Ernest Henry Shackleton)

SUMÁRIO

RESUMO	vii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMA	3
1.2 JUSTIFICATIVA	3
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 Geral.....	3
1.3.2 Específico.....	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 ASPECTOS BIOMECÂNICOS DA MARCHA.....	4
2.1.1 A marcha humana	4
2.1.1.1 A articulação do quadril	6
2.1.1.2 A articulação do joelho	6
2.1.1.3 A articulação do tornozelo	7
2.1.1.4 Centro de massa e centro de gravidade.....	8
2.2 ALTERAÇÕES DA MARCHA EM FUNÇÃO DA CARGA.....	10
2.2.1 Carga transportada (<i>backpack</i>)	11
2.3 O ESPORTE MONTANHISMO	19
2.3.1 Relatos e conquistas	19
2.3.2 Montanhismo no Paraná	20
2.3.3 Praticantes de montanhismo	21
3 METODOLOGIA	22
4 CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	24
ANEXOS	28

RESUMO

BACH, D. C. **A marcha humana e o carregamento de carga em mochila do tipo “backpack”**. Monografia. Bacharel em Educação Física, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

O presente trabalho teve como objetivo examinar a literatura que contribuiu para a correlação entre a marcha humana e o carregamento de carga em mochila do tipo *backpack*, visando a importância dos mecanismos compensatórios do sistema músculo-esquelético e que possíveis consequências teriam na integridade do sistema. Os resultados reportaram, no limite de carga às crianças, o valor de 10 a 15% do peso corporal, baseando-se em dados epidemiológicos, fisiológicos e biomecânicos. Na correlação com dores nas costas, fatores como a distância percorrida, o modelo do *backpack*, aptidão e maturação física da criança, são relevantes. No desempenho humano, a força de suspensão do *backpack* e características de amortecimento têm pouco efeito na energia metabólica da locomoção. Entretanto, as cintas apertadas interferem na circulação e no sistema nervoso, ocasionando fraqueza nos braços e mãos e, adotando uma postura de flexão do tronco para frente. Uma diminuição dessa força de suspensão oferece vantagens biomecânicas importantes. No transporte de diferentes cargas, mantém-se uma postura compensatória de flexão do tronco, resultando num aumento desproporcional no pico de força que age na junção L5-S1. O transporte inadequado do *backpack*, unilateralmente, pode causar desvios permanentes de postura. Na potencialidade das junções e segmentos durante o transporte de diferentes cargas, a aceleração do tornozelo e joelho diminui nas velocidades mais elevadas. E, na preferência do modelo de *backpack*, enfatizou-se a função, praticidade, menor pressão/tensão nos ombros e a facilidade de andar. Por fim, sugere-se um estudo experimental com praticantes de montanhismo, considerando a relação direta com o carregamento de carga.

Palavras-chave: marcha humana, *backpack*, peso corporal

1 INTRODUÇÃO

As mochilas do tipo *backpacks*¹ são utilizadas amplamente para aumentar a capacidade do carregamento de carga. Alguns grupos como excursionistas e soldados de infantaria, carregam freqüentemente cargas substanciais, utilizando uma variedade de sistemas de *backpack* (BP). Segundo a literatura, muitos ferimentos foram relatados associados aos danos do tecido sob cintas, dores na coluna vertebral e em membros inferiores (JONES, 1983; KNAPIK et al., 1996).

A revisão de literatura acumulada nas últimas duas décadas tem ajudado a sensibilizar novas gerações de pesquisadores para a importância concedida à ação transformadora de grupos sociais dinâmicos, sensíveis a uma busca criativa de valorização máxima de alternativas, tentando a minimização de impactos às gerações presentes e futuras. Esta visão não é apenas compartilhada com pesquisadores, mas pela maior parte de indivíduos associados a uma corrente de pensamento que vem se disseminando, com acesso a noções como padrão da marcha humana, recrutamento das articulações e as alterações em função do carregamento de carga. Dentro dessas abordagens, têm-se buscado considerações sobre as cargas ideais para cada estereotipo e novas tecnologias para a interligação com melhorias posturais e a continuidade no uso dos *backpacks*, bem como nos seus constantes ajustes, principalmente quando relacionados com a prática esportiva.

Algumas modalidades esportivas estão diretamente relacionadas com o carregamento de cargas, entre elas cita-se o montanhismo. Segundo a UIAA², o montanhismo consiste na atividade de marcha desenrolada em média montanha até 2500m, onde é necessário o conhecimento de determinadas técnicas de orientação e utilização de equipamento, para estar no meio em autonomia. No entanto, a prática do montanhismo nunca deve necessitar emprego de materiais e técnicas utilizadas em alpinismo e escaladas. Qualquer praticante deveria ser igualmente

¹ *Backpacks* – Modelos de mochila com armação de metal, alças de material visco-elástico para os ombros e compartimentos para distribuição uniforme da carga nas costas (comumente utilizada por crianças para transporte de material escolar e por excursionistas).

² UIAA - Union Internationale Des Associations D'Alpinisme, organismo internacional que congrega as entidades de montanhismo do mundo. <http://luis-avelar.planetaclix/dicionario.htm>; Consultado em 07/03/05, 1:15PM.

possuidor de uma conduta adequada de respeito, compreensão e proteção do meio natural e humano.

O trabalho realizado durante a marcha humana, envolve diversos músculos e articulações. Uma articulação é um ponto de conexão entre dois ou mais ossos. A estabilidade e a integridade de todas as articulações são mantidas pelos cordões fibrosos de tecido conjuntivo, conhecidos como ligamentos, que mantêm os ossos unidos (AABERG, 2001).

Cada uma das grandes articulações do corpo é recrutada pela ação de marchar e cada uma tem uma influência sobre o comportamento mecânico geral do corpo. A posição ereta e a marcha orientam o desenvolvimento do esqueleto e as curvaturas vertebrais (VIEL, 2001).

De acordo com Castro (1980), do ponto de vista funcional, o joelho possibilita movimentos em dois sentidos básicos: extensão e flexão (movimentos de rotação somente podem ser executados na posição de flexão). Segundo Weineck (1984) o sistema ósteo-ligamentoso do joelho visa a melhor segurança possível da coluna de sustentação do corpo, representada pelo membro inferior, permitindo maior liberdade de movimento em condições que não afetam a marcha em posição ereta, como é o caso durante a flexão do joelho, isto é, na posição em que o joelho está sujeito à carga do peso corporal. Ainda, de acordo como o mesmo autor, os músculos que promovem a extensão do joelho carregam o peso do corpo inteiro, ao passo que os flexores carregam apenas o peso do membro inferior, isso explica o predomínio dos extensores sobre a musculatura de flexão destes membros. Este maior desenvolvimento constitui a condição imprescindível para a postura ereta e para a marcha normal.

Em relação ao carregamento de carga em mochila do tipo BP, a literatura aborda as alterações biomecânicas entre as quais se destacam: coluna vertebral, quadril, joelho e tornozelo, influenciando o padrão da marcha humana.

Neste contexto, este trabalho enfatiza o modo fenomenológico, furtando-se à validação de análises previamente conceituadas, propondo uma reflexão sobre a importância, validade e finalidade dos processos adotados. A revisão deste trabalho é dividida em estudos da marcha humana, alterações da marcha com a carga transportada e, pontos específicos do esporte montanhismo, já que este é diretamente relacionado com o carregamento de carga.

1.1 PROBLEMA

O carregamento de cargas em mochila do tipo *backpack* altera o padrão da marcha humana?

1.1 JUSTIFICATIVA

Durante a caminhada, o transporte de cargas junto ao corpo altera o centro de massa do indivíduo, provocando desequilíbrios que devem ser compensados pela alteração do padrão normal da marcha. Essas alterações se refletem no comportamento dinâmico da coluna vertebral, quadril, joelho e tornozelo, provavelmente aumentando o estresse e o trabalho desempenhado por esses segmentos. Abordando uma descrição direta da experiência previamente conceituada por diversos autores, fica claro a importância de se entender os mecanismos compensatórios do sistema músculo-esquelético e que prováveis conseqüências teriam na integridade do sistema.

1.2 OBJETIVOS

1.3.1 Geral

Propor uma discussão sobre a importância, validade e finalidade dos processos adotados em experiências previamente conceituadas.

1.3.2 Específico

Abordar como forma de embasamento, a especificidade da prática da modalidade esportiva montanhismo, para sugestão de novos estudos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ASPECTOS BIOMECÂNICOS DA MARCHA

2.1.1 A marcha humana

De acordo com Fraccaroli (1981), para execução da marcha, há necessidade de uma força intrínseca gerada pela contração muscular que desencadeará uma reação extrínseca, produzida no atrito com o solo, a reação para cima e frente, que tenderá vencer outra força externa, a resistência do ar, que, de preferência, age sobre as partes superiores do tronco, levando-o a uma inclinação para frente.

A marcha humana é um processo de locomoção em que o corpo sofre o apoio alternado das pernas. Um dos pés sempre está apoiado no solo, e há um breve período em que ambos estão no chão, no qual ocorre a transferência de peso da perna apoiada para a perna que avança. Há dois requisitos básicos no ato de andar: 1) forças contínuas de reação do solo que apóiam o corpo; 2) movimento periódico de cada um dos pés de uma posição de apoio para a seguinte, na direção de progressão. Esses elementos são necessários para qualquer que seja a forma da marcha bípede. A cada passo, a velocidade corporal sobe ou desce ligeiramente; o corpo sofre elevação e queda de alguns centímetros, oscilando de um lado para o outro de forma ligeira, sendo que todos esses movimentos estão relacionados entre si de modo harmônico e envolvendo articulações que compõem os membros inferiores, (ROSE E GAMBLE, 1998).

De acordo com Patla (1999) a marcha é um padrão cíclico de movimento corporal que se repete indefinidamente a cada passo, passível de múltiplas variações que ocorrem de indivíduo para indivíduo, e transformam a marcha segundo o estado de humor, estruturas ambientais e de terreno e com a idade.

Para que seja considerado um ciclo, a marcha pode ser definida como os eventos que ocorrem desde o toque do calcanhar de um dos membros inferiores até o toque do mesmo mais adiante. Pode-se dizer que há duas fases, a fase de apoio, em que o pé está em contato com o solo, e a fase de oscilação, na qual o pé está no ar (ROWLAND, 1995).

A locomoção humana foi descrita e dividida em três estágios distintos: 1) estágio do desenvolvimento (do repouso até certa velocidade); 2) estágio rítmico (determinada velocidade média constante); 3) estágio de declínio (retorno para o repouso) (SUTHERLAND, 1984).

No estágio rítmico da marcha é observado um ciclo com eventos repetitivos: 1) toque do pé, denominado fase de apoio e é definido como a porcentagem do ciclo em que o pé está em contato com o solo; 2) desprendimento do pé, denominado fase de balanço ou oscilação, é o momento em que o pé está no ar. Este movimento depende sobretudo da impulsão inicial, que será determinada pela velocidade angular da coxa (MENA, 1981; SUTHERLAND, 1984).

Para Acensio (2001), andar é deslocar um pé do solo para projetá-lo adiante paralelo à superfície de apoio (translação horizontal), através do recrutamento das grandes articulações do corpo, resultando em movimentos angulares, que poderão ser alterados influenciando o comportamento mecânico geral.

Cada uma das grandes articulações do corpo é recrutada pela ação de marchar e cada uma tem influência sobre o comportamento mecânico geral do corpo. A velocidade da marcha espontaneamente escolhida representa uma característica fisiológica de cada indivíduo, correspondendo ao equilíbrio ideal entre os processos dinâmicos musculares e os componentes de resistência ou inerciais do movimento. Isto é traduzido mecanicamente pelos deslocamentos verticais mínimos do centro de gravidade, associados a um equilíbrio estável do metabolismo oxidativo muscular (VIEL, 2001).

Considerando a marcha associada em idosos, ANDRIACCHI (1997), relata que a diminuição da velocidade é reconhecida com a redução da mobilidade, sendo uma mudança característica associada ao envelhecimento.

A redução do comprimento do passo está relacionada, dentre outros fatores, a uma diminuição de 20% na amplitude de quadril, o que permite fazer idéia do distúrbio articular no indivíduo idoso (ROACH; MILES, 1991).

Apoiando-se nessas informações, torna-se inerente devido ao foco principal deste trabalho (joelho, quadril e tornozelo), enfatizar as articulações de ambos, conforme segue, na tentativa de entender as alterações em função da carga transportada.

2.1.1.1 A articulação do quadril

A articulação do quadril é uma articulação sinovial esferóide que, possui estabilidade arquitetural inerente. É formada pelo encaixamento da cabeça do fêmur no acetábulo do osso do quadril. Apesar da estabilidade inerente proporcionada à articulação por sua arquitetura e sustentação ligamentosa, a articulação do quadril demonstra um alto grau de mobilidade. Os movimentos permitidos pelo quadril, descritos com referência ao fêmur, incluem a flexão e extensão no plano sagital, abdução e adução no plano frontal e rotação medial (interna para dentro) e lateral (externa, para fora), no plano transversal. A articulação do quadril demonstra sua maior amplitude de movimento no plano sagital, no qual se observa que a flexão pode chegar a 140° e a extensão a 15°. Durante esforços pesados ou moderados, o músculo glúteo máximo representa um forte extensor (RASCH, 1991).

Na articulação do quadril, há um ciclo de flexão e extensão de aproximadamente trinta graus ao ser realizado o toque de calcanhar no solo. Quando o tronco é projetado para a frente sobre o pé, a extensão do quadril é por volta de dez graus, mais que na postura ortostática. De acordo com Rose e Gamble (1998), a flexão máxima do quadril acontece na subfase de balanço terminal, e sua extensão máxima, no momento do toque do calcanhar, do pé oposto.

É importante ressaltar que a articulação do quadril, assim como a do joelho, foi feita para dar mobilidade ao membro inferior, além de promover a sustentação do peso corporal (PC) e a tomada de peso, orientando e posicionando-se no espaço. Qualquer seqüela nestas articulações provoca alterações na marcha.

2.1.1.2 A articulação do joelho

A articulação do joelho, tipicamente classificada com uma sinovial ou dobradiça, é a maior e mais complexa articulação do corpo. A cápsula articular do joelho, à diferença de outras articulações, não forma uma estrutura envolvente completa da articulação. Os poucos ligamentos capsulares verdadeiros que conectam os ossos são auxiliados por tecidos tendíneos dos músculos associados à articulação. O ligamento da patela é a continuação do tendão do músculo

quadríceps da coxa distal à patela. É extremamente forte e segue da patela para a tuberosidade da tíbia. Resiste à tendência da face tibial superior de deslocar-se para frente com referência ao fêmur durante alguns tipos de movimento (RASCH, 1991).

Esta articulação apresenta um ciclo de flexão e extensão na marcha, sendo que o golpe do calcanhar ocorre sobre um joelho em extensão e logo em seguida com cerca de quinze graus de flexão para que haja o amortecimento do choque do pé com o solo. Durante a fase de balanço, ocorre o segundo ciclo de flexão desta articulação, com uma média de setenta graus para que o pé não toque o solo no momento em que estiver avançando (ROSE E GAMBLE, 1998).

A articulação do joelho é instável por apresentar poucas estruturas que recebem biomecanicamente grande parte da descarga do peso corporal. A articulação geralmente sofre diversas lesões, o que leva os especialistas a buscar cada vez mais estudos nessa área (SALGADO, 1995).

2.1.1.3 A articulação do tornozelo

A articulação do tornozelo consiste nas articulações talocrural (tibiotalar e talofibular) e tibiofibular distal. A articulação do tornozelo é crucial na transmissão de força do corpo e para o corpo durante a sustentação de peso e outras cargas. As magnitudes dessas forças podem ser tão grandes, até 10 vezes o peso corporal (RASCH, 1991).

De acordo com Lippert (1996), muitos autores divergem quanto aos movimentos do tornozelo e do pé. Flexão plantar é o movimento em direção à superfície plantar do pé, enquanto dorsiflexão é o movimento na direção dorsal do pé. Flexão e extensão são termos que não devem ser usados porque conflituam definições. Funcionalmente falando, flexão plantar é o mesmo que extensão e é parte da extensão geral do quadril, joelho e tornozelo. Todavia, anatomicamente falando, dorsiflexão é o mesmo que extensão, significando movimento através do lado extensor do pé.

Ainda, segundo o mesmo autor, o tornozelo é uma articulação uniaxial em dobradiça, consistindo de articulação entre a tíbia e o talo, porém sem fazer articulação com a fíbula. O tornozelo permite, aproximadamente, de 30 a 50 graus

de flexão plantar e 20 de dorsiflexão. Anatomicamente, o tornozelo está numa posição neutra. A primeira articulação metatarsofalangiana é a que tem mais mobilidade, chega a cerca de 40 graus de flexão e extensão e somente cerca de 45 graus de hiperextensão. Esta hiperextensão é muito importante durante a fase de retirada do hálux do chão, durante a marcha.

2.1.1.4. Centro de massa e centro de gravidade

De acordo com Primeira Lei de Newton (conhecida como Inércia), todo corpo tende a permanecer no seu estado de movimento até que uma força aja sobre ele. Assim, na superfície terrestre, os corpos são submetidos à força gravitacional (g), gerando a força Peso. Cada partícula do corpo possui seu peso e, na verdade, o chamado Peso do corpo, é o resultado de todas as forças atrativas do corpo para o centro da Terra que possui mesma direção e vetor resultante paralelo às linhas de ação das forças Peso individuais. A Linha da Gravidade (LG) corresponde à linha de ação da força Peso do corpo. O centro de gravidade (CG) é o ponto central entre duas linhas de gravidade (HAY, 1993).

O CG é o ponto por onde passa o suporte do vetor resultante do somatório das forças Peso do corpo. É um ponto virtual, equivalente ao centro de equilíbrio de um corpo, pois é onde a massa³ deste corpo se distribui, uniformemente. Equivale ao centro de massa (CM) de um objeto, entretanto sofre a ação da força gravitacional. (HAY, REID, 1985; HALL, 2000; ENOKA, 2000).

Para Lehmkuhl & Smith (1987):

“ As variações nas proporções corporais e na distribuição do peso podem causar alterações na localização deste ponto. Ele é geralmente encontrado mais alto nos homens, pois eles tendem a ter ombros mais amplos, enquanto que as mulheres tendem a apresentar quadris mais largos (...).

A incerteza de uma pessoa de sua capacidade de controlar e equilibrar o corpo pode fazê-la abaixar protetoramente o centro de gravidade, mesmo quando isto possa exigir mais energia

³ Massa é a quantidade de matéria que constitui um corpo, sendo uma propriedade intrínseca a ele, não mudando independentemente do local onde o mesmo esteja (meio líquido ou ambiente de microgravidade). http://www.usp.br/eef/lob/aulas/mecanica_arquivos/frame.htm; Consultado em 20/09/05, 11:25 PM.

ou promover uma perda adicional do equilíbrio”. (LEHMKULH & SMITH, 1987, apud MIRANDA, 2003. p. 502).

A estabilidade do corpo está relacionada, mais especificamente, à projeção do CG na base de sustentação. Esta base significa a área que suporta o restante do corpo em qualquer posição.

Segundo Rash & Burke (1977), citado por Miranda (2003):

“A localização do centro de gravidade do corpo – na posição ereta normal, com os braços estendidos ao longo do corpo – de um homem adulto é, aproximadamente, 56 a 57 por cento do total de sua altura, a partir do solo.

O centro de gravidade da mulher adulta é um ponto mais baixo, sendo aproximadamente 55 por cento de sua altura. Existem variações relativamente grandes entre os diversos indivíduos, devidas às diferenças de sua constituição física. O centro de gravidade das crianças e adolescentes é mais alto do que o dos adultos, devido ao tamanho desproporcional da cabeça e do tórax e as pernas relativamente curtas”. (RASH & BURKE, 1977, apud MIRANDA, 2003. p. 502).

CAVANAGH E KRAM (1990) afirmam que com o aumento gradual da velocidade da marcha, a amplitude geral do movimento das articulações do quadril, joelho, e tornozelo aumentam, enquanto o centro de gravidade diminui seu deslocamento vertical.

De acordo com Gross, Fetto e Rosen (2000) durante a marcha ocorre a locomoção para frente do corpo ereto, usando as extremidades inferiores para propulsão durante a qual o centro de gravidade do corpo descreve uma curva sinusoidal de mínima amplitude em ambos os planos (horizontal e vertical). Rossi in Siziño (1998) complementa este conceito dizendo que a marcha é um conjunto de movimentos rítmicos e alternados do tronco e extremidades visando a locomoção do corpo (ou seu centro de gravidade) para frente.

2.2 ALTERAÇÕES DA MARCHA EM FUNÇÃO DA CARGA

2.2.1 Carga transportada (*backpack*)

Alguns estudos são relacionados com a marcha humana abordando a velocidade, amplitude e carga transportada. A contribuição desses estudos ao limite sugerido do PC para os *backpacks* das crianças, assim como alterações biomecânicas e análises de sistemas de *backpacks* são de extrema importância neste trabalho.

Ao relevar o carregamento de carga por crianças, sabe-se que a maioria destas utiliza um *backpack* para transportar seus pertences a escola diariamente, entretanto a controvérsia existe sobre a segurança do uso do *backpack* e das cargas transportadas.

A dor na coluna vertebral é uma condição músculoesquelética difundida na população do adulto. Este problema estendeu-se nos grupos mais jovens e transformou-se numa circunstância experimentada freqüentemente por adolescentes. A predominância de dor nas costas, em crianças, foi relatada em mais de 65% (NEGRINI, 2000). Outros relatos, em adolescentes, são menores, entre 30 e 50% (BALAGUE, DUTOIT, WALDBURGER, 1998; HAKALA, RIMPELA, SALMIEN et al., 2002).

Embora o debate continue, alguns investigadores supõem que o uso de *backpacks* pesados pode contribuir aos relatórios elevados de dor nas costas em crianças (GRIMMER, WILLIAMS, 2000). Tal debate conduziu aos limites de carga recomendados de 10 a 15% do PC de uma criança, por muitas associações de profissionais de saúde. Embora estes limites do peso sejam recomendados em diversos estados ou países, a controvérsia continua a existir na literatura, sobre os efeitos do peso do *backpack*, na dor nas costas, nas crianças.

O uso atual de *backpacks* por crianças, as lesões relacionadas e o uso do *backpack*, os aspectos fisiológicos e biomecânicos que foram utilizados para desenvolver os limites recomendados do peso, e a necessidade para a pesquisa no projeto do *backpack* serão discutidos.

Os estudos indicam que a incidência do uso de *backpack* por crianças de escola no mundo é de pelo menos 90%. A carga varia pela região e dia da semana e

os valores médios das cargas variam extremamente entre os estudos. NEGRINI e CARABALONA (2002) encontraram que a carga diária da média de estudantes italianos sobre uma semana variou de 22 a 27,5% com um estudante que carregou 46,2%. Neste grupo (n= 237), 34,8% carregou mais que 30% de seu peso corporal. Outros estudos reportam cargas menores que variam de 10,3 a 20% do PC (SHEIR et al., 2003; WHITTFIELD et. al, 2001).

Os dados correlativos entre o uso do *backpack* e as lesões indicam que tal uso deve ser suspeitado como uma causa de dor e fraqueza nas crianças. Para que uma deficiência musculoesquelética ocorra, a quantidade de tempo requerida para aparecimento de lesão pelo uso excessivo é grande. Além disso, a associação entre a causa e o efeito pode ser afetada por fatores múltiplos como a atividade física, o crescimento e o desenvolvimento e a postura espinhal da criança, além das variáveis como a carga carregada, a duração do uso do *backpack*, o projeto e o ajuste da carga. Os tipos de ferimentos do *backpack* relataram nas crianças, dor nas costas, dor no ombro e nos músculos. A correlação entre a dor nas costas e o uso do *backpack* foi relatada por diversos autores (GRIMER, WILLIANS, 2000; PASCOE et al., 1997; IYER, 2001), porém sem muita consistência, já que a fadiga, não o peso, foi fator determinante do estudo, e esta é associada com a aptidão física, o projeto do *backpack*, o tempo de carregamento, e a carga.

Além da dor nas costas, o “formigamento” e a dormência nos braços relatados em estudos de Pascoe et al. (1997), as dores no ombro são sintomas consistentes com a pressão da mochila. Essa pressão direta do lugar das cintas do ombro no alto da estrutura do pelo branquial pressiona os nervos de encontro à caixa torácica, criando um esmagamento, gerando sintomas preliminares de lesão, incluindo a fraqueza nos músculos supra-escapular e axilares e, pelos nervos sensoriais dentro da distribuição C5 e C6. Outros relatórios desta circunstância são limitados aos estudos de caso, geralmente de meninos que carregam cargas mais pesadas, por períodos de tempo diferentes da base diária de escolas. A recuperação destes casos é desconhecida, já que a incidência real do sistema neurológico com o uso do *backpack* por crianças de escola revela que os sintomas tendem a diminuir quando o *backpack* é removido.

Ao relacionar os efeitos fisiológicos do uso do *backpack* nas crianças, o esforço cardiovascular requerido durante a marcha com um *backpack* é mínimo.

Estudos utilizando circunstâncias com e sem carga, encontraram uma mudança simbólica no ritmo do coração (MERATI et al., 2001). Outros parâmetros tais como o consumo de oxigênio ($VO_{2máx}$), a ventilação e frequência da respiração eram dependentes da carga transportada. Merati et al. (2001) encontrou que o consumo de oxigênio aumentou de 24% a 26,4% do $VO_{2máx}$ nos meninos e de 28% a 39,7% do $VO_{2máx}$ nas meninas, ao comparar situações sem e com cargas. As diferenças no sexo feminino e masculino são devido à variação no peso relativo da carga (17,6% do PC médio do sexo masculino e 21,4% do sexo feminino). Uma diferença significativa no $VO_{2máx}$ também foi observada por Hong et al. (2000), quando a carga foi de 20% do peso corporal. Embora estes estudos mostrem aumentos significativos no $VO_{2máx}$, a resistência anaeróbia em crianças pré-adolescentes é 55% a 65% do $VO_{2máx}$ e o nível de 30% a 40% do $VO_{2máx}$ pode ser tolerado por períodos prolongados sem experimentar fadiga (MERATI et al., 2001). Assim, mudanças cardiorespiratórias mínimas não devem, teoricamente, aumentar a taxa da fadiga. A pressão sangüínea é dependente do aumento significativo da carga transportada (HONG; WONG, et al., 2000).

Na complementação desse parâmetro, estudo examinam o teste padrão da marcha, a frequência cardíaca (FC) e pressão sangüínea nas crianças que carregam *backpacks* de 0 (controle), 10, 15 e 20% do peso corporal. Quando comparada à condição de carga de 0%, a condição de carga de 20% induz um aumento significativo na inclinação do tronco para frente, dobra a sustentação e duração da passada, e um estado prolongado de recuperação de pressão sangüínea. A condição de carga de 15% induziu um aumento significativo na inclinação do tronco para frente e prolongou o tempo de recuperação da pressão do sangue. Nenhuma diferença significativa foi encontrada nos parâmetros medidos entres as condições de carga de 0 e 10%. Na avaliação das respostas a FC, encontrou-se que andar por vinte minutos na carga de 20% do PC eliciou uma média de 125 batimentos por minuto. Embora as medidas da pressão sangüínea imediatamente após andar não demonstraram nenhuma diferença significativa entre as quatro condições de carregamento, os efeitos no sistema cardiovascular, de carregar diferentes cargas, foram observados para recuperação da pressão sangüínea. As cargas de 15 e 20% do PC requerem um estado mais longo para a pressão retornar à normalidade. Neste estudo, as mudanças de pressão indicaram que tais cargas (15 e 20%)

produziram um stress maior no sistema cardiovascular do que em cargas mais baixas. (HONG et al., 2000).

Considerando as conseqüências biomecânicas do uso do *backpack* nas crianças, ao adicionar peso à região das costas, o CG é deslocado para a parte de trás da base de sustentação. Conseqüentemente, há modificações posturais, em situações estacionárias e dinâmicas, para manter o contrapeso e controle sobre o movimento. A quantidade de carga e mudança postural pode também alterar o padrão da marcha. O grau dessa alteração é dependente da carga, mas não é diretamente proporcional ao aumento desta (GOH, JH. et al., 1998).

Na busca de uma análise dinâmica da biomecânica do carregamento de carga durante a caminhada, estudos descrevem uma investigação nos efeitos, no desempenho humano. De acordo com Ren et al. (2005) o modelo de parâmetros com vistas à produção de um sistema de *backpack* pode ser identificado usando-se um teste dinâmico do equipamento em simulações combinadas de carga. Para tais averiguações, o autor e colaboradores, utilizaram dois sujeitos saudáveis, do sexo masculino para análise experimental, porém os resultados foram reproduzidos usando apenas um dos sujeitos amostrados (masculino, trinta anos e pesando 75kg). Os sujeitos andaram descalços, dentro de um laboratório, sendo filmados em duas circunstâncias, andando sem carga e com uma carga do *backpack* de 10kg, ambas numa velocidade constante. Cada experimento foi medido seis vezes para assegurar um ciclo completo da marcha e, os indivíduos tiveram marcação com placas plásticas especialmente projetadas, em treze segmentos, desde a cabeça até os pés. Um capacete foi utilizado para aumentar a exatidão dos dados gravados do movimento, sendo os moldes e marcos de referência baseados nas recomendações de Capozzo et al. (1995) com pequenas adaptações. Nos resultados, encontrou-se que a força de suspensão do *backpack* e características de amortecimento (viscoelasticidade) tem pouco efeito na energia metabólica da locomoção humana. Entretanto, uma diminuição da força de suspensão oferece vantagens biomecânicas importantes. Os valores de pico da força da carga vertical, agindo no tronco e nos membros inferiores são moderados. As reduções nas pressões das cintas (alças) no ombro e o risco de ferimentos quando cargas pesadas são carregadas, são possíveis com a diminuição da rigidez na suspensão do *backpack*.

Estudos com crianças entre 9 e 10 anos demonstraram que a carga com mochila do tipo *backpack* e a distância, não exerceram nenhuma influência significativa tanto numa marcha rápida quanto numa marcha normal a média, em velocidade constante. Entretanto, quando comparada com as condições de carga de 0, de 10 e de 15%, a carga de 20% induz um aumento significativo na inclinação do tronco. Se a inclinação do tronco for feita com os critérios para determinar o *backpack* permissível carregado por crianças, as cargas não devem exceder 15% do peso corporal. Além disso, a distância deve ser considerada quando as cargas permissíveis são determinadas.⁴

Outros estudos demonstraram alteração pelo uso de mochila do tipo *backpack*. A amostra foi selecionada aleatoriamente de 1263 estudantes na faixa etária de 12-18 anos, para averiguar as queixas de dor na região dorsal e lombar, durante o período e os feriados da escola. Conforme mencionado no estudo, os relatos de dor entre crianças variam de escola e país e das escalas na literatura de 20% a 51%. A consideração da dor nas costas na infância é um fator de risco importante para experimentar a dor na vida adulta, e a prevenção da dor nestas regiões, nos adolescentes e nas crianças, parece ser de grande valor. Os *backpacks* da escola foram relatados à dor em 46% das crianças, e em uma população aleatória selecionada de adolescentes da escola na Europa, sudoeste, 27.7%. Ao conhecimento dos autores, o relatório foi o seguinte: 1) ofereceram uma análise detalhada de dor nas costas, de acordo com sua localização e intensidade; 2) diferenciaram as regiões da dor durante o período da escola e durante os feriados; e 3) correlacionaram a dor em ambas as regiões, com as alterações causadas pelo uso de *backpack*. Uma proporção grande das crianças na escola, na Europa, nos Estados Unidos, e na Austrália carregam *backpacks* com as cargas que excedem 10% (escala, 10%-17%) de seu peso corporal. Na pesquisa, a porcentagem do peso do *backpack* com relação ao peso corporal: 3.5% (escala, 3%-21%), não houve correlação com dores. Porém, a associação entre a dor e o comprimento de tempo

⁴ **Gait and posture responses to backpack load during level walking in children.** Gait and Posture 17, 28-33. 2003. <http://www.capes.gov.br>. Download realizado em 02/03/2005, 3:00PM.

gasto para carregar os *backpacks* durante o período da escola e durante os feriados tiveram uma correlação significativa.⁵

A variação de cargas do *backpack* no pico de força lombosacral durante a caminhada também foi investigada (GOH et al., 1998). O objetivo foi comparar as diferenças em forças sob variação de cargas e determinar as mudanças no pico de forças na junção L5/S1. Dez sujeitos do sexo masculino, com peso, altura e idade similares, foram estudados em três condições diferentes de carregamento de cargas do *backpack*, sendo sem carga, com 15% do PC e 30% do PC. Observou-se que os dez sujeitos, ao andar com carga mais pesada do *backpack*, adotaram uma postura compensatória de flexão do tronco. Andando sem carga contra uma carga de 15% do peso corporal, aumentou a força na espinha lombrosacral em 26,7% e em relação a carga 15-30% a força aumentou para 29,5%. Quando comparado a marcha sem carga do *backpack* com carga de 30% do peso corporal, resultou num aumento correspondente a 64% da força lombosacral,. Entretanto os parâmetros cinemáticos da marcha tais como a velocidade, o comprimento da passada e a cadência, permaneceram sem alterações com o aumento da carga. A escala média do movimento do tronco no plano sagital era aproximadamente 5°, não sendo afetada pelas três condições de carregamento. Porém, diferenças significativas no ângulo médio do tronco (orientação do tronco adotada pelos sujeitos entre as três condições de carregamento) foram observadas. Para a marcha sem carga, o tronco estava geralmente na extensão durante todo o ciclo da marcha, sendo o ângulo médio do tronco de - 8,38°, ao andar com carga de 15% do peso corporal, o ângulo médio foi reduzido a aproximadamente -0,57° na extensão, com 30% do PC, resultou num ângulo médio de aproximadamente +4,26°, implicando que os sujeitos adotassem uma postura de flexão do tronco para frente (vide ilustração B, em anexos). Encontrou-se também, que a força abdominal média sem carga era de 6% ($\pm 2\%$), com 15% do PC, a força era de 9% ($\pm 5\%$) e, com 30% do PC, 8% ($\pm 4\%$), não denotando uma comparação estatística significativa. As conclusões foram que, ao carregar, uma carga durante a caminhada, ocorrerá um aumento desproporcional da força que age na junção L5/S1. Tal resultado evidencia a relevância na prevenção

⁵ ***Backpacks, Back Pain, Sagittal Spinal Curves and Trunk Alignment in Adolescents: A Logistic and Multinomial Logistic Analysis.*** SPINE. Volume 30, N. 2, p. 247-255. <http://www.capes.gov.br>. Download realizado em 25/05/2005, 3:00PM.

de lesão na região lombar, com a determinação de limites individuais de carregamento de cargas.

Com a finalidade de investigar a influencia de diferentes métodos de carregamento do *backpack*, na inclinação, rotação pélvica e ângulo oblíquo, trinta estudantes universitárias (idade média de 22,4 anos) participaram em três circunstâncias experimentais, andando sem carga, carregando um *backpack* unilateralmente e sobre ambos os ombros. O *backpack* foi carregado com a carga de 15% do PC de cada amostrada. A inclinação pélvica era maior com o carregamento bilateral do *backpack* comparado ao carregamento unilateral ou sem carga. O ângulo oblíquo e a rotação pélvica não mudaram nas três condições analisadas, entretanto a escala de movimento destes, foi diminuída significativamente ao andar com um *backpack*. Estes resultados sugerem que o carregamento do *backpack* poderia causar desvios permanentes de postura em estudantes mais jovens (SMITH et al., 2005).

Na modulação da transmissão da força à cabeça ao carregar uma carga do *backpack* em diferentes velocidades, estudos investigam a potencialidade das junções e dos segmentos para reduzir a transmissão de forças durante o carregamento. Onze sujeitos (cinco do sexo masculino e sete do sexo feminino), foram requeridos para carregar um *backpack* com 40% do seu PC durante a marcha em seis velocidades, aumentando de 0,6 a 1,6 m/s⁻¹, de 2 em 2m/s⁻¹, e diminuindo da mesma maneira. Os sujeitos foram filmados em três dimensões, mas a análise da relação da transmissão de choque (TR) foi limitada ao plano sagital. A transmissão de choque foi medida relacionando as acelerações verticais, medidos imediatamente após a batida do pé. A TR para todas as relações aumentou significativamente em função da velocidade crescente. A TR do tornozelo à cabeça não mostrou nenhum aumento significativo em função do carregamento de carga, mas aumentou em função da transmissão de carga no joelho à cabeça. Um efeito significativo da interação revelou que durante o carregamento de carga nas velocidades mais elevadas, a aceleração do tornozelo e do joelho diminuiu abaixo daquelas circunstâncias sem carga. (HOLT et al., 2005).

E para assegurar a preferência dos usuários de *backpack*, estudos relacionando os projetos de *backpack*, denotaram após experiências pós-caminhada de 20 minutos, um modelo australiano que incluiu dois compartimentos principais,

um sistema traseiro detalhado de estofamento e cintas da compressão, como preferido pelos estudantes e este foi refletido por respostas positivas do estudante às perguntas que se relacionam à praticidade, à pressão nos ombros, à tensão nos ombros e à facilidade de andar. A escolha preferida do estudante do *backpack* sugere que inicialmente o estilo era o atributo o mais influenciável, mas a função tornou-se mais importante. Isto também refletiu a dor musculoesquelética relatada ou o desconforto do estudante após a caminhada 20 minutos. As contagens para as perguntas específicas que relacionam-se à tensão e à pressão muscular em partes diferentes do corpo, particularmente a tensão muscular nos ombros e na região das costas, foram refletidas na preferência total do participante da pesquisa. Não obstante, deve-se anotar que mesmo no fim da avaliação, o estilo, as cores e o olhar total do *backpack* eram ainda importantes e não deve ser negligenciado ao projetar um *backpack* ergonomicamente sadio. A presença de compartimentos e de bolsos separados pareceu ser um atributo favorável e os bolsos laterais foram vistos também como positivo. Na conclusão, os resultados deste estudo sugerem que a preferência do *backpack* ao estudante, pode mudar de quando examinam-no primeiramente em perspectiva a quando o usam. (MACKIE et al., 2003).

Baseando-se nos estudos supracitados, entre outros autores no decorrer da pesquisa, torna-se inerente um embasamento sobre a modalidade montanhismo, considerando que este esporte predomina o carregamento de carga em mochila do tipo *backpack*.

2.3 O ESPORTE MONTANHISMO

2.3.1 Relatos e conquistas

De acordo com a UIAA⁶, o montanhismo consiste na atividade de marcha desenvolvida em média montanha até 2500m, onde é necessário o conhecimento de determinadas técnicas (caminhadas em auge e declive) e utilização de equipamentos (mochilas, botas, barracas, lanternas), para estar no meio em autonomia, entretanto, nunca deve necessitar emprego de materiais e técnicas utilizadas em alpinismo e escalada. Considerando tal conceito, as ascensões às montanhas de grande altitude não serão mencionadas, já que as mesmas necessitam emprego de técnicas de escalada, bem como a carga transportada difere do contexto que será analisado nesse trabalho.

O montanhismo tem seus primeiros relatos há muitos anos. Os primeiros registros de ascensões às culminâncias tupiniquins datam do início do século 19, com ascensões à Pedra da Gávea e cumes da Serra da Carioca e Maciço da Tijuca, na sua maioria realizados pelos produtores de café. Em 1856, *José Franklin Massena* subiu parte do Agulhas Negras e em 1817 o Pão de Açúcar foi escalado por uma senhora inglesa e outras duas pessoas que teriam encravado a bandeira da Inglaterra no seu cume. Isso teria provocado uma turma de estudantes da Escola Militar que repetiu a façanha tremulando a bandeira nacional.⁷

O que se pode considerar a primeira ascensão "montanhística" do país aconteceu em 1879, na Serra do Mar paranaense. *Joaquim Olímpio de Miranda* organizou uma equipe com o objetivo claro e determinado de atingir o que era então considerado o ponto mais alto da região, o Marumbi. Esta foi certamente a primeira equipe de montanhistas do país. O cume do conjunto Marumbi foi chamado de Olimpo, em homenagem ao conquistador.⁷

Em 1898 *Horácio de Carvalho* e *José Frederico Borba* tentaram novamente o cume do Agulhas Negras. Chegaram muito perto, mas não conseguiram.⁷

⁶ UIAA - Union Internationale Des Associations D'Alpinisme, organismo internacional que congrega as entidades de montanhismo do mundo. <http://luis-avelar.planetaclix/dicionario.htm>; Consultado em 07/03/05, 1:15PM.

⁷ História do montanhismo na pág. Web AMC – Associação Montanhistas de Cristo. <http://www.montanhistasdecristo.com.br>. Consultado em 05/05/05, 1:25PM.

Em 1912, acontece a conquista que se tornou um marco no montanhismo nacional. Um grupo de alemães chega ao Brasil com a intenção de escalar o Dedo de Deus, em Teresópolis-RJ. Contratam como guia *Raul de Sá Carneiro*, profundo conhecedor da região. Não conseguindo atingir o cume, declaram impossível que alguém o faça, já que eles, alpinistas europeus não conseguiram. Raul se sente ofendido e convida o ferreiro *José Teixeira Guimarães* e os irmãos *Acácio, Alexandre e Américo Oliveira* para tentar a conquista. O grupo parte dia 3 de abril, e no dia 9 atingem o cume da elevação. Utilizando cordas de sisal e chegando a construir escadas de bambu para vencer alguns trechos, fincam a bandeira nacional e uma bandeira branca, para facilitar a visualização de Teresópolis. Na volta, foram recebidos como heróis pela população.⁷

No dia 1º de novembro de 1919 surge o *Centro Excursionista Brasileiro*, no Rio de Janeiro, primeiro clube de montanhistas do país⁷.

Nos anos 40 e 50, o montanhismo tinha uma grande força e atuação em dois centros nacionais, o Rio de Janeiro, com suas inigualáveis serras e montanhas, e o Paraná, também com grandes conquistas realizadas.

2.3.2 Montanhismo no Paraná

No Paraná, depois da Conquista do Olimpo, no Marumbi, uma nova conquista prendeu a atenção dos montanhistas locais. A elevação mais destacada na visão da estação ferroviária do Marumbi, o Abrolhos. Pra quem olha dali, a sensação é de que este seria o cume principal do conjunto. Parecia uma agulha intransponível, com a face norte predominantemente rochosa, um dedo apontando para o céu⁸. Na década de 1930 começaram as primeiras tentativas de alcançar o cume do Abrolhos, todas fracassadas, até que, em 1937, o artista-gravador *José Peon* liderou uma equipe que, depois de quinze investidas, alcançou o cobiçado cume.⁷

Na Serra do Ibitiraquire, uma das cadeias de montanhas do Paraná, igualmente conhecida e freqüentada por tamanha beleza inclui o Pico Paraná, o ponto culminante nesse Estado.

⁸ A parede predominantemente rochosa tem atualmente escadinhas de alumínio que servem de apoio para ascensão dos montanhistas, não necessitando utilização de cordas de escalada.

No Brasil, como visto, inúmeras montanhas fazem parte de imponentes e deslumbrantes paisagens que atraem praticantes da atividade, de diferentes regiões, possibilitando a inter-relação de inúmeras culturas e países.

2.3.3 Praticantes de montanhismo

Ao iniciar a prática do montanhismo, alguns fatores são requeridos, de acordo como o nível de dificuldade da respectiva ascensão.

De acordo com o Presidente da Associação Montanhistas de Cristo, Klaus Krüger (AMC)⁹, as atividades podem durar desde duas horas, considerando a subida e o retorno, até três dias ou mais quando se considera uma travessia entre montanhas. Para quaisquer delas, o praticante precisa adequar-se às necessidades correlatas. Nesse contexto, estão relacionadas as mochilas, que representam a carga que o indivíduo transporta durante a atividade.

Para as atividades mais breves, aconselha-se mochila menor, com cargas mais leves, acrescentando roupas extras, de acordo com a temperatura, bem como alimentação conforme necessidade fisiológica individual. Já nas travessias, que duram em média três dias, a carga é maior, devido a necessidade de maior quantidade de roupas, barraca, entre outros equipamentos como lanterna, fogareiro e maior quantidade de alimentos.

Ainda, segundo, o Presidente, cursos são ofertados para iniciação ao montanhismo, que sugerem desde o que levar até a maneira adequada de arrumar a carga nas mochilas e como se portar nas montanhas (incluindo educação ambiental).

⁹ AMC (Fundada desde 16 de outubro de 1992, quando aconteceu a primeira reunião de Montanhistas de Cristo, onde foram definidos os estatutos e estrutura do grupo): entrevista via telefone no dia 06/05/05 às 22H50, com o Presidente desta.

3 METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir de uma Revisão de Literatura, do tipo fenomenológica, abordando uma descrição direta da experiência, baseada em artigos da CAPES, entre outros artigos / publicações pertinentes ao assunto deste estudo.

4 CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a marcha humana, os ângulos articulares variam, o que afeta o momento de inércia dos segmentos. A literatura epidemiológica, fisiológica e biomecânica reporta que a carga transportada durante a marcha é determinante na integridade do sistema músculo-esquelético.

Considerando o uso de *backpack* por crianças e de acordo com a literatura atual, o valor de 10 a 15% do peso corporal é um limite justificado, baseando-se em dados epidemiológicos, fisiológicos e biomecânicos. Entretanto, na correlação com dores nas costas, fatores como a distância percorrida com a carga, o modelo do *backpack*, aptidão física da criança, e a maturação física, são relevantes na recomendação da carga.

Na investigação dos efeitos, no desempenho humano, durante a caminhada, encontrou-se que a força de suspensão do *backpack* e características de amortecimento têm pouco efeito na energia metabólica da locomoção humana. Entretanto as cintas apertadas nos ombros podem interferir com a circulação e o sistema nervoso e desenvolver fraqueza nos braços e mãos, além de adotar uma postura maior de flexão do tronco para frente. Logo, uma diminuição da força de suspensão oferece vantagens biomecânicas importantes. Essa postura compensatória de flexão do tronco é também investigada no pico de força lombosacral, reportando um aumento desproporcional na força que age na junção L5/S1, durante o carregamento de diferentes cargas.

Na inclinação e rotação pélvica em estudantes universitárias, as alterações nas angulações, com a carga de 15% do peso corporal, em circunstâncias sem carga, unilateralmente e bilateralmente, os resultados sugerem que o carregamento inadequado do *backpack* poderia causar desvios permanentes de postura.

Na investigação da potencialidade das junções e dos segmentos para reduzir a transmissão de forças durante o carregamento de cargas, encontrou-se que a aceleração do tornozelo e do joelho diminui abaixo das circunstâncias sem carga, durante as velocidades mais elevadas.

E, na escolha do modelo de *backpack*, a preferência dos estudantes prevaleceu à função, denotando a importância com relação à praticidade, à pressão nos ombros, à tensão nos ombros e à facilidade de andar.

Considerando a modalidade esportiva montanhismo como diretamente relacionada ao carregamento de carga, torna-se pertinente um estudo experimental dos diversos aspectos correlacionados, entre eles, o biomecânico e fisiológico. Sugere-se então, como recomendação de novos estudos, a avaliação da marcha de praticantes de montanhismo, delimitando um mínimo de cinco anos de prática sistemática da modalidade. Para tal, utilizando-se um modelo biomecânico, em circunstâncias de carregamento diferentes, com ênfase às possíveis alterações nos ângulos articulares, bem como os fatores que podem estar relacionados à performance dos praticantes.

Outro estudo sugerido é a realização desta mesma avaliação (modelo biomecânico) em ambiente condizente com a prática, perfazendo as condições reais às quais os praticantes vivenciam com a modalidade.

REFERÊNCIAS

- AABERG, E. **Musculação: Biomecânica e Treinamento**. 1ª ed. Manole, São Paulo, 2001.
- ACENSIO, G. B. **Marcha Humana, a Corrida e o Salto**. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2001.
- ANDRIACCHI, T. P.; OGLE, J. A.; GALANTE, J. O. **Walking speed as basic for normal and abnormal gait measurements**. Journal biomechan, v. 10, p. 261-268, 1997. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 19/08/05, 3:29PM.
- BALAGUE, F; DUTOI, G; WALDBURGER, M. **Low back pain in schoolchildren: an epidemiological study**. <http://www.bmj.com>; Download realizado em 20/09/2005, 1:00PM.
- CASTRO, S. V. **Anatomia Fundamental**. McGraw-Hill do Brasil, 2ª ed. São Paulo, 1980.
- CAPPOZZO, A.; CATANI, F.; DELLA, C. U.; LEARDINI, A. **Position and orientation of bones during movement: anatomical frame definition and determination**. Clinical Biomechanics 10, 171-178, 1995. <http://www.capes.gov.br>; Download realizado em 19/08/2005, 3:00PM.
- CAVANAGH, P. R.; KRAM, R. **Stride length in distance running: velocity, body dimensions, and added mass effects**. In: Biomechanics of distance running. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois, p.35-64, 1990. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 12/09/05, 6:30 PM.
- ENOKA, R.M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. 2ª ed. São Paulo: Manole, 2000.
- FRACCAROLI, J. L. **BIOMECÂNICA: Análise dos Movimentos**. 2ª ed. Cultura Médica: 1981.
- GOH, JH; THAMBYAH, A.; BOSE K. **Effects of varying backpack loads on peak forces in the lumbosacral spine during walking**. Clinical Biomechanics. Vol. 13 (suppl 1): 26–31, 1998. <http://www.capes.gov.br>; Download realizado em 22/08/2005, 5:00PM.
- GRIMMER, K.; WILLIAMS, M. **Gender-age environmental associates of adolescent low back pain**. Applied Ergonomics 31: 343-60, 2000. <http://www.capes.gov.br>; Download realizado em 24/08/2005, 5:30PM.
- GROSS, Jeffrey; FETTO, Joseph; ROSEN, Elaine. **Postura e Marcha**. Porto Alegre: Artmed, p.430-439, 2000.

- HAKALA, P; RIMPELA, A; SALMIEN, JJ, et al. **Back, neck, and shoulder pain in Finish adolescents: national cross sectional surveys.** 2002. <http://www.bmj.com>; Download realizado em 22/09/2005, 5:30PM.
- HAY, J.G.; REID, J.G. **As bases anatômicas e mecânicas do movimento humano.** Rio de Janeiro: Prentice/Hall do Brasil, 1985.
- HONG, Y. ; LI, J. X; WONG, A. S., et al. **Effects of load carriage on heart rate, blood pressure and energy expenditure in children.** Ergonomics. 43: 717-27, 2000. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 26/09/05, 1:00 PM.
- HONG, Y.; CHEUNG, Chi-Kin. **Gait and posture responses to backpack load during level walking in children.** Gait and Posture 17, 28-33. 2003. <http://www.capes.gov.br>; Download realizado em 02/03/2005, 3:00PM
- HOLT, K. G.; WAGENAAR, R. C.; KUBO, M.; LAFIANDRA, M. E.; OBUSEK, J. P. **Modulation of force transmission to the head while carrying a backpack load at different walking speeds.** Journal Of Biomechanics 38: 1621-1628, 2005. <http://www.capes.gov.br>; Download realizado em 22/09/2005, 5:30PM.
- IYER, S. R. **An ergonomic study of chronic musculoskeletal pain in schoolchildren.** Indian J. Pediatric 68: 937-41, 2001. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 29/09/05, 2:00 PM.
- JONES, B. H. **Overuse injuries of the lower extremities associated with marching, jogging and running: a review.** Military Medicine 148, 783-788, 1983. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 29/09/05, 1:30 PM.
- KNAPIK, J.; HARMAN, E., REYNOLDS, K. **Load carriage using packs: a review of physiological biomechanical and medical aspects.** Applied Ergonomics 27, 207-215, 1996. <http://www.capes.gov.br>; Download realizado em 22/08/2005, 5:30PM.
- KOROVESSIS, P. MD, PhD, KOUREAS, G. MD, ZACHARATOS, S. MD; PAPAISIS, Z. MD. **Backpacks, Back Pain, Sagittal Spinal Curves and Trunk Alignment in Adolescents: A Logistic and Multinomial Logistic Analysis.** SPINE. Volume 30, N. 2, p. 247-255, 2005. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 22/09/05, 2:30 PM.
- LIPPERT, L. **Cinesiologia Clínica para Fisioterapeutas.** Incluindo Teste para Auto Avaliação. Revinter, Rio de Janeiro, 1996.
- MACKIE, H. W.; LEGG, S. J.; BEADLE, J.; HEDDERLEY, D. **Comparison of four different backpacks intended for school use.** Applied Ergonomics 34: 257-264, 2003. <http://www.capes.gov.br>; Download realizado em 23/08/2005, 5:30PM.
- MENA, D.; MANSOUR, J. M.; SIMON, S. R. **Analysis and synthesis of human swing leg motion during gait and its clinical applications.** Journal Biomechan,

v. 14, n. 12, p. 823-832, 1981. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 22/09/05, 5:30 PM.

MERATI, G.; NEGRINI, S.; SARCHI, P. et al. **Cardio-respiratory adjustments and cost of locomotion in school children during backpack walking.** Eur. J. Applied Physiol. 85: 41-8, 2001. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 22/09/05, 4:25 PM.

METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA.

http://members.tripod.com/~netopedia/diversos/met_cientpesq.htm; Download realizado em 28/03/2005, 1:15PM.

MIRANDA, E. **Bases de Anatomia e Cinesiologia.** Sprint, 4ª ed. Rio de Janeiro, 2003.

NEGRINI, S. **Isokinetic assessment in schoolchildren with low backpain.** Isokinetics & Exercise Science. 8:203-12, 2000. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 22/09/05, 11:29 PM.

NEGRINI S, CARABALONA R. **Backpacks on schoolchildren's perceptions of load, associations with back pain and factors determining the load.** Spine 27: 187-95, 2002. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 22/09/05, 3:30 PM.

PASCOE, D. D.; PASCOE, D. E.; WANG, Y. T., et al. **Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths.** Ergonomics 40: 631-41, 1997. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 22/09/05, 5:35 PM.

PATLA, A. E. **Dimensions of mobility: Defining the complexity and difficulty associated with community mobility – Scholarly Review, 1999.** <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 22/09/05, 11:29 PM.

RASCH, P. J. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada.** 7ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1991.

REN, L.; JONES, R. K.; HOWARD, D. **Dynamic analysis of load carriage biomechanics during level walking.** Journal Of Biomechanics 38: 853-863, 2005. <http://www.capes.gov.br>; Download realizado em 23/09/2005, 3:30PM.

ROACH, K. E.; MILES, T. P. **Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age.** Physiotherapy, v. 71, p. 656-665, 1991. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 23/09/05, 1:30 PM.

ROSE, J.; GAMBLE, J. G. **Marcha Humana.** 2ª ed. São Paulo: premier, 1998.

ROSSI, Wilson R. **Marcha Normal.** In: HERBERT, Sizínio; XAVIER, Renato, et al. **Ortopedia e Traumatologia: Princípios e Prática.** Porto Alegre: Artmed, p.46-51, 1998.

- ROWLAND, Lewis P. **Merrit tratado de neurologia**. 7^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.
- SALGADO, A. S. I. **Reeducação funcional proprioceptiva do joelho e tornozelo**. São Paulo: Lovise, 1995.
- SHEIR-NEISS, G. J.; KRUSE R. W.; RAHMAN, T. et al. **The association of backpack use and back pain in adolescents**. Spine 28: 922–30, 2003. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 23/09/05, 4:35 PM.
- SMITH, B.; ASHTON, K. M.; BOHL, D.; CLARK, R. C.; METHENY, J. B.; KLASSEN, S. **Influence of carrying a backpack on pelvic tilt, rotation, and obliquity in female college students**. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 22/09/05, 11:29 PM.
- SUTHERLAND, D. H. **Gait disorders in childhood and adolescence**. Baltimore: Williams & Wilkins, p. 10-13, 1984. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 19/09/05, 1:00 PM.
- VIEL, Eric. **Marcha Humana, a Corrida e o Salto**. Ed. Manole, 2001.
- WEINECK, J. **Anatomia aplicada ao Esporte**. Manole. São Paulo, 1984.
- WHITTFIELD, J. K.; LEGG, S. J.; HEDDERLEY, D. I. **The weight and use of schoolbags in New Zealand secondary schools**. Ergonomics 44: 819–24, 2001. <http://www.sciencedirect.com> Download realizado em 22/09/05, 11:29 PM.

ANEXOS

Anexo A -Ilustrações – Modelos de *Backpacks*

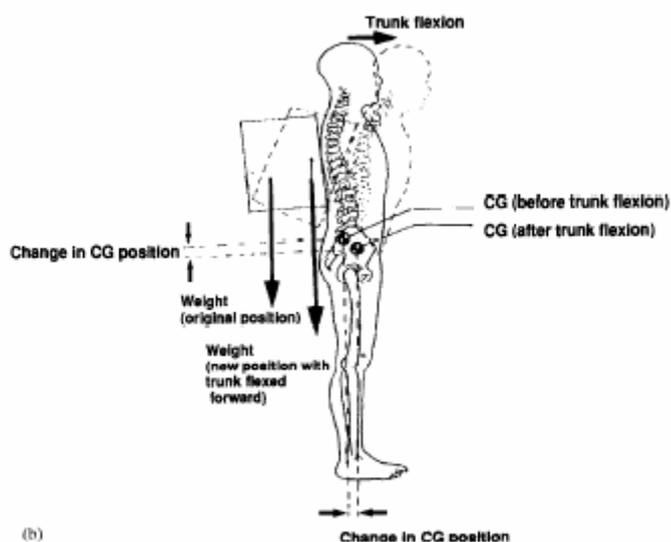
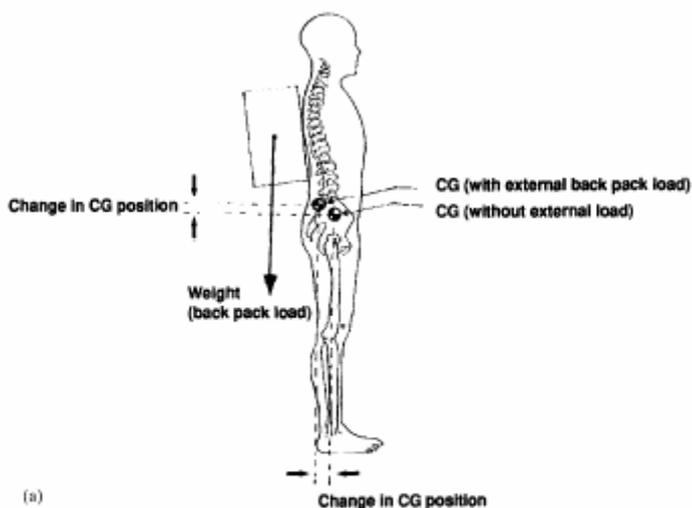


Disponível online: <http://produto.mercadolivre.com.br>. Consultado em 10/08/2005.

- 1- Bolsos externos para luvas, tênis, objetos molhados, etc...
- 2- Compartimento para capacete ou outro volume externo
- 3- Bolsos para equipamentos e/ou documentos
- 4- Alças ajustáveis
- 5- Alça/passador do tubo do sistema de hidratação (opcional).
- 6- Sistema de jaqueta (a mochila veste como uma jaqueta o que garante muito mais conforto, praticidade e segurança.

- VOLUME 18 litros
- APLICAÇÃO Para quem pratica trekking, caminhadas, expedições, corrida de aventura e atividades ao ar livre.
- MOCHILA resistente e confortável para uso profissional ou para atletas que buscam performance em competições.
- REVESTIMENTO externo em material resistente com furos inferiores para drenagem.
- BACK PACK compartimento para sistema de hidratação (back pack) de 1,5 litros e canais de passagem e fixação do tudo de hidratação.

Anexo B – Ilustração – Centro de Gravidade



(a) Esquematização da mudança de posição do centro de gravidade quando é adicionado carga ao *backpack*; (b) O centro de gravidade é deslocado para frente flexionando o tronco.

Fonte: Clin. Biomech. Vol. 13, No. 1 (1997)

Anexo C – Praticantes de Montanhismo da Associação Montanhistas de Cristo



Foto: Amanda – AMC

Anexo C – Utilização de *backpacks* (ascensão ao cume de montanha)



Foto: Amanda – AMC (utilização de *backpacks*)