



INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

**EFEITOS DA SOBRECARGA DAS MOCHILAS ESCOLARES NAS
ALTERAÇÕES POSTURAS E DE EQUILÍBRIO**

MÓNICA MARIA RODRIGUES JARDIM

PROF.^a DOUTORA ISABEL COUTINHO

Mestrado em Fisioterapia

Lisboa, 2013

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAUDE DE LISBOA

**EFEITOS DA SOBRECARGA DAS MOCHILAS ESCOLARES NAS
ALTERAÇÕES POSTURAS E DE EQUILÍBRIO**

MÓNICA MARIA RODRIGUES JARDIM

PROF.^a DOUTORA ISABEL COUTINHO

JÚRI

PROF.^a DOUTORA BEATRIZ FERNANDES

PROF. DOUTOR JOAQUIM SILVEIRA SÉRGIO

Mestrado em Fisioterapia

Lisboa, 2013

Agradecimentos

Aos meus pais que sempre me apoiaram em todos os meus projectos, pela privação do meu tempo e stress sofrido ao longo da realização do Mestrado.

Ao meu namorado Norberto, compreensivo, companheiro, paciente, amigo e incentivador. Pelos meus momentos de ausência e stress ao longo da realização deste trabalho. Pela privação do meu tempo, de muitos fins-de-semana.

Às minhas amigas Diana e Carolina que me acompanharam nesta jornada académica, pela amizade e pelo incentivo.

Aos colegas de Mestrado, pelos agradáveis momentos, ao longo de quase um ano de convívio, especialmente à minha colega e amiga Catarina Palmeira pelo apoio, força e boa disposição.

À orientadora Isabel Coutinho pela atenção e conhecimentos dispensados na elaboração deste trabalho.

Ao Director da Escola Básica dos 1º, 2º e 3º Ciclos/PE Professor Francisco M.S. Barreto – Fajã da Ovelha, Prof. Delfim Lourenço pela disponibilidade e interesse no trabalho de investigação.

Aos encarregados de educação pela autorização na participação dos seus educandos no projecto, bem como pela confiança que depositaram neste trabalho.

Aos alunos da escola que participaram voluntariamente nesta pesquisa, pois sem eles este estudo não teria sido possível.

A Amélia Pascoal pela sua rápida orientação e transmissão de conhecimentos.

Obrigada!

*De tudo ficaram três coisas:
A certeza de que estamos sempre começando...
A certeza de que precisamos continuar...
A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...
Portanto devemos:
Fazer da interrupção, um caminho novo...
Da queda, um passo de dança...
Do medo, uma escada...
Do sono, uma ponte...
Da procura, um encontro...*

Fernando Sabino

Resumo

Introdução: As cargas das mochilas escolares produzem mudanças na postura em pé, quando comparadas com a postura sem carga. Há pouca evidência quanto ao facto da exposição a carga posterior produzir efeitos prejudiciais no tecido ósseo. **Objectivo:** Analisar os efeitos da carga em mochilas escolares sobre a postura e o equilíbrio. **Amostra:** Por conveniência, constituída por 19 indivíduos saudáveis, de ambos os géneros, de duas turmas do 8º ano, com idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos. **Metodologia:** Estudo quase-experimental e analítico. Os instrumentos de avaliação utilizados foram o *FRT* e o SAPO, em que o equilíbrio e as alterações posturais foram avaliados: sem carga e com 5%, 10% e 15% do peso corporal na mochila. **Procedimentos Estatísticos:** Estatística descritiva (medidas de localização central) para a caracterização da amostra e a estatística inferencial para identificar relações entre as variáveis, com os testes paramétricos e os Coeficientes de Pearson. **Resultados/Discussão:** O aumento da percentagem de carga na mochila levou a uma diminuição da *performance* do *FRT* e os ângulos crânio-vertebral, crânio-cervical e o dorsal diminuíram à medida que aumentávamos a carga, enquanto os ângulos crânio-cervico-dorsal e o ângulo lombar aumentaram ligeiramente. A partir dos 15% de peso corporal houve maiores alterações a nível do equilíbrio e alterações posturais. **Conclusão:** Por existirem diferenças aquando da realização dos testes com e sem mochila, pode-se classificar o transporte de mochilas como um factor de alteração da postura e do equilíbrio. No entanto, a longo prazo, não podemos classificar estas alterações como prejudiciais.

Palavras-chave: Mochilas, postura, equilíbrio, dores na coluna.

Abstract

Introduction: Backpack loads produce changes in the standing posture compared with posture without loads. There is little evidence as to whether exposure to later load produces harmful effects on bone tissue. **Objective:** Analyze the effects of school backpack loads on posture and balance. **Sample:** Convenience sample consisting on 19 healthy subjects, of both genders, from two classes of 8th grade, aged between 13 and 15 years. **Methodology:** Quasi-experimental and analytical study. The assessment instruments used were the FRT and PAS, which evaluated the changes in postural angles and changes of balance in the standing position, with variations of weight: without load, 5%, 10% and 15% of body weight in the children's backpacks. **Statistical procedures:** Descriptive (measures of central location) for sample characterization and inferential statistic to identify relations between variables, with Parametric tests and Pearson's coefficients. **Results / Discussion:** The increase of percentage of weight in the school backpack led to a decrease in the performance of the Functional Reach Test and also the cranial-spinal, the cranial-cervical and dorsal angles decreased as we increased the load. The cranial-cervical dorsal and lumbar angles slightly increased as we increased the percentage of load in the backpack. There were more changes in balance and postural angles with backpacks loaded with 15% of body weight. **Conclusion:** We can classify school backpacks as a factor that changes posture and balance, for existing differences in the tests, with and without the backpack. However, at long term, these changes cannot classify as being harmful to individuals.

Keywords: backpacks, posture, balance, back pain.

Índice Geral

Agradecimentos.....	iii
Resumo	v
Abstract	vi
Índice de Tabelas	ix
Índice de Figuras	xi
Índice de Gráficos	xii
Lista de Abreviaturas	xiii
1. Introdução	01
2. Enquadramento teórico	04
2.1. Postura	04
2.1.1. Tipos de Postura	05
2.2. Controlo, estabilidade postural e equilíbrio	07
2.2.1. Reacções de rectificação e de equilíbrio	08
2.2.2. Inervação recíproca	09
2.2.3. <i>Feedback</i> e <i>feedforward</i> sensorio-motores	11
2.2.4. Vias neurais do equilíbrio	12
2.2.5. Regulação do equilíbrio e do tónus muscular	13
2.3. Postura, equilíbrio e estabilidade como princípios para o movimento	13
2.4. Desenvolvimento da coluna vertebral	14
2.5. Alterações posturais	15
2.6. Biomecânica relacionada a sobrecargas	16
2.7. Efeito da mochila escolar na postura	16
3. Metodologia	22
3.1. Desenho do estudo	22
3.2. Amostra	22
3.3. Critérios de selecção da amostra	22
3.3.1. Critérios de Inclusão	22
3.3.2. Critérios de Exclusão	22
3.4. Variáveis do estudo	23
3.4.1. Variável Independente	23
3.4.2. Variável Dependente	23

3.5. Instrumentos de avaliação	23
3.5.1. Teste de alcance funcional ou <i>functional reach test</i>	23
3.5.2. Software de avaliação postural (SAPO)	24
3.6. Procedimentos	24
3.7. Ética	31
3.8. Procedimentos estatísticos	31
4. Resultados	33
5. Discussão	52
6. Considerações finais	57
7. Conclusão	58
8. Referências bibliográficas	60
9. Apêndices	
9.1. Apêndice 1 – Caracterização da amostra	64
9.2. Apêndice 2 – Pedido de autorização para a instituição escolar ..	65
9.3. Apêndice 3 – Documento explicativo do estudo	66
9.4. Apêndice 4 – Consentimento informado	67

Índice de Tabelas

Tabela 3.1: Ângulos Posturais e suas descrições	34
Tabela 4.2: Caracterização da amostra relativamente às variáveis quantitativas ..	38
Tabela 4.3: Classificação da Índice de Massa Corporal baseado em dados da World Health Organization (WHO/OMS)	39
Tabela 4.4: Teste de Normalidade Shapiro-Wilk FRT	40
Tabela 4.5: Teste de Normalidade Shapiro-Wilk Ângulos Posturais	40
Tabela 4.6: Teste de Esfericidade de Mauchly	41
Tabela 4.7: Testes Multivariados	41
Tabela 4.8: Testes of Within-Subjects Effects	41
Tabela 4.9: Médias do FRT sem carga com 5%, 10% e 15% de massa corporal ..	42
Tabela 4.10: Médias do ângulo crânio-vertebral, com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal	43
Tabela 4.11: Médias do ângulo crânio-cervical, com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal	44
Tabela 4.12: Médias do ângulo crânio-cervico-dorsal com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal	45
Tabela 4.13: Médias do ângulo dorsal com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal	46
Tabela 4.14: Médias do ângulo lombar com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal	47
Tabela 4.15: Resumo das médias das variáveis dependentes FRT e ângulos posturais (ACV, ACC, ACCD, AD e AL)	48
Tabela 4.16: Tabela das Correlações de Pearson de idade, altura, peso comprimento do pé e IMC	49
Tabela 4.17: Tabela das Correlações de Pearson entre as variáveis independentes e o FRT sem carga	50
Tabela 4.18: Tabela das Correlações de Pearson entre as variáveis independentes e os ângulos posturais sem carga	50
Tabela 4.19: Tabela das Correlações de Pearson do FRT e dos ângulos posturais sem carga	51
Tabela 4.20: Tabela das Correlações de Pearson do FRT e dos ângulos posturais com 5% de carga	52
Tabela 4.21: Tabela das Correlações de Pearson do FRT e dos ângulos posturais com 10% de carga	53

Tabela 4.22: Tabela das Correlações de Pearson do FRT e dos ângulos posturais com 15% de carga	54
---	----

Índice de Figuras

Figura 2.1: Planos e eixos principais do corpo humano	11
Figura 2.2: Linha de gravidade e Centro de Gravidade	11
Figura 3.3: Balança digital Taurus® Oslo	29
Figura 3.4: Fitas métricas	29
Figura 3.5: Livros previamente pesados	29
Figura 3.6: Computador portátil e material de registo	29
Figura 3.7: Posição confortável antes dos testes	30
Figura 3.8: Mochila utilizada nos testes	30
Figura 3.9: Máquina fotográfica digital Samsung® PL 150	31
Figura 3.10: Tripé Hama® Star 61, 60cm–153cm e adesivos marcadores ...	31

Índice de Gráficos

Gráfico 4.1: Caracterização da amostra quanto ao Género	37
Gráfico 4.2: Caracterização da amostra quanto à Idade	37
Gráfico 4.3: Caracterização percentual da amostra quanto ao IMC	39
Gráfico 4.4: Médias do FRT sem carga, com 5%, 10% e 15% de massa corporal	42
Gráfico 4.5: Médias do ângulo crânio-vertebral, com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal	43
Gráfico 4.6: Médias do ângulo crânio-cervical sem carga com 5%, 10% e 15% de massa corporal	44
Gráfico 4.7: Médias do ângulo crânio-cervico-dorsal com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal	45
Gráfico 4.8: Médias do ângulo dorsal com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal	46
Gráfico 4.9: Médias do ângulo lombar com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal	47

Lista de Abreviaturas

ACC – Ângulo Crânio-Cervical

ACCD - Ângulo Crânio-Cervico-Dorsal

ACV – Ângulo Crânio-Vertebral

AD – Ângulo Dorsal

AL – Ângulo Lombar

CG – Centro de Gravidade

CP – Controlo Postural

FRT – Functional Reach Test

OMS/WHO – Organização Mundial de Saúde/World Health Organization

PAS – Postural Assessment Software

SAPO – Software de Avaliação Postural

SNC – Sistema Nervoso Central

1. Introdução

Muitos problemas posturais, principalmente aqueles relacionados com a coluna vertebral, têm a sua origem no período de crescimento e desenvolvimento corporais, ou seja, na infância e na adolescência.^{1,2} Além disso, durante o período de desenvolvimento motor/físico, os indivíduos estão sujeitos a comportamentos de risco para a coluna, principalmente aqueles associados a erros na utilização da mochila e a erros na posição de sentada.³

A utilização da mochila é um meio adequado para o transporte de cargas sobre a coluna vertebral, quando utilizadas as duas alças simetricamente sobre os ombros e próximo da coluna, mantendo assim a estabilidade.^{4,5} É uma das várias formas de transporte de carga manual que proporciona versatilidade e é frequentemente utilizada por alpinistas, viajantes e militares, bem como estudantes.⁴

O stress físico diário associado à utilização de mochilas causa uma significativa inclinação anterior da cabeça e do tronco.^{6,7} Assim, supõe-se que adaptações posturais anormais, diária e intermitentemente, podem resultar em dor e incapacidade nas crianças em idade escolar.⁵

O pico da taxa de crescimento ocorre durante a puberdade, e o crescimento do sistema apendicular do esqueleto cessa aos 16 anos de idade, no sexo feminino, e aos 18 anos, no sexo masculino.^{8,9} No entanto a ossificação secundária das vértebras só está completa por volta dos 25 anos.^{8,9} Portanto, a coluna vertebral pode ser susceptível a lesões por um maior período de tempo. Portanto, o uso adequado de mochila deve ser realçado durante estes anos.⁹

O transporte de cargas posteriormente, por parte dos jovens, tem sido associado a dores na coluna, e o número de alterações posturais produzido pelo transporte de carga tem sido usado como medição do potencial da causa de danos teciduais.^{5, 7, 8,10}

Quando a mochila é posicionada posteriormente ao corpo, o centro de gravidade desloca-se posteriormente, sobre a base de apoio.^{6, 7, 8, 9} Assim, para suportar a carga, o peso corporal desloca-se para a frente no tornozelo ou quadril, inclinando anteriormente a cabeça e provocando rigidez dos músculos posturais. As crianças têm cabeças relativamente maiores, tendo, também, maior centro de massa próximo da T12, em comparação com L5-S1 em adultos.⁹

Esta alteração ao nível da coluna, e por vezes da morfologia das curvaturas da coluna (alterações de origem músculo-esquelética e biomecânica, combinadas com

uma diminuição das vivências de uma mobilidade normal), levarão a alterações no controlo postural (CP).^{11, 12}

O CP define-se como a habilidade de manter o centro de gravidade (CG) dentro da base de suporte, sob condições estáticas.^{12, 13} Um adequado CP e o controlo do Equilíbrio, quer em condições dinâmicas, quer em condições estáticas, são um pré-requisito para um desenvolvimento apropriado dos movimentos voluntários, comunicação e integração social.^{11, 12, 13}

A capacidade de controlar a posição do nosso corpo no espaço, emerge de uma interacção complexa entre o sistema músculo-esquelético e neural. Qualquer afecção de um destes sistemas influencia o CP.^{12, 13}

As crianças em idade escolar lutam para manter a postura e o equilíbrio, enquanto carregam mochilas sobrecarregadas, que contêm livros e material escolar. Os estudos indicam, que as cargas da mochila representam uma percentagem significativa do peso corporal da criança.^{14, 15}

Na verdade, o peso da mochila medido em percentagem do peso corporal parece ser eficaz na previsão de dor nas costas em adolescentes.^{16, 17} Se tais riscos persistem ao longo de muitos anos escolares, podem causar problemas crónicos nas costas, os quais podem estender-se até a idade adulta.^{14, 16}

Isto levou a que vários estudos e a Organização Mundial da Saúde (OMS) sugerissem que o peso das mochilas, pastas e similares não deve ultrapassar 5% do peso corporal de crianças da pré-escola e 10% do peso corporal do aluno do ensino básico. Apesar disso, uma proporção considerável de crianças em idade escolar transporta mochilas que estão acima de 10% do seu peso corporal.¹⁵

Logo, julga-se ser de extrema importância estudar a relação entre a sobrecarga de mochilas escolares, as alterações posturais e os limites de estabilidade, dado que alguns estudos têm indicado que 10% a 30% de crianças saudáveis experienciam dores nas costas, principalmente dor lombar, até à adolescência. Ou seja, as dores nas costas em crianças parecem ser mais comuns do que se pensava anteriormente.^{6, 7}

Deste modo, existe a necessidade de desenvolver estratégias na área da fisioterapia preventiva, preparando o futuro destas crianças de uma forma mais assertiva e eficaz.

Os testes foram aplicados a uma amostra de conveniência constituída por 19 crianças com idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos, com desenvolvimento dito normal, tendo em conta as características indicadas nos critérios de inclusão e exclusão.

Com este estudo pretende-se atingir um objectivo geral: analisar os efeitos da carga em mochilas escolares sobre a postura e o equilíbrio, determinando as alterações dos ângulos posturais e os limites de estabilidade na posição ortostática, com variações de peso nas mochilas, em crianças do ensino básico, através de um estudo quase-experimental e analítico, investigando o impacto da carga das mochilas escolares em adolescentes.

2. Enquadramento teórico

2.1. Postura

O conceito de postura tem evoluído ao longo dos anos. Whitman descreveu a postura humana vertical como uma luta constante contra a força da gravidade. Ao reconhecer isto, oferece-se aqui uma definição mais precisa da competência de postura, em termos de capacidade para:

- Ajustar e distribuir peso simetricamente pelas superfícies de suporte de carga;
- Seleccionar e adaptar o alinhamento adequado dos segmentos do corpo para a performance eficiente de uma actividade específica;
- Equilibrar e estabilizar a atitude corporal seleccionada, relativamente à superfície de suporte;
- Ajustar às mudanças no corpo ou superfície de suporte, mantendo o equilíbrio e a estabilidade;
- Libertar as partes do corpo necessárias ao movimento do seu papel de suporte de carga;
- Assegurar um ponto fixo sobre o qual os músculos possam actuar.

Uma postura correcta é a atitude corporal que facilita a máxima eficiência numa actividade específica, em termos de eficácia e custo de energia, sem causar lesões no sistema corporal. Por conseguinte, uma postura incorrecta pode ser demonstrada de várias formas, por exemplo: o levantamento incorrecto de um peso que resulta numa lesão no disco intervertebral ou a dificuldade crescente em escrever quando o braço não está devidamente apoiado. ^{18, 19}

A principal preocupação é alcançar o objectivo com o mínimo dispêndio de energia e não a maneira como é alcançado. ^{18, 19}

Assim, podemos definir Postura como sendo a *“posição ou atitude do corpo, a disposição relativa das partes do corpo para uma actividade específica ou uma maneira característica de suportar o próprio corpo”*. Ligamentos, fâscias (ou aponevroses), ossos e articulações são estruturas inertes que suportam o corpo, enquanto os músculos e suas inserções tendinosas são as estruturas dinâmicas que mantêm o corpo numa determinada postura e o deslocam de uma postura para outra.

^{18, 19}

A gravidade impõe uma carga às estruturas responsáveis por manter o corpo numa postura erecta. Normalmente, a linha da gravidade passa pelas curvaturas fisiológicas da coluna vertebral e elas ficam equilibradas. Se o peso numa região se desloca para fora da linha de gravidade, a restante coluna faz uma compensação para recuperar o equilíbrio.¹⁹

2.1.1. Tipos de postura

Postura padrão

É necessária a existência dum padrão para avaliar o alinhamento da postura. *“Na postura padrão, a coluna apresenta as curvaturas normais e os ossos dos membros inferiores ficam em alinhamento ideal para a sustentação do peso. A posição neutra da pélvis conduz ao bom alinhamento do abdómen, do tronco e dos membros inferiores. O tórax e a coluna superior ficam numa posição que favorece a função ideal dos órgãos respiratórios. A cabeça fica numa posição bem equilibrada que minimiza a sobrecarga da musculatura cervical”*, afirma Kendall.²⁰

Massada diz que na posição ortostática, a postura ideal no plano sagital é usualmente referida como aquela em que a linha vertical delineada pelo lóbulo e da orelha, atravessa a articulação do ombro pela linha mediana do tronco, pelo grande trocânter, passando pelo joelho, à frente da linha mediana, terminando anteriormente ao maléolo externo. O mesmo autor defende que quaisquer alterações existentes no alinhamento de um dos segmentos, irá resultar em modificações compensatórias.²¹

Segundo Kendall, no plano frontal, a postura padrão, ou, linha de gravidade (figura 2.1 e figura 2.2), é delineada desde a linha média da cabeça que coincide com os processos espinhosos cervicais até à distância média dos calcanhares, estando as omoplatas separadas por 10 centímetros, entre a segunda e a sétima vértebra torácica. A pélvis encontra-se numa posição neutra e os pés fazendo um grau de abdução de 8 a 10 graus.^{20, 21}

No plano lateral (figura 2.2), a linha de gravidade atravessa o meato acústico externo, o processo odontóide da segunda vértebra cervical, as junções anatomo-funcionais na coluna vertebral, o centro de gravidade (CG) do corpo e as articulações do quadril, joelho e tornozelo.²⁰

Assim sendo, a linha de gravidade é uma linha que passa na intersecção do plano sagital com o plano frontal (horizontal) e o Centro de Gravidade (CG), ou seja, ponto no qual se concentra toda a massa de um corpo e sobre o qual actua a gravidade, dentro dos limites de estabilidade.^{20, 21}

A posição de equilíbrio situa-se, hipoteticamente, em redor dessa linha, implicando uma distribuição equilibrada do peso e uma posição estável em cada uma das articulações.²⁰

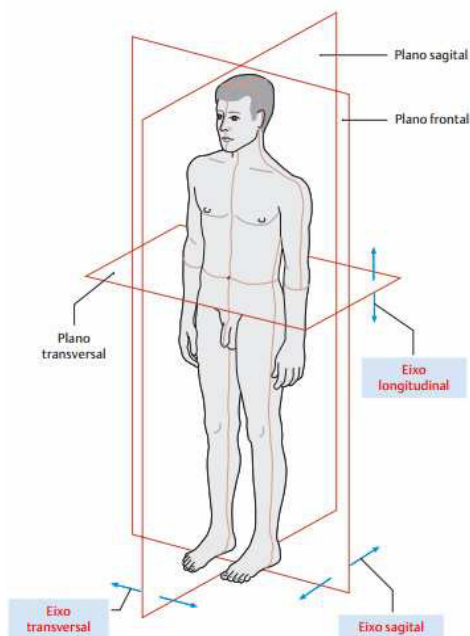


Figura 2.1: Planos e eixos principais do corpo humano

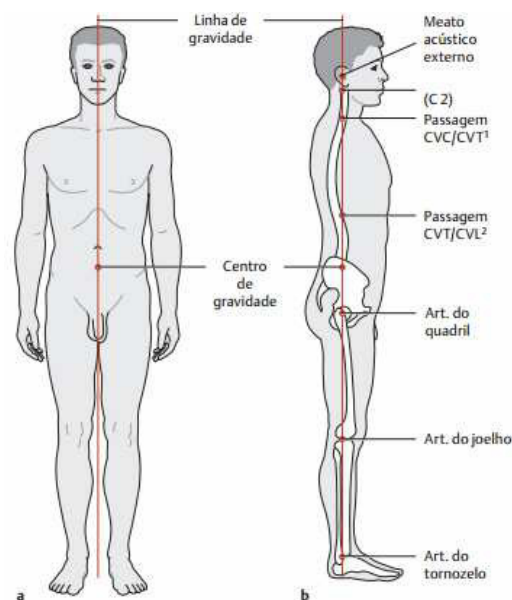


Figura 2.2: Linha de gravidade e Centro de Gravidade
¹N.R.T.: CVC = coluna vertebral cervical; CVT = coluna cervical torácica.
²CVL = coluna vertebral lombar.

Postura Estática

Os nossos principais gestos dependem maioritariamente de um equilíbrio estático, para a manutenção do bipedismo.²²

Como já foi referido, o equilíbrio na posição bípede é um pouco precário sendo mais complexo devido à diminuição do tamanho da base de sustentação, a mudança de centro de gravidade e o empilhamento vertical dos segmentos do corpo.^{21, 22}

No corpo humano, o equilíbrio estático é ascendente e controlado por toda a musculatura tónica, onde cada segmento se apoia no seguinte (pé no chão, perna no pé, coxa na perna, cintura pélvica nos membros inferiores, coluna lombar na bacia, coluna dorsal na lombar).^{21, 22}

Assim a tonicidade postural tem a responsabilidade de evitar e de controlar os desequilíbrios, que por vezes são necessários e inevitáveis. Então é inevitável que um desequilíbrio gera outro e assim por diante, de forma ascendente. O sistema descendente envolve a cabeça e o pescoço, onde qualquer desequilíbrio será contrabalançado nas regiões subjacentes.^{21,22}

O equilíbrio estático é controlado através do equilíbrio dos segmentos ósseos e do sistema muscular, sendo constituído por uma sucessão ascendente de desequilíbrios, controlados pela musculatura tónica, e coordenadas em conjunto pela cabeça e pescoço. Estas formam um bloco de adaptação, que em conjunto com o bloco oscilante (tronco) e bloco estável (membros inferiores) integram o corpo. ^{21, 22}

Neste estudo, utilizou-se a postura estática para a avaliação postural de forma a comparar os resultados obtidos com a postura padrão, ou seja, com o alinhamento “ideal” dos vários segmentos posturais. ²²

Postura Dinâmica

Um simples gesto é constituído por um conjunto de acções que se ajustam para atingir o objectivo (equilíbrio dinâmico). Logo, quando realizada uma tensão inicial, irão realizar-se inúmeras tensões inerentes, recrutando todo o sistema locomotor, através dos sistemas cruzados equilibrados entre si, dispostos anteriormente e posteriormente. ²²

A cintura pélvica e escapular estão interligadas através destes sistemas cruzados que executam os movimentos primordiais, que são a deambulação, a cintura escapular serve de ponto de apoio à cintura pélvica, e a cintura pélvica serve de ponto de apoio à cintura escapular. *“Este equilíbrio ou apoio que fornece à outra é consequente às torções horizontais opostas das cinturas”*, dita Pessoa. ²²

É fundamental que exista um equilíbrio constante, estático e dinâmico, para assegurar uma postura correcta. ²¹

2.2. Controlo postural, estabilidade postural e equilíbrio

A capacidade para manter o controlo postural (CP) na posição ortostática é fundamental para a interacção com o meio envolvente. ^{4, 5, 6, 7}

O CP tem dois objectivos gerais: estabilidade postural e orientação postural. Relativamente à estabilidade postural esta pode ser definida como a capacidade de manter a posição do corpo, mais especificamente o centro de gravidade (CG), ou seja, ponto no qual se concentra toda a massa de um corpo e sobre a qual actua a gravidade, dentro dos limites de estabilidade. Estes são uma fronteira não fixa do espaço no qual o corpo pode manter a sua posição sem alterar a base de suporte. Os limites de estabilidade variam de acordo com vários factores: tarefa a executar, biomecânica individual, idade, género, tamanho da base de suporte, factores

ambientais e experiência na marcha. Para haver estabilidade é necessário haver estabilização de forças, ou seja, equilíbrio.^{5, 7, 8, 9}

O outro objectivo do CP é a orientação postural que se define como a capacidade de manter uma relação apropriada entre os segmentos corporais e corpo-ambiente para realizar uma tarefa.⁵

Para que estes objectivos sejam atingidos é necessária uma interacção complexa entre o sistema músculo-esquelético e o sistema neural.

O sistema músculo-esquelético envolve: amplitude de movimento articular, flexibilidade da coluna, propriedades musculares e relação biomecânica entre segmentos corporais ligados. Estes sistemas organizam-se de acordo com a tarefa e o ambiente no qual vão actuar.^{5, 12}

O sistema neural abrange sinergias neuro-musculares, estratégias sensoriais individuais, processos sensoriais (incluindo visual, vestibular e somatossensorial), representação interna, mecanismos adaptativos e antecipatórios.^{4, 5, 7, 9, 10, 11}

Durante as diferentes fases do desenvolvimento do CP estes sistemas têm importâncias variáveis. Sabendo que o CP se expressa através da realização de tarefas, estando dependente destas, é pertinente referir que a realização de uma actividade com o membro superior na posição ortostática, aumenta a dificuldade de manter a estabilidade, uma vez que, exige adaptações posturais constantes.^{4, 5, 7, 9, 13, 14}

2.2.1. Reacções de rectificação e de equilíbrio

Durante o curso normal do seu desenvolvimento, a criança domina uma grande variedade de competências locomotoras e manipulativas que requerem o desenvolvimento do controlo postural, nomeadamente: capacidade de alcance, capacidade de se manter na posição ortostática sem suporte, e inerente a estas, o desenvolvimento das reacções de rectificação e equilíbrio.^{4, 6, 7, 12, 13, 14, 15}

As reacções de rectificação e equilíbrio são reacções automáticas que permitem ao indivíduo permanecer estável em pé, mesmo durante a realização de movimentos voluntários e durante alterações de posição do corpo no espaço. O seu desenvolvimento é precoce mas a maturação prolonga-se.^{5, 7, 14}

O controlo do equilíbrio ou da postura é uma tarefa sensório-motora que requer coordenação entre informação sensitiva e aspectos motores do controle postural, sendo a base de todas as tarefas especializadas voluntárias. Quase todo o movimento é constituído por componentes posturais, que estabilizam o corpo e músculos motores principais relacionados com o objectivo particular do movimento.^{5, 18, 19}

2.2.2. Inervação recíproca

Durante movimentos discretos e selectivos, por exemplo, na motricidade fina dos dedos e também no controlo postural, ocorre a inervação recíproca, a qual pode ser considerada como parte integral do equilíbrio. Os ajustes posturais constantes e a interacção entre grupos musculares fornecem a adaptação automática do corpo em resposta aos objectivos funcionais e às mudanças do meio.^{5, 18}

De acordo com Bobath, a inervação recíproca é a interacção graduada e sincronizada dos agonistas, antagonistas e sinergistas ao longo do corpo. Marsden descreve esta interacção quando:

“A partir de uma postura inicial, o membro ou dedo é reposicionado no espaço pela activação do músculo motor principal, o agonista; ao mesmo tempo, a actividade dos antagonistas tem de ser ajustada e as acções tanto dos agonistas como dos antagonistas em torno de uma articulação, devem ser complementadas por mudanças apropriadas na actividade dos músculos sinergistas. Não são apenas as simples sinergias que fixam uma articulação para permitir a acção dos músculos motores principais, também tem que haver uma contracção apropriada dos músculos fixadores proximais, de forma a ajustar o tronco para manter o equilíbrio.”¹⁸

Quando estamos de pé, a interacção dos grupos musculares, principalmente dos músculos pélvicos, do tronco e dos membros inferiores, é dinâmica, com ajustamentos constantes que possibilitam a mobilidade dentro da base de sustentação. Esta característica dinâmica liberta os braços para o movimento selectivo. Pensa-se que o sistema nervoso combina músculos independentes, apesar de relacionados, em unidades chamadas sinergias musculares. Estas sinergias musculares são o emparelhamento funcional de grupos de músculos que têm de actuar em conjunto como uma só unidade, simplificando as exigências de controlo do Sistema Nervoso Central (SNC).^{5, 8, 12, 18, 19}

Os ajustes posturais que ocorrem automaticamente antes, durante e depois da *performance* do movimento, possibilitam:

- Equilíbrio, ao manterem o centro de gravidade dentro da base de sustentação; estes ajustamentos ocorrem durante a *performance* de um movimento selectivo tal como alcançar algo com o braço à frente e quando é aplicada uma força externa ao corpo (uma perturbação).
- Estabilidade corporal, os ajustamentos posturais gerem a posição de determinados segmentos como o tronco e cabeça.^{5, 12, 16}

Um movimento potencialmente desestabilizador é precedido da activação dos músculos posturais e é chamado de ajustamento postural antecipatório, que serve para compensar antecipadamente as mudanças de equilíbrio ou postura causadas pelo movimento. Estas respostas posturais preparatórias ocorrem para preservar o equilíbrio em pé e estabilizar a postura antes do movimento.^{5, 12, 16, 17}

Forças imprevisíveis que perturbem o equilíbrio na posição de pé produzem respostas automáticas e coordenadas de músculos em determinados segmentos do corpo que servem para manter a postura. Os ajustes de postura antecipatórios foram descritos acima no contexto da inervação recíproca. Esta “pré-sintonização” dos sistemas sensorial e motor para as exigências da postura baseia-se na experiência e aprendizagem prévias e, quanto mais lento for o movimento, mais ela varia. Como a estabilização requerida durante os movimentos lentos é menor, a actividade de preparação do músculo não é programada tão consistentemente como no movimento rápido. Este controlo adaptativo da postura envolve, portanto, sistemas sensoriais e motores, modificáveis em resposta às exigências da mudança e do meio envolvente.^{5, 16, 17}

Para além da capacidade de gerar a força que controla a posição do corpo no espaço, *“o controlo postural eficaz depende da informação sensorial dos sistemas visual, somatossensorial e vestibular. Os inputs visuais dão a referência para a verticalidade e para os movimentos da cabeça; o sistema somatossensorial fornece informações relacionadas com a posição do corpo no espaço, relativamente à superfície de suporte e a relação dos segmentos do corpo uns com os outros; e o sistema vestibular fornece informação sobre a posição e o movimento da cabeça.”*¹⁸ Pensa-se que o sistema nervoso pode atribuir mais peso à importância da informação somatossensorial para o controlo postural do que aos *inputs* visuais ou vestibulares.¹⁸

O controlo postural requer todos os graus da inervação recíproca durante a resposta coordenada do controlo neuromuscular excitatório e inibitório para possibilitar padrões de postura mantida e padrões posturais para possibilitar movimentos selectivos eficazes. Esta interacção entre grupos musculares opostos e complementares é a base para manter a postura e a *performance* do movimento selectivo. A capacidade para manter o equilíbrio numa grande variedade de posições fornece a base para todos os movimentos especializados necessários para o autocuidado, trabalho e lazer.¹⁸

2.2.3. Feedback e feedforward sensório-motores

Shumway-Cook e Woollacott afirmam que o movimento emerge da interacção entre o indivíduo, a tarefa e o meio envolvente, no qual a tarefa está a ser executada, e que o movimento é o resultado duma interacção dinâmica entre sistemas cognitivos, perceptuais e de acção.^{5, 18}

Assim, as posturas e os movimentos são coordenados por uma mistura de programas motores e feedbacks sensoriais. Os programas motores foram descritos como um conjunto de comandos musculares que estão estruturados antes de uma sequência de movimentos começar e que permitem que a sequência inteira seja executada sem influência periférica. O *feedback* actualiza os comandos do programa de acordo com a execução e corrige os erros.^{5, 18}

O controlo da postura e do movimento requer o mais alto nível de planeamento, nível médio de controlo e actualização e um baixo nível de execução e de regulação da tarefa. Contudo, é necessário realçar que a interacção entre estes níveis é constante e contínua, fornecendo informação em ambas as direcções.^{5, 12, 18}

As capacidades de movimento são reforçadas e redefinidas constantemente, por repetições variáveis. O SNC é sempre sensível à informação sensitiva, tanto intrínseca como extrínseca, que é assimilada para produzir actividade eficaz. A aprendizagem motora é, por isso, um processo activo. Isto é particularmente relevante no tratamento de doentes com incapacidade neurológica. Doentes incapazes de se mover não poderão reforçar os seus programas motores e a máxima “usa-o ou perde-o” pode, então, aplicar-se. Existem provas de extensa plasticidade funcional e estrutural no córtex cerebral adulto. Os mapas funcionais do córtex sensorial e motor são dinamicamente mantidos pelo uso e alteram-se por distúrbios fisiopatológicos centrais e periféricos.^{5, 18, 19}

As actividades do quotidiano, como andar e levantar da cama, requerem pouco esforço consciente, a partir do momento em que se tornam padrões de movimento estabelecidos. O objectivo é atingir uma meta funcional, ao contrário de ter de considerar como completar cada etapa da tarefa. Em contraste, a aprendizagem de novas competências, como conduzir um carro, irá inicialmente envolver muita concentração, até que os padrões de movimento se estabeleçam, após o que a tarefa se tornará relativamente automática.^{5, 18, 19}

O movimento normal está dependente da interacção constante de estruturas neurológicas a nível do SNC. Esta actividade neural pode ser considerada como um evento cíclico durante a *performance* do movimento normal, o que reforça os padrões de movimento. Qualquer interrupção neste ciclo de eventos afectará o resultado. Se

existir tónus postural anormal em resultado de lesão neurológica pode ocorrer disfunção do movimento ou um repertório limitado de movimentos, originando um *input* sensorial anormal para o SNC. Este facto pode originar uma resposta produzida por esforço e/ou compensação, o que, por sua vez, produz um movimento anormal e uma adaptação postural igualmente anormal.^{5, 18, 19}

2.2.4. Vias neurais do equilíbrio

Os neurónios que sinapsam nas células pilosas das manchas e das cristas ampulares convergem no gânglio vestibular onde localizam os seus corpos celulares. Passam através do nervo vestibular para o núcleo vestibular, que também recebe estímulos de diversas outras fontes como a propriocepção dos membros inferiores. Os neurónios vestibulares enviam projecções para o cerebelo, que controla os músculos posturais, e para os núcleos motores (oculomotor comum, patético e oculomotor externo) que controlam os músculos extrínsecos do olho. Os neurónios vestibulares também se projectam para o núcleo ventral posterior do tálamo e daí para a área vestibular do córtex.^{23, 24}

O equilíbrio é um processo complexo que não se confina a um tipo de estímulo. Para além dos estímulos sensoriais vestibulares, o núcleo vestibular recebe informação dos neurónios proprioceptivos de todo o corpo e do sistema visual. Quando se avalia o equilíbrio num teste de sobriedade, pede-se à pessoa que feche os olhos, porque o álcool afecta mais as componentes proprioceptiva e vestibular do equilíbrio (função cerebelosa) do que a visual.²³

Existem vias reflexas entre a parte cinética do sistema vestibular e os núcleos que controlam os músculos extrínsecos do olho (oculomotor comum, patético e oculomotor externo). Uma via reflexa permite manter a fixação visual de um objecto quando a cabeça está em movimento. Esta função pode ser demonstrada rodando uma pessoa cerca de 10 vezes em 20 segundos, imobilizá-la e observar os movimentos oculares. A reacção é mais acentuada se a cabeça do indivíduo for inclinada cerca de 30 graus para a frente enquanto roda, o que coloca em plano horizontal os canais semicirculares externos. Existe um ligeiro movimento oscilatório dos olhos. Os olhos deslocam-se na direcção do movimento e regressam ao ponto de partida, num rápido movimento de recuperação, antes de repetir a deslocação. Esta oscilação dos olhos chama-se nistagmo.^{23, 24}

2.2.5. Regulação do equilíbrio e do tónus muscular

O processo de equilibração é, ao mesmo tempo, dependente e modificador do tónus muscular, sendo difícil uma análise isolada destes dois aspectos. O cerebelo contribui, em conjunto com outros órgãos, não só para o tónus muscular subjacente à postura do indivíduo e ao seu equilíbrio, mas também para o tónus de base realizar os movimentos.²⁴

Para dar resposta a estas funções, de uma forma ajustada ao envolvimento e à tarefa, existem inúmeros receptores, com a incidência especial para os visuais, auditivos, vestibulares, tácteis e propioceptivos. Depois de integrar todas estas informações, modula a actividade dos motoneurónios gama. Para melhorar a compreensão desta função cerebelosa é importante ter presente que, actuando sobre os motoneurónios gama, o cerebelo regula a sensibilidade do fuso neuromuscular ao estiramento, interferindo no limiar do reflexo miotático e fazendo aumentar ou diminuir a tensão do músculo. Dado que o cerebelo não apresenta eferências directas para a medula, esta regulação do tónus muscular e da actividade postural é feita através de sinapses em centros do tronco cerebral como os núcleos vestibulares, o núcleo rubro e substância reticulada (estes núcleos actuam sobre os motoneurónios medulares respectivamente através das vias vestibulo, rubro e retículo-espinais).²⁴

Grande parte do controlo cerebeloso sobre a tonicidade faz-se através da substância reticulada do tronco cerebral. O cerebelo funciona como um filtro para as descargas da substância reticulada, protegendo os motoneurónios gama de activações deasajustadas. Pode assim, por exemplo, libertar os músculos antigravíticos de tensões muito elevadas.²⁴

2.3. Postura, equilíbrio e estabilidade como princípios para o movimento

O número e amplitude de movimentos discretos dos vários segmentos do corpo são funções do grau de controlo do centro de massa sobre a área da base de sustentação. O ginasta e o bailarino ilustram o expoente neste controlo.¹⁸

A natureza antecipatória e preparatória dos ajustamentos posturais, que aumentam a eficiência da função motora, é agora mais reconhecida.

A postura está relacionada com equilíbrio e estabilidade, sendo uma função principal que precede outras actividades. Quando o equilíbrio é ameaçado, todos os segmentos do corpo são recrutados para o manter, sendo um fenómeno familiar

quando, por exemplo, se anda numa superfície escorregadia - os movimentos discretos de segmentos específicos do corpo são difíceis, se não impossíveis.¹⁸

2.4. Desenvolvimento da coluna vertebral

A coluna vertebral nas crianças e adolescentes apresenta-se, em diferentes estágios de desenvolvimento e crescimento, diferenciando-se da coluna vertebral de adultos. O aspecto fundamental desta diferença é a presença de tecidos osteo-cartilaginosos em maturação biológica. O anel cartilaginoso que circundava os corpos vertebrais apresenta núcleo de crescimento ósseo aos 6 anos de idade; a ossificação do molde cartilaginoso do corpo vertebral começa aos 13 anos e a fusão ocorre aos 17 e 18 anos; em torno dos 20 anos de idade os tecidos vertebrais estão completamente desenvolvidos. Para Tanner, Cameron, Takaishi e Johnson o desenvolvimento completo ocorre entre os 18 anos e os 24 anos, quando a maturação biológica vertebral é atingida. Segundo estes autores a coluna vertebral é a última parte do esqueleto a completar o desenvolvimento. O crescimento ocorre em vários episódios da infância e juventude, tendo a sua predominância na adolescência, a qual ocorre nas meninas entre os 11 e os 13 anos e nos meninos, cerca de 2 anos mais tarde. Consequentemente as crianças são mais susceptíveis a lesões quando expostas a forças deformantes durante transporte de cargas.^{1,3}

A coluna vertebral é uma das estruturas que mais sofre com o sedentarismo e a má postura. As suas afecções são uma das principais causas de afastamento das actividades laborais e Anderson refere que 50% a 80% dos indivíduos apresentarão dores lombares na fase adulta.^{1,2}

Prentice e Voight referem que *“do ponto de vista biomecânico, a coluna é uma das regiões mais complexas do corpo humano”* e, segundo Miramand, durante o crescimento podem ocorrer deformações ósseas estruturais devido à ocorrência de retracções de partes moles. Durante o período escolar, a criança pode sofrer um aumento de tensão em determinados grupos musculares, causado pelo rápido crescimento ósseo, que acontece entre os sete e os dez anos de idade, o que pode ser aliviado pelo alongamento da musculatura afectada. Contudo, as consequências dos hábitos de vida da criança, cada vez mais sedentários, são factores determinantes de rigidez muscular, com efeitos secundários, como a adopção de postura inadequada na vida adulta.^{1,2,3}

2.5. Alterações Posturais

Os casos de algias posturais da coluna vertebral, inclusive entre crianças e adolescentes, têm vindo a aumentar consideravelmente. As deformidades ósseas desenvolvem-se durante os primeiros 20 anos de vida, principalmente entre os 7 e 14 anos, sendo um bom período para correcções posturais.²⁵

Segundo Lai e Jones, a sobrecarga aplicada na coluna vertebral, durante o período de crescimento físico (11 a 18 anos), tem sido descrita como um dos principais factores que podem levar a um crescimento anormal dos corpos vertebrais. Tais alterações podem resultar em problemas posturais de difícil correcção na vida adulta.^{25, 26}

No entanto, nesta faixa etária é usual a exposição a sobrecargas crescentes, tais como o suporte de mochilas escolares, de maneira assimétrica e inadequada. A aplicação de cargas assimétricas provoca ajustes posturais e acções compensatórias. O modo como cada indivíduo carrega a carga é determinado por vários factores, como o peso, as dimensões e forma da carga, o tempo de transporte, o terreno, o clima e as características e constituição física do indivíduo. Os desequilíbrios posturais gerados nessas situações são agravados pelo facto de o peso carregado ser, frequentemente, desproporcional ao peso do próprio corpo e por uma utilização inadequada da mochila, como nos casos de apoio num único ombro. Assim, através da cinemetria, Sacco e seus colaboradores, realizaram um estudo sobre as alterações posturais provocadas pelo uso assimétrico de mochilas escolares, analisando as alterações compensatórias na postura do indivíduo, possíveis sobrecargas articulares e consequências biomecânicas da adopção dessa postura.²⁷

Além disso, as alterações posturais são definidas por Bricot como sendo o resultado das forças contrárias que agem nas superfícies articulares e pelo excesso de solicitação dos músculos e ligamentos. Isto porque a postura não é regida apenas por um músculo isolado, mas por um conjunto de músculos, ou seja, depende da harmonia dos mesmos.²⁸

Afirma também, que as alterações posturais são significativamente numerosas decorrendo da desarmonia muscular, das quais podemos citar a hiperlordose, hipercifose e escoliose.²⁸

2.6. Biomecânica relacionada a sobrecargas

Segundo Knoplich, a coluna vertebral tem três funções mecânicas bem definidas:

- Eixo de suporte do corpo;
- Protege a medula e as raízes nervosas;
- Constitui o eixo de movimento do corpo.²⁹

O mesmo autor menciona que os movimentos são mais eficazes, com uma estrutura de múltiplas articulações, com vários graus de liberdade e eixos de movimento e as funções mecânicas da coluna vertebral.²⁸

O transporte de carga pelos seres humanos implica marcha e, conseqüentemente, sustentação da carga corporal. Trata-se de uma locomoção bípede em acção conjunta, com a capacidade de sustentar a carga com as mãos, cabeça, ombros e dorso, além da possibilidade de empurrar e traccionar objectos.²⁶

A implicação ergonómica da tarefa de transporte de carga mobiliza esses segmentos corporais, exige o aumento das necessidades metabólicas e, conseqüentemente, um gasto energético maior. As implicações biomecânicas alteram o padrão da marcha e a postura. A cinemática, como parte da biomecânica, é considerada um recurso fundamental para mensurar as modificações desses fenómenos.^{28, 30}

A Biomecânica faz uma mensuração quantitativa do movimento e realiza uma avaliação e descrição numérica baseada em dados recolhidos, avaliando a quantidade de movimento através de medidas físicas. Em biomecânica, análise implica a determinação de modificações através do registo da acção articular e/ou muscular.²⁶

Conforme exposto acima, a Biomecânica, através de um de seus recursos de mensuração - a Cinemática - permite uma análise dinâmica dos movimentos do aparelho locomotor durante a marcha. Pode, assim, ser aplicada na análise da execução da tarefa de transportar a mochila escolar.³⁰

2.7. Efeito da mochila escolar na postura

As cargas apresentam duas características físicas fundamentais e interdependentes que influenciam a eficiência do transporte: o peso e a forma da carga transportada. As características físicas implicam directamente a maneira de transporte e, conseqüentemente, o gasto energético e as alterações biomecânicas.²⁶

O transporte de carga acrescenta ao corpo humano um objecto com massa própria e, portanto, com centro de gravidade próprio. Devido ao acréscimo de peso ao corpo humano, a solução encontrada para fazer face a este aumento de peso é usar a força muscular para fixar o objecto ao corpo e desta forma transportá-lo eficazmente. Na disposição assimétrica do peso, há maior esforço biomecânico para manter o equilíbrio do sujeito.³⁰

Dos factores de risco que contribuem para o aparecimento de curvas escolióticas, destaca-se a sobrecarga sobre a coluna vertebral, como as mochilas escolares com material escolar, as quais a maioria dos alunos carregam diariamente para a escola.³⁰

A utilização de mochila está associada a alguns efeitos adversos para a saúde, a nível fisiológico e biomecânico. Os efeitos do transporte de peso são diversos e podem ter influência na mobilidade, postura, marcha, actividade muscular, função pulmonar e consumo energético, tendo sido examinado em crianças e adultos.^{7, 31, 32, 33, 34, 35}

Noone e seus colaboradores sugerem que o transporte de uma carga externa assimétrica, por crianças e pré-adolescentes, durante um tempo significativo, constitui um dos factores para o aparecimento de curvas escolióticas. Mostram ainda que, como resultado, as crianças podem ter uma força muscular ineficiente para equilibrar a carga externa, recorrendo à inclinação lateral da coluna para suportar a carga.³⁶

O aumento do peso nas mochilas leva a modificações na postura, na tentativa de manter o equilíbrio. Além disso, a combinação do aumento do peso e alterações posturais pode alterar o padrão de marcha, embora não siga uma resposta linear, o grau de alteração na postura e na marcha depende do peso carregado.³⁷

Estudos como os de Valladão, Lima e Barroso (2009); Contri, Petrucelli e Perea (2009); Martelli e Traebert (2006); Martinez e Zácara (2007) mostram uma elevada incidência de problemas posturais em crianças e adolescentes, sendo as alterações posturais da coluna vertebral, como a hiperlordose, a hipercifose e a escoliose, as de maior prevalência. Citam alguns factores que interferem na postura dos alunos, como a fase de crescimento rápido, uso de mochilas pesadas, mobiliário inadequado, longos períodos em posição sentada e maus hábitos posturais.^{1, 37, 38}

Há um consenso entre os autores de que este panorama é preocupante, visto que as alterações posturais podem ser responsáveis por limitações no movimento e até mesmo por incapacitar a realização de tarefas quotidianas. Concordam que a população escolar merece atenção especial a esse respeito. Nessa mesma linha de raciocínio, Falsarella, Bocalleto, Deloroso e Cordeiro (2008) acrescentam que “as

*alterações posturais em crianças e adolescentes em idade escolar têm se tornado um problema para a saúde pública devido ao número expressivo de estudantes atingidos por esses distúrbios”.*³⁹

Martelli e Traebert (2006) analisaram estudantes com idades compreendidas entre os 10 e os 16 anos, e acreditam que as alterações posturais relacionadas às posturas inadequadas são distúrbios anátomo-fisiológicos que se manifestam geralmente na fase da adolescência e pré-adolescência, pois é nessa fase que ocorre o pico de crescimento. Segundo Martinez e Zácaro (2007) há indícios de que o peso das mochilas poderá comprometer a postura se o mesmo ultrapassar os padrões estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 5% do peso da criança da pré-escola e 10% do peso do aluno do ensino básico.³⁹

O valor máximo da variável peso é referido em muitos estudos como um percentual do peso do sujeito. Wells et al. demonstraram o aumento da incidência de queixas de sintomas físicos, principalmente dor e dificuldades de mobilização dos ombros e do pescoço, proporcionalmente ao aumento do peso da carga transportada. Comparativamente, foram analisados, os carteiros que carregavam mochila dos correios e os que não carregavam. Tinham as mesmas tarefas, o mesmo trabalho de locomoção, porém uns transportavam pesos, outros não, embora caminhassem distâncias semelhantes.^{26, 40}

Hong e seus colaboradores, investigaram o transporte de material escolar por estudantes e mencionam o elevado peso desses objectos. Segundo Hong e seus colaboradores, a comunidade estudantil transporta um peso que, em média, corresponde a 20% do peso corporal.^{26, 40}

Para os autores Hong e Brueggmann a carga transportada determina a inclinação anterior do tronco para compensar a alteração do centro de gravidade. Essas atitudes posturais implicam um número maior de músculos envolvidos no trabalho de transporte de cargas e têm como consequência um custo metabólico.^{26, 40}

O estudo realizado por Chansirinukor e seus colaboradores em 2001, que envolveu uma análise biomecânica do efeito do peso das mochilas numa amostra de estudantes (n=13), entre os 13 e os 16 anos, teve como objectivo determinar a influência do excesso de peso da mochila escolar (15% do peso corporal), a forma de transporte (com apenas uma alça colocada no ombro direito) e o tempo de transporte sobre a postura a nível da coluna cervical e dos ombros. Calcularam e compararam a posição do ângulo cervical e dos ombros, após fotografarem os indivíduos na posição de pé sem mochila, com uma mochila com uma e duas as alças colocadas, com uma mochila com 15% do peso do indivíduo e após a realização duma caminhada de cinco

minutos, com uma mochila sobre ambos os ombros. Estes autores verificaram que, transportar a mochila escolar com ambas as alças colocadas nos ombros, produz um menor efeito nos ângulos posturais medidos no estudo. O ângulo crânio-vertebral diminui após os sujeitos transportarem a mochila durante 5 minutos, o que indica que o tempo que um sujeito transporta uma mochila pesada influencia a coluna cervical superior, assim como a postura dos ombros. Chansirinukor concluiu que cargas superiores a 15% da massa corporal provocavam alterações significativas da postura dos ombros e região cervical.^{7, 41}

Grimmer, Williams e Gill realizaram um estudo a adolescentes dos 12 a 18 anos, em que pretendiam investigar a resposta do ângulo crânio-vertebral (ângulo formado pela intersecção de uma linha horizontal e uma linha desenhada desde o trago da orelha e a apófise espinhosa de C7), e concluíram que, face ao peso da mochila escolar, existe uma alteração significativa no ângulo crânio-vertebral (existe uma projecção anterior da cabeça – diminuição do ângulo). Estes autores compararam a postura dos alunos de pé sem mochila e com mochila, verificando ainda que esta alteração é maior nos alunos mais novos.^{24, 41}

Grimmer e seus colaboradores propuseram que cargas transportadas por mochilas escolares produzem mudanças na postura, Sabendo-se que, a má postura está relacionada com dor vertebral, existem poucas evidências que determinada carga e respectivo peso produzem lesões em tecidos vertebrais. Os autores verificaram a influência de diferentes cargas na posição em pé de adolescentes, fazendo fotografias (análise estática) dos efeitos de carga, com cargas de 3%, 5% e 10% carregadas em mochilas posicionadas e centradas na altura da sétima vértebra torácica (T7), da décima-segunda vértebra torácica (T12) e na altura da terceira vértebra lombar (L3). Tiraram fotografias sagitais na posição em pé e nas condições experimentais. Foram feitos modelos de análise de variância e os resultados mostraram que a idade e o género não eram factores relevantes, quando se comparavam as respostas posturais às cargas ou condições. As mochilas colocadas na altura de T7 produzem uma maior inclinação lateral (no plano frontal) e anterior (no plano sagital) quando comparados com as outras localizações.^{6, 26, 41}

Em 1994, foi realizado um estudo por investigadores de uma universidade italiana, em que observaram 10 estudantes com uma média de 13 anos. Esta observação constituiu numa análise da postura dos alunos na posição de pé sem mochila e com uma mochila com o peso de 5, 10 e 15 quilos que correspondia, respectivamente a 10%, 20% e 30% do peso dos estudantes. Após a realização do estudo, os investigadores concluíram que a mochila quando transportada, provoca

uma deslocação do centro de gravidade para trás, sendo esta deslocação directamente proporcional ao peso da mochila, ou seja, quanto mais pesada, maior será a deslocação. Verificaram ainda que o desequilíbrio é compensado com a projecção do corpo para a frente e que esta inclinação irá depender do peso da mochila:

- uma carga de 10% do peso do aluno implica uma deslocação da região dorso-cervical;

- as mochilas com 20% do peso do aluno provocam ainda uma deslocação da região lombo-sagrada;

- quando a mochila pesa mais de 20% do peso do aluno, é evidente a deslocação dos ombros para a frente.^{7, 41}

Hong e Cheung (2003) analisaram o comportamento cinemático da coluna vertebral durante o transporte de mochilas escolares de duas alças de ombros em crianças. Verificaram uma maior inclinação para frente do tronco, no plano sagital, 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. A análise bidimensional aplicada foi reportada como sendo um factor limitante para interpretar os movimentos que ocorrem em outros planos. As mochilas com peso de 15% e 20% aumentaram o stress no dorso, alteraram a postura, trazendo desconforto e dores musculares nos ombros e dorso.⁴²

Mackenzie e seus colaboradores realizaram um trabalho de revisão da literatura em 2003, sobre a relação entre o transporte de mochilas escolares, dores nas costas e deformidades vertebrais. Inicialmente, os autores citam que embora haja uma extensiva discussão na literatura científica sobre dores nas costas e deformidades vertebrais, relacionadas com o uso de mochilas pesadas, não há evidência de que deformidades estruturadas podem resultar do uso de mochilas, embora as alterações posturais tenham suporte científico. No entanto, as crianças que têm dores nas costas apresentam um risco elevado de as terem quando forem adultos.⁴³

Conforme Chow e seus colaboradores, o equilíbrio também é afectado pelo peso transportado numa mochila escolar, no seu estudo realizado em meninas, revelou que as crianças com escoliose idiopática apresentam um desequilíbrio maior quando transportam mochilas pesadas. Suportando esta ideia, as recomendações de limite de peso das mochilas para as crianças normais não deveriam ser aplicáveis nas crianças com escoliose idiopática.⁴⁴

Apesar de existirem vários autores que confirmam que o transporte de mochilas escolares demasiadamente pesadas provocam alterações na postura dos indivíduos, são necessários mais estudos para que se consiga determinar o limite de peso aconselhável da mochila e compreender as alterações posturais e problemas relacionados ao transporte de cargas.

3. Metodologia

3.1. Desenho do estudo

O presente estudo é pré-experimental (segundo Coutinho, 2011) e analítico²⁵, visto existir manipulação de pelo menos uma variável independente, para observar o seu efeito e a sua relação com uma ou mais variáveis dependentes, bem como, estabelecer relações entre estas, com o intuito de estabelecer relações de causa/efeito entre as variáveis independente e as variáveis dependentes em estudo.

3.2. Amostra

A população alvo deste estudo foram alunos de duas turmas do ensino básico, especificamente do 8º ano, idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos, de ambos os géneros, da Escola Básica dos 1º, 2º e 3º Ciclos/PE Professor Francisco M.S. Barreto – Fajã da Ovelha.

Relativamente à amostragem, utilizou-se o método de conveniência, pois a amostra inclui adolescentes que estavam disponíveis num determinado local e momento. Neste caso, os alunos que estavam presentes no dia da avaliação, com o documento de autorização devidamente assinado pelos pais ou responsáveis.

3.3. Critérios de selecção da amostra

3.3.1. Critérios de inclusão

A amostra seleccionada foi composta por alunos saudáveis e com desenvolvimento dito normal, pertencentes a duas turmas do 8º ano de escolaridade.

3.3.2. Critérios de exclusão

Foram excluídos alunos com problemas músculo-esqueléticos (escolioses ou hipercifoses), problemas neurológicos que pudessem influenciar o equilíbrio, doença aguda ou pós-aguda (ex: fracturas e entorses recentes),⁸ incapacidade de ficar de pé sobre os dois pés para os testes, condição patológica que possa influenciar o sistema vestibular ou outros sistemas sensoriais, incapacidade de manter o membro superior a 90º de flexão, presença de flexo do cotovelo, algum tipo de dor aguda ou crónica e

também os alunos que não obtiveram consentimento informado dos seus responsáveis.^{6,8}

3.4. Variáveis do estudo

3.4.1. Variável Independente

A variável independente foi o peso da mochila.

3.4.2. Variável Dependente

As variáveis dependentes foram as alterações dos ângulos posturais e as alterações de equilíbrio resultantes da exposição do indivíduo às cargas crescentes.

3.5. Instrumentos de avaliação

Neste estudo utilizámos o *Functional Reach Test (FRT)* para medir os limites de estabilidade anterior na posição ortostática, durante o movimento de alcance com os membros superiores, e o *Postural Assessment Software (PAS)* ou Software de Avaliação Postural (SAPO) para medir as alterações posturais na posição ortostática.

3.5.1. Teste de alcance funcional ou *functional reach test*

(FRT)

O teste de alcance funcional, ou seja, o *FRT*, o qual foi desenvolvido por Duncan, serve para medir os limites de estabilidade.^{25,26}

A capacidade de alcance é visualizada através da diferença entre o ponto máximo atingido na posição ortostática, com o membro superior a 90° de flexão, e o comprimento do membro superior antes de mudar a posição do centro de massa para os limites da base de suporte, ou seja, a máxima distância que um indivíduo consegue alcançar anteriormente (através da diferença entre esse ponto máximo e o comprimento do membro superior) sem alterar a base de suporte.^{25,26}

O *FRT* é utilizado para detectar alterações de equilíbrio, tendo sido aplicado em pacientes adultos e idosos em várias situações clínicas.¹⁸ No âmbito da pediatria este teste foi utilizado para avaliar o equilíbrio, tanto em crianças com desenvolvimento dito normal, como em crianças com patologia (ex: Paralisia Cerebral). Apesar de sabermos que as plataformas de forças computadorizadas são o instrumento de medida de equilíbrio por excelência, não são, por outro lado, um instrumento de fácil acesso e manuseio por parte dos clínicos. Assim, tendo em conta o estudo de Bartlett e

Birmingham²¹ que mostra a existência de uma correlação moderada entre as medidas obtidas nos dois instrumentos na avaliação do equilíbrio em crianças ($r=0,65$, $p=0,003$), optou-se por utilizar o *FRT*.^{18, 25, 26}

3.5.2. Software de avaliação postural (SAPO) ou *postural assessment software* (PAS)

O SAPO foi desenvolvido para auxiliar a avaliação da postura através de imagens digitalizadas, permitindo a medição de distâncias e ângulos. É um instrumento de fácil acesso, está disponível para o domínio público e deve ser considerado uma ferramenta útil e confiável para medir e avaliar a postura.¹⁹ O software é de utilização fácil, sendo acompanhado por tutoriais científicos. O SAPO é utilizado tanto em prática clínica como investigação.⁴⁸

O estudo de validade e fiabilidade do software mediu a precisão bem como as suas fiabilidades inter-avaliador e intra-observador.¹⁹ O PAS/SAPO é uma ferramenta confiável para a análise postural, porque a fiabilidade inter-avaliador foi avaliada com “muito bom” ou “excelente” em 75% de 22 variáveis e a fiabilidade intra-observador classificada com “muito bom” ou “excelente” em 64,8% de 20 variáveis. O software também tem precisão em medições de ângulos (erro de 0,11 graus) e distâncias (erro de 1,8mm).⁴⁸

3.6. Procedimentos

A instituição escolar respondeu favoravelmente aos pedidos de autorização formal, e posteriormente os pais dos alunos envolvidos no estudo acederam a assinar as declarações de consentimento informado, permitindo o início do estudo.

A realização do estudo decorreu no Gabinete de Enfermagem da Escola Básica dos 1º, 2º e 3º Ciclos/PE Professor Francisco M.S. Barreto – Fajã da Ovelha.

Explicou-se a cada voluntário o propósito do estudo em que iriam participar.

A colheita de dados decorreu em 10 fases: 1) Avaliação clínica; 2) Medição dos indivíduos; 3) Medição das cargas, das Índices de Massa Corporal e das percentagens de peso para cada indivíduo; 4) Roupas adequadas para os testes; 5) Posição inicial dos testes; 6) Material utilizado no *FRT*; 7) Teste de Alcance Funcional – *FRT*; 8) Material utilizado na medição dos ângulos posturais; 9) Medição dos ângulos posturais através do SAPO; 10) Avaliação dos Ângulos Posturais.

- 1) Avaliação clínica: foi realizada pelo avaliador através de um questionário (Apêndice 1), composto pela história clínica do indivíduo, dados pessoais, que incluíam o nome, idade, género, altura, peso, comprimento do pé, Índice de Massa Corporal e a verificação dos pré-requisitos descritos nos critérios de exclusão, através de três questões: A primeira: *Tem alguma alteração postural?* A segunda: *Algum diagnóstico ortopédico ou reumatológico?* A terceira: *Tem algum tipo de dor neste momento?*
- 2) Medição dos indivíduos: A medição do peso corporal (em quilogramas) foi através de balança digital (figura 3.3); a altura (em metros) foi medida através de fita-métrica, colada verticalmente na parede. Realizaram-se três registos consecutivos, calculando-se a média aritmética para se obter um valor preciso.



Figura 3.3: Balança digital Taurus® Oslo



Figura 3.4: Fitas métricas

- 3) Medição das cargas, das Índices de Massa Corporal e das percentagens de peso para cada indivíduo: As cargas foram livros (figura 3.5), previamente pesados na balança digital (figura 3.3), que conjugados se adequavam às percentagens de peso adaptado a cada indivíduo. Os Índices de Massa Corporal foram calculados no programa Excel do computador portátil, determinado pela fórmula: $IMC = \text{peso (em quilogramas)} / \text{altura (em metros)}^2$. As percentagens de peso foram também calculadas no programa Excel do computador portátil (figura 3.6), sendo calculadas 5%, 10% e 15% do peso corporal de cada indivíduo, que foram implementadas como as respectivas cargas nas mochilas, através de livros previamente pesados pela mesma balança digital, e que a soma de vários livros daria o peso calculado para colocar na mochila de cada aluno.



Figura 3.5: Livros previamente pesados na balança.



Figura 3.6: Computador portátil e material de registo.

- 4) Roupa adequada para os testes: Os sujeitos estavam descalços, de calções e t-shirt sem manga, como se pode verificar na figura 3.7.
- 5) Posição inicial dos testes: Pediu-se aos alunos para se colocarem atrás de uma linha traçada no chão, em posição ortostática e a olhar em frente (figura 3.7). Foram instruídos a colocarem-se de perfil ao lado de uma parede, com uma fita métrica colada horizontalmente numa parede lisa da sala de avaliação, ao nível do acrómio (ponto de referência). Quanto à largura da base de sustentação, o espaço entre os dois pés, foi permitido aos indivíduos adoptarem a posição mais confortável.

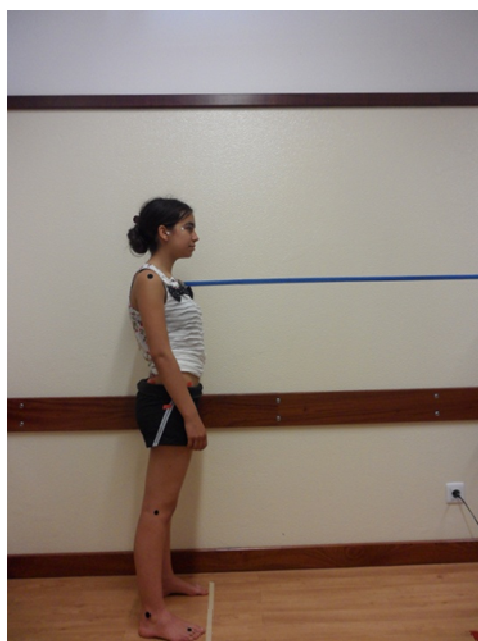


Figura 3.7: Posição confortável antes dos testes

- 6) Material utilizado no FRT: Utilizou-se a mesma mochila (figura 3.8) para todos os indivíduos, (com a possibilidade de ajuste a cada sujeito, através das duas alças reguláveis), os livros e material de registo.



Figura 3.8: Mochila utilizada nos testes

- 7) Teste de Alcance Funcional – FRT: As alterações de equilíbrio, ou seja, os limites de estabilidade, foram avaliadas em quatro momentos realizando o *FRT*. O primeiro momento foi com o indivíduo sem carga realizando o *FRT*, depois a realizar o *FRT* com 5%, 10% e 15% do peso corporal do indivíduo na mochila. Para a realização do FRT foi pedido aos alunos que alcançassem a máxima distância à frente, sem mover os pés ou dar um passo à frente. Os membros superiores deveriam permanecer alinhados com a fita métrica quando fosse registado o valor, em centímetros. A diferença entre os valores anteriormente medidos representa o máximo alcance atingido na direcção analisada (anterior).^{8, 23, 24, 29, 49.} Antes de iniciar os testes e para que os alunos aprendessem qual o movimento desejado, realizaram algumas repetições de forma livre. Seguidamente, foram realizadas três medições e registou-se o valor médio da diferença.^{8, 23, 24, 29, 49.}
- 8) Material utilizado na medição dos ângulos posturais: Mochila com duas alças reguláveis (figura 3.8), livros (figura 3.5), máquina fotográfica digital Samsung® PL 150 (figura 3.9), um tripé Hama® Star 61, 60cm–153cm e adesivos marcadores (figura 3.10).



Figura 3.9: Máquina fotográfica digital Samsung® PL 150



Figura 3.10: Tripé Hama® Star 61, 60cm–153cm e adesivos marcadores

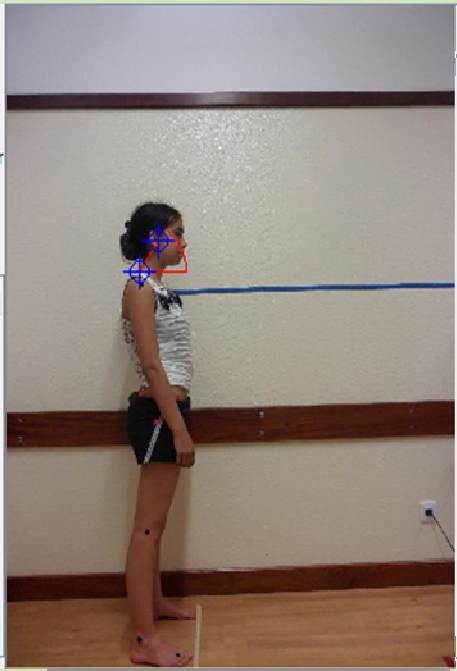
- 9) Medição dos ângulos posturais através do SAPO: As alterações posturais foram avaliadas através da medição dos ângulos posturais. Os indivíduos apresentavam-se na mesma posição da avaliação dos limites de estabilidade (figura 3.7). Em primeiro lugar, a câmara fotográfica digital (figura 3.9) foi anexa a um tripé (figura 10), o qual foi colocado a uma distância de 2,10 metros do sujeito e foi posicionado perpendicularmente ao solo, a uma altura de 1,05 metros. De seguida, foram colocados adesivos marcadores (figura 3.10) com cores vivas sobre os pontos de referência, da vista lateral direita e assegurou-se que seriam detectáveis nas fotografias. Os pontos de referência anatómicos foram: o canto

lateral do olho direito, o trago direito, o processo espinhoso C7, o grande trocânter direito e o maléolo lateral direito. ¹⁸ Para permitir a visualização do marcador do grande trocânter, os sujeitos foram instruídos a mover os cotovelos para a frente, mas ainda tocar o corpo e com movimento de ombro mínimo. Foram tiradas fotografias do indivíduo a partir da vista lateral direita, sem a mochila e em série com a mochila com peso de 5%, 10% e 15% do peso corporal sobre os ombros. ^{6,7}

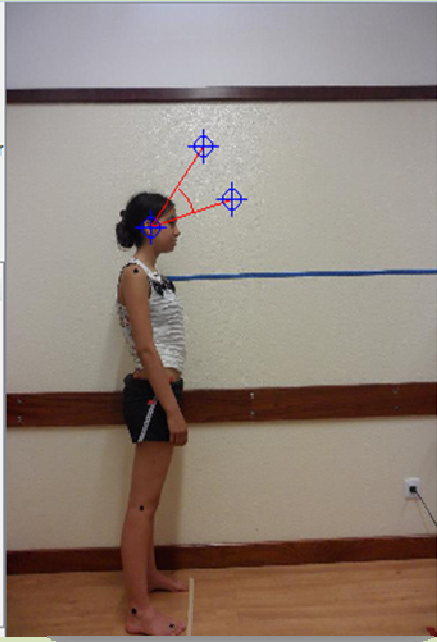
10) Avaliação dos Ângulos Posturais: As fotografias foram transferidas para um computador portátil, sendo analisadas com o SAPO e determinados os ângulos posturais. Foram medidos cinco ângulos posturais: os ângulos crânio-vertebral (ACV), crânio-cervical (ACC), crânio-cervico-dorsal (ACCD), ângulo dorsal (AD) e ângulo lombar (AL). ^{8, 48, 50}

Na tabela 3.1, está a descrição dos ângulos posturais e fotografias de um indivíduo do estudo com os ângulos marcados com o SAPO.

Tabela 3.1: Ângulos Posturais e suas descrições

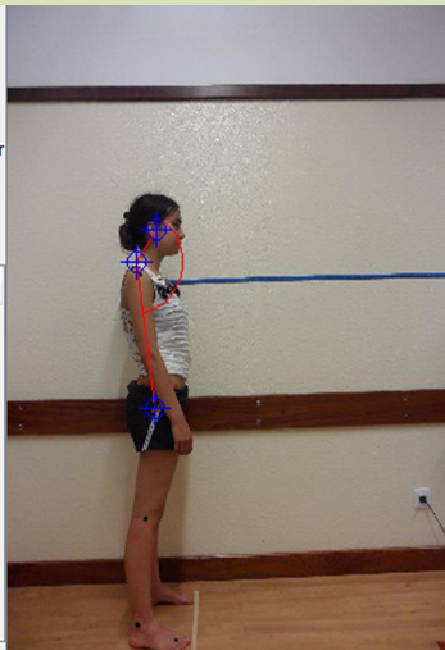
Ângulos posturais	Descrição
<p data-bbox="300 1099 732 1137">Ângulo Crânio-vertebral (ACV)</p> 	<p data-bbox="831 1088 1366 1272">Formado na intersecção de uma linha horizontal que passa pelo processo espinhoso de C7 e uma linha que passa pelo trago.</p>

Ângulo Crânio-cervical (ACC)



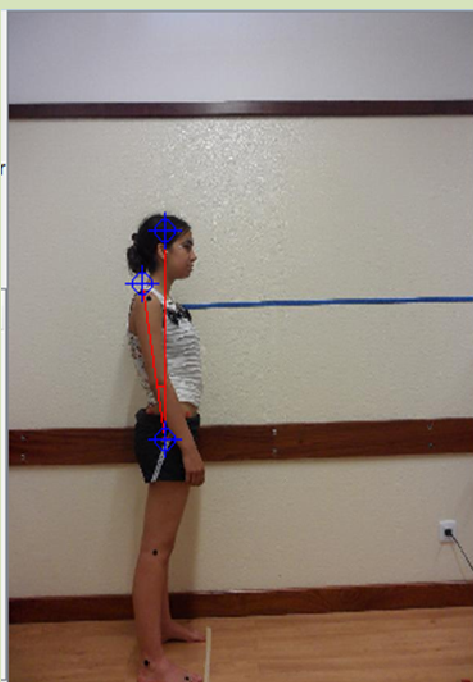
Formado por uma linha traçada em C7 e o trago e uma linha que passa pelo canto do olho e o trago.

Ângulo Crânio-cervico-dorsal (ACCD)



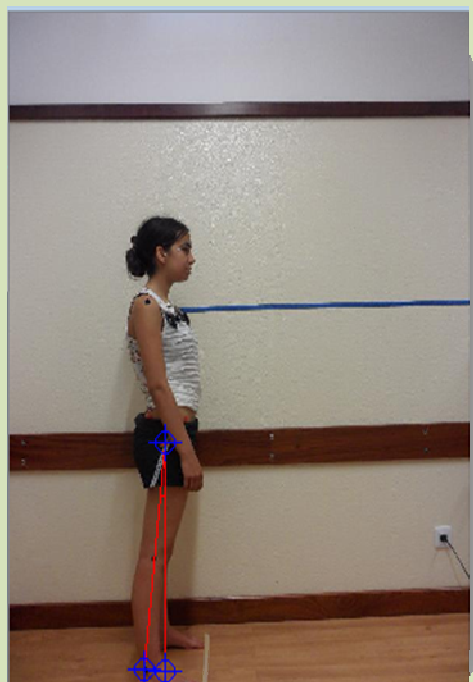
Formado por uma linha traçada por C7 e o trago e uma linha que passa por C7 e o grande trocânter.

Ângulo Dorsal (AD)



Formado por uma linha que passa em C7 e o grande trocânter e uma linha vertical que passa no grande trocânter.

Ângulo Lombar (AL)



Formado por uma linha traçada no grande trocânter e o maléolo lateral e uma linha vertical traçada no grande trocânter.

3.7. Ética

O Departamento de Ciências e Tecnologias de Reabilitação da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa aprovou os procedimentos do estudo. O desenho, método e procedimentos de avaliação foram avaliados e aprovados pela mesma.

Foram redigidos pedidos de autorização formal para entregar na instituição escolar, para obter permissão do director da escola e professores responsáveis das turmas, dando indicações dos objectivos do estudo (apêndice 2). Procedeu-se à entrega dum formulário aos pais dos alunos ou encarregados de educação (apêndice 3 e 4), sendo ainda informados, tal como os participantes, acerca dos procedimentos do estudo, tendo ainda oportunidade para colocar perguntas sobre a investigação e o que se pretendia fazer. Salvaguardou-se e esclareceu-se sobre o direito de recusar a participação no estudo, assim como da inexistência de qualquer prejuízo para os alunos que aceitassem participar.

3.8. Procedimentos estatísticos

Os dados recolhidos foram tratados recorrendo ao programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 15.0, recorrendo-se à estatística descritiva e à estatística inferencial, pelo facto da amostra ter sido seleccionada por conveniência.

A caracterização da amostra em estudo foi efectuada através da estatística descritiva, que tem como objectivo a descrição dos dados utilizando as medidas de localização central, tais como, média, moda e mediana, e as medidas de dispersão, o desvio padrão, mínimos e máximos para os dados quantitativos, as frequências absolutas e frequências relativas para os qualitativos.

Tendo em conta a pequena dimensão da amostra ($N \leq 50$), foram utilizados os testes de normalidade de Shapiro-Wilk para verificar se a distribuição das variáveis se aproximavam da distribuição normal. Como as variáveis seguiram uma distribuição normal, foram efectuados testes paramétricos.

Realizou-se o Teste de Esfericidade de Mauchly para verificar a esfericidade. Como todas as variáveis medidas nos sujeitos experimentais estão distribuídas independentemente e têm variâncias comuns, verificou-se o pressuposto de Esfericidade. Com a verificação deste pressuposto, prosseguiu-se com a aplicação da ANOVA de medições repetidas e os Testes Multivariados, que servem para avaliar a influência significativa do factor no número de erros.

Posteriormente, realizou-se o teste *Within-Subjects Effects* que permitiu testar

a hipótese de igualdade das médias populacionais, utilizando a estatística F da linha correspondente a *Sphericity Assumed* e, como há influência significativa do factor 1 no número de erros, interessou saber quais as médias que diferem, comparando-as.

Para a análise dos resultados do *FRT* e dos resultados do SAPO, ou seja, a análise das variâncias dos limites de estabilidade e dos ângulos posturais, foram analisadas as médias e através dos coeficientes de Correlação de Pearson, com o objectivo de comparar os vários momentos de avaliação.

Para todos os testes estatísticos foram considerados como valor de significância estatística $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

4. Resultados

Após a recolha e processamento dos dados, realizou-se o tratamento estatístico dos mesmos, utilizando-se o software SPSS, versão 15.0 e recorrendo-se à estatística descritiva e à estatística inferencial, pelo facto da amostra ter sido seleccionada por conveniência.

Foram seleccionados 21 indivíduos da população que preenchiam os critérios de inclusão, destes, 2 foram excluídos por apresentarem problemas músculo-esqueléticos. O resto da amostra seleccionada respondeu positivamente ao questionário afirmando não possuir qualquer tipo de dor ou alteração músculo-esquelética.

Na turma A (11 alunos), participaram 8 rapazes e 3 raparigas e na turma B (8 alunos) a amostra foi constituída por 2 rapazes e 6 raparigas. Em ambas as turmas, as idades estavam compreendidas entre os 13 e os 15 anos.

Assim, a amostra retirada da população, foi constituída por 19 indivíduos de duas turmas do 8º ano (N=19), 10 rapazes e 9 raparigas (gráfico 4.1), com idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos (gráfico 4.2), que foram submetidos às avaliações.

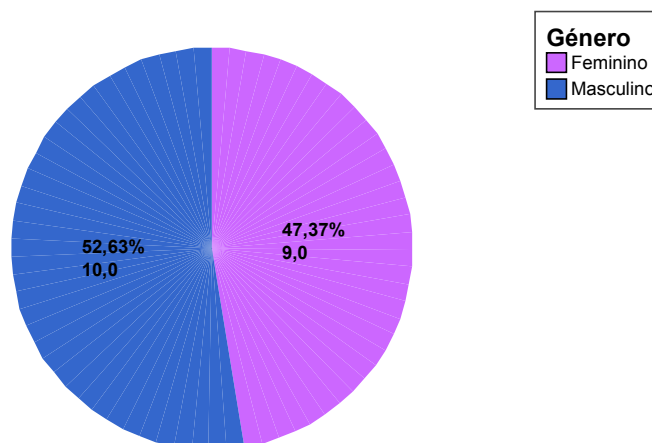
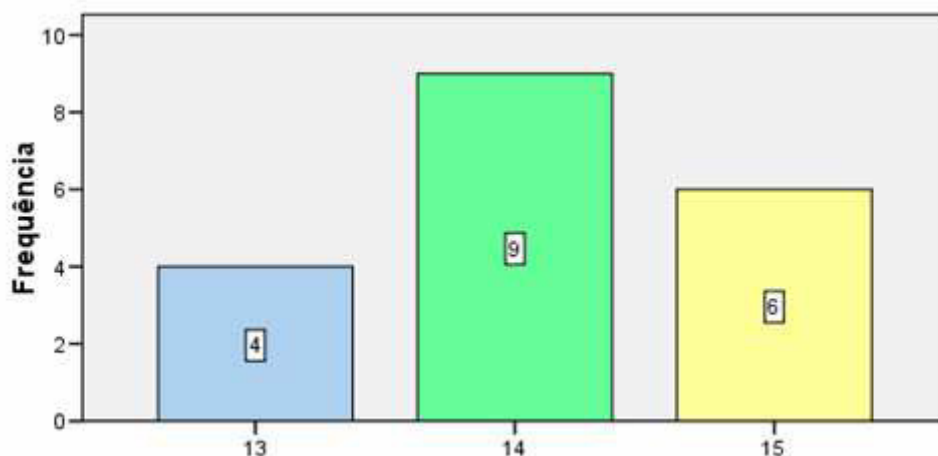


Gráfico 4.1: Caracterização da amostra quanto ao Género.



Pela análise da Tabela 4.2, verificou-se que, no que se refere a idade, não existiam diferenças significativas entre os indivíduos, sendo 14 a média de idades da amostra. No entanto, a altura, peso, comprimento do pé e IMC eram significativamente diferentes.

Apresentaram alturas que variavam entre 149 cm e 178 cm (média = 163,5 cm) e pesos entre os 48 kg e os 85,5 kg (média = 59 kg). No que concerne ao comprimento do pé, variavam entre os 22,3 cm e o máximo de 28,1 cm, tendo como média de comprimento do pé de aproximadamente 25 cm.

O Índice de Massa Corporal (IMC) é determinado pela divisão da massa do indivíduo pelo quadrado de sua altura, onde a massa está em quilogramas e a altura está em metros, ou seja, $IMC = massa / (altura \times altura)$.

Tabela 4.2: Caracterização da amostra relativamente às variáveis quantitativas

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
Idade	19	13	15	14,11	,737	,544
Altura	19	149,00	178,00	163,5263	7,88542	62,180
Peso	19	48,00	85,50	58,9947	9,50944	90,429
Comprimento.pé	19	22,30	28,10	24,9789	1,55656	2,423
IMC	19	17,24	30,04	22,0932	3,36886	11,349
Valid N (listwise)	19					

Analisando a tabela 4.2 e consultando abaixo a tabela 4.3, podemos verificar que o IMC varia entre o mínimo de 17,24, classificado como “Abaixo do peso”, e o máximo de 30,04, classificado como “Obesidade Grau I”. A média é de

aproximadamente 22,1, ou seja, dentro dos parâmetros de “Saudável”.

Tabela 4.3: Classificação da Índice de Massa Corporal baseado em dados da World Health Organization (WHO/OMS).

IMC	Classificação
< 18,5	Abaixo do peso
18,6 – 24,9	Saudável
25 – 29,9	Sobrepeso
30 – 34,9	Obesidade Grau I
35 – 39,9	Obesidade Grau II (severa)
≥ 40	Obesidade Grau III (mórbida)

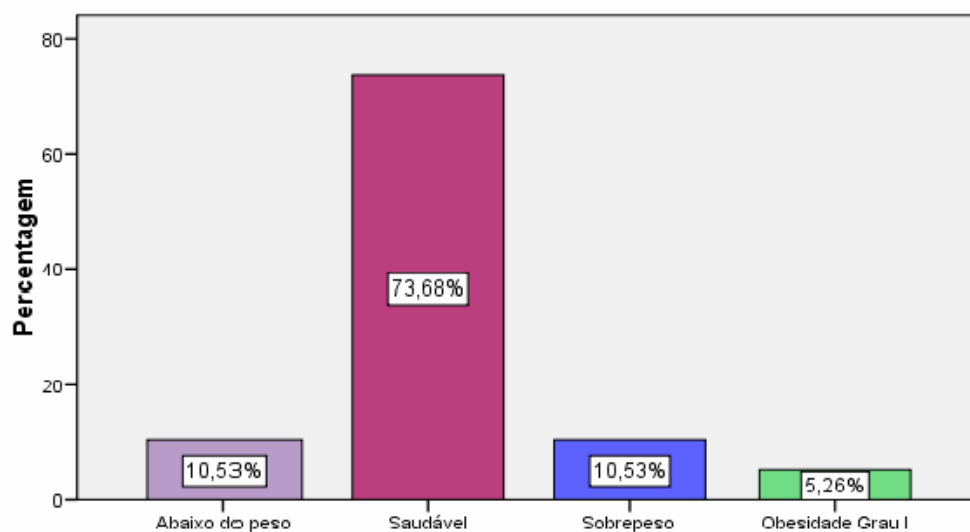


Gráfico 4.3: Caracterização percentual da amostra quanto ao IMC

Relativamente às percentagens verifica-se, no gráfico 4.3 que, 73,68% dos alunos, têm IMC “Saudável”, 10,53% “Abaixo do peso” e “Sobrepeso”, e apenas 5,26% dos alunos têm “Obesidade Grau I”.

Tendo em conta a pequena dimensão da amostra ($N \leq 50$), foram realizados os testes de normalidade de Shapiro-Wilk para averiguar a normalidade das variáveis dependentes.

Da aplicação do teste de Shapiro-Wilk (tabela 4.4), obtive-se valores de significância de 0,996, 0,027, 0,039 e 0,898. Uma vez que para qualquer um dos testes o valor de significância é superior a 0,01, não foi rejeitada a hipótese de normalidade, concluindo-se portanto que os dados relativos ao *FRT*, se ajustam a uma Distribuição Normal.

Tabela 4.4: Teste de Normalidade Shapiro-Wilk FRT

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
FRT0	,101	19	,200(*)	,988	19	,996
FRT5	,244	19	,004	,885	19	,027
FRT10	,225	19	,013	,895	19	,039
FRT15	,098	19	,200(*)	,977	19	,898

* This is a lower bound of the true significance.
a Lilliefors Significance Correction

Na tabela 4.5, o mesmo acontece com os valores dos ângulos posturais. Obteve-se valores de significância de 0,017, 0,694, 0,150, 0,048 e 0,016. Como são valores de significância superiores a 0,01 (sombreado a azul), a hipótese de normalidade foi rejeitada, pelo que os dados relativos aos Ângulos Posturais, se ajustam a uma Distribuição Normal.

Tabela 4.5: Teste de Normalidade Shapiro-Wilk Ângulos Posturais

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
ACV0	,189	19	,073	,874	19	,017
ACC0	,157	19	,200(*)	,966	19	,694
ACCD0	,181	19	,103	,927	19	,150
AD0	,157	19	,200(*)	,899	19	,048
AL0	,179	19	,111	,872	19	,016

* This is a lower bound of the true significance.
a Lilliefors Significance Correction

Pelo facto de apresentarem uma distribuição normal, foram efectuados Testes Paramétricos.

Para verificar a esfericidade realizou-se o Teste de Esfericidade de Mauchly (tabela 4.6). Da aplicação do teste de esfericidade, obteve-se um valor-p = 0,122, ou seja, superior a 0.01, pelo que não se rejeita a hipótese de que a matriz de variâncias-covariâncias é proporcional à matriz identidade. O que significa que todas as variáveis medidas nos sujeitos experimentais estão distribuídas independentemente e têm variâncias comum. Assim, pressuposto de Esfericidade.

Tabela 4.6: Teste de Esfericidade de Mauchly

Mauchly's Test of Sphericity^b

Measure: MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
factor1	,594	8,715	5	,122	,769	,888	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b.

Design: Intercept

Within Subjects Design: factor1

Com a verificação deste pressuposto, podemos então prosseguir com a aplicação da ANOVA de medições repetidas, recorrendo às tabelas seguintes (tabela 4.7).

Nos Testes Multivariados, que servem para avaliar a influência significativa do factor no número de erros. O valor-p = 0.014 é superior a 0.01, pelo que, não se rejeita a hipótese de erro.

Tabela 4.7: Testes Multivariados

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
factor1	Pillai's Trace	,475	4,834(a)	3,000	16,000	,014
	Wilks' Lambda	,525	4,834(a)	3,000	16,000	,014
	Hotelling's Trace	,906	4,834(a)	3,000	16,000	,014
	Roy's Largest Root	,906	4,834(a)	3,000	16,000	,014

O teste *Within-Subjects Effects* (tabela 4.8), permite testar a hipótese de igualdade das médias populacionais, utilizando a estatística *F* da linha correspondente a *Sphericity Assumed*. Uma vez que o valor-p = 0.00 é inferior a 0.01, conclui-se que pelo menos umas das médias difere das restantes, ou seja, há influência significativa do factor 1 no número de erros. Revela-se todo o interesse em saber qual ou quais as médias que diferem, comparando-as.

Tabela 4.8: Testes of Within-Subjects Effects

Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
factor1	Sphericity Assumed	360,526	3	120,175	7,041	,000
	Greenhouse-Geisser	360,526	2,307	156,308	7,041	,002
	Huynh-Feldt	360,526	2,665	135,280	7,041	,001
	Lower-bound	360,526	1,000	360,526	7,041	,016
Error(factor1)	Sphericity Assumed	921,724	54	17,069		
	Greenhouse-Geisser	921,724	41,517	22,201		
	Huynh-Feldt	921,724	47,971	19,214		
	Lower-bound	921,724	18,000	51,207		

Relativamente aos resultados obtidos na tabela 4.9 e no gráfico 4.4 analisaram-se as médias e averiguou-se que houve uma decrescente *performance* no *FRT*. Desde o teste sem carga até o teste com carga de 15% da massa corporal, passando de uma média de aproximadamente de 24.5 cm de alcance funcional para uma média de 18,8 cm. A partir do *FRT* com carga de 15% da massa corporal do sujeito, houve um ligeiro aumento da *performance* com média de 19,6 cm, em relação ao *FRT* com carga de 10%.

Tabela 4.9: Médias do FRT sem carga com 5%. 10% e 15% de massa corporal.

	N	Mean
FRT 0%	19	24,4737
FRT 5%	19	21,5263
FRT 10%	19	18,8421
FRT 15%	19	19,5789
Valid N (listwise)	19	

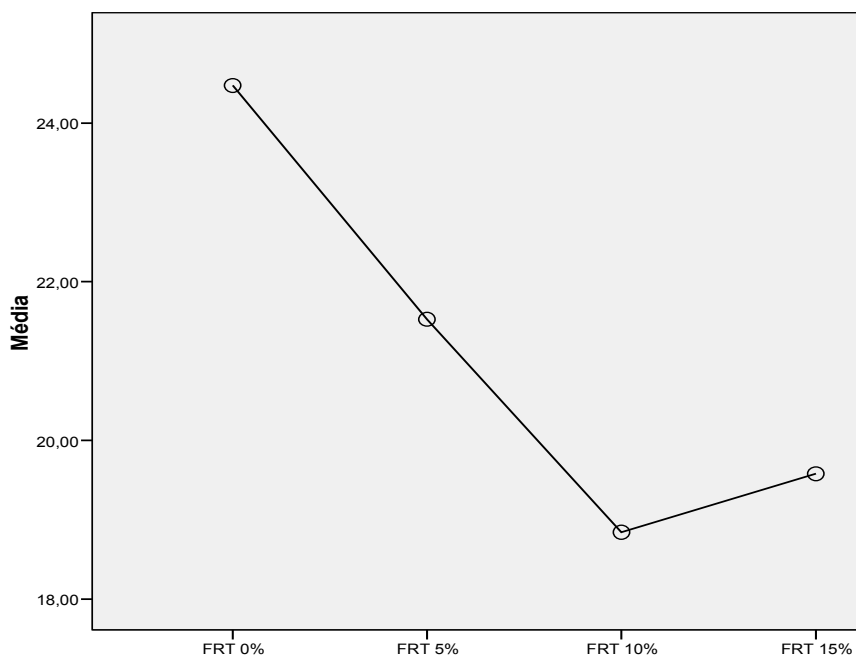


Gráfico 4.4: Médias do FRT sem carga, com 5%, 10% e 15% de massa corporal.

Na perspectiva de verificar as alterações posturais ocorridas em cada momento da avaliação, observamos os ângulos posturais em separados.

Na tabela 4.10 e no gráfico 4.5, observamos o ângulo crânio-vertebral (ACV). Pela análise, podemos verificar que há um decréscimo do ângulo, à medida que é adicionada mais carga à mochila. Mas, foi do 3º momento (ACV 10% de carga) para o 4º (ACV 15% de carga) onde houve maior diminuição do ângulo crânio-vertebral, passando dos aproximadamente 54 graus para os 51,7 graus.

Tabela 4.10: Médias do ângulo crânio-vertebral, com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal.

	N	Mean
ACV 0%	19	55,4158
ACV 5%	19	54,1421
ACV 10%	19	53,9526
ACV 15%	19	51,7158
Valid N (listwise)	19	

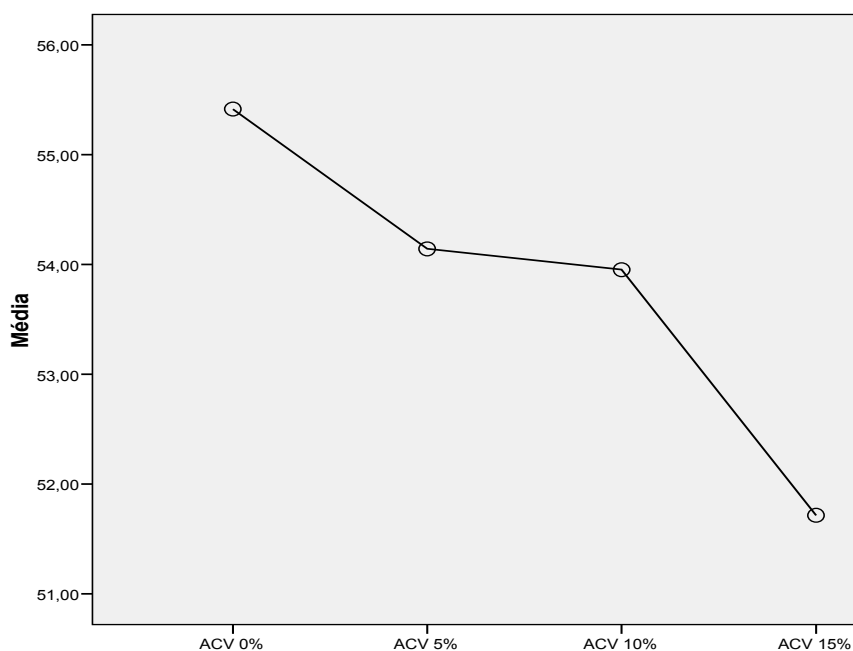


Gráfico 4.5: Médias do ângulo crânio-vertebral, com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal.

Ao compararmos as médias do ângulo crânio-cervical na tabela 4.11 e no gráfico 4.6, verificou-se que a variação das médias foi decrescendo progressivamente entre os vários momentos. Houve decréscimo de 1 grau do ACC sem carga, para carga de 5%, e com 5% de carga para 10% de peso corporal houve um aumento mínimo de 0,1 grau. A maior variação ocorreu no último momento da avaliação do ACC com 10% de carga para a carga de 15%, em que houve uma diminuição da amplitude do ângulo ACC de quase 2 graus.

Tabela 4.11: Médias do ângulo crânio-cervical, com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal.

	N	Mean
ACC 0%	19	36,5211
ACC 5%	19	35,5684
ACC 10%	19	35,6526
ACC 15%	19	33,7842
Valid N (listwise)	19	

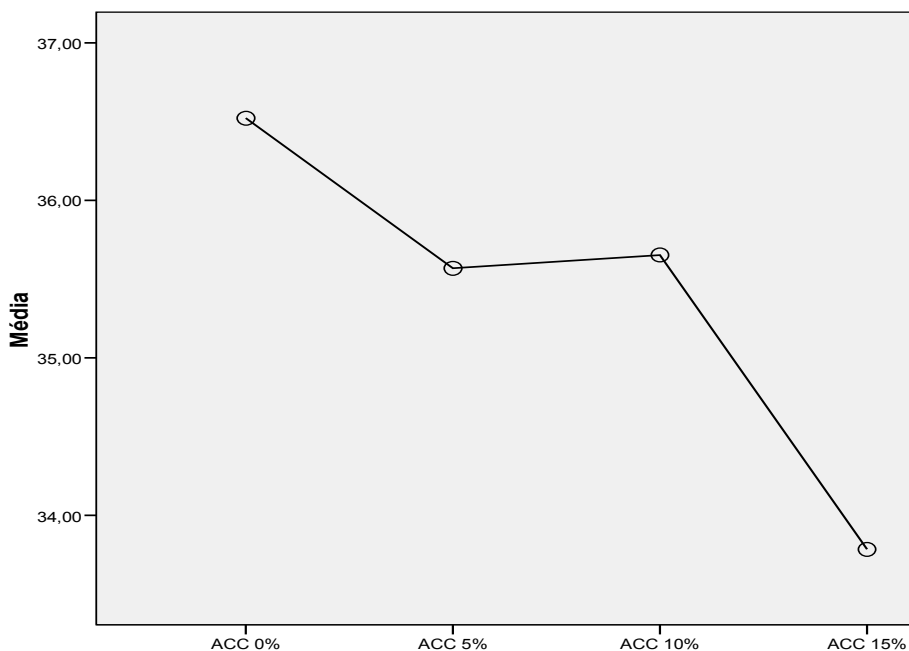


Gráfico 4.6: Médias do ângulo crânio-cervical sem carga com 5%, 10% e 15% de massa corporal

Quanto ao ângulo crânio-cervico-dorsal, podemos ver na tabela 4.12 e gráfico 4.7, que houve um aumento progressivo do ângulo do 1º momento (ACCD 0%) até ao 3º momento (ACCD 10%). Do aumento de carga de 10% até 15% o ângulo crânio-cervico-dorsal inverteu-se, diminuindo quase 2 graus.

Tabela 4.12: Médias do ângulo crânio-cervico-dorsal com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal.

	N	Mean
ACCD 0%	19	139,3789
ACCD 5%	19	141,2053
ACCD 10%	19	142,8316
ACCD 15%	19	140,9526
Valid N (listwise)	19	

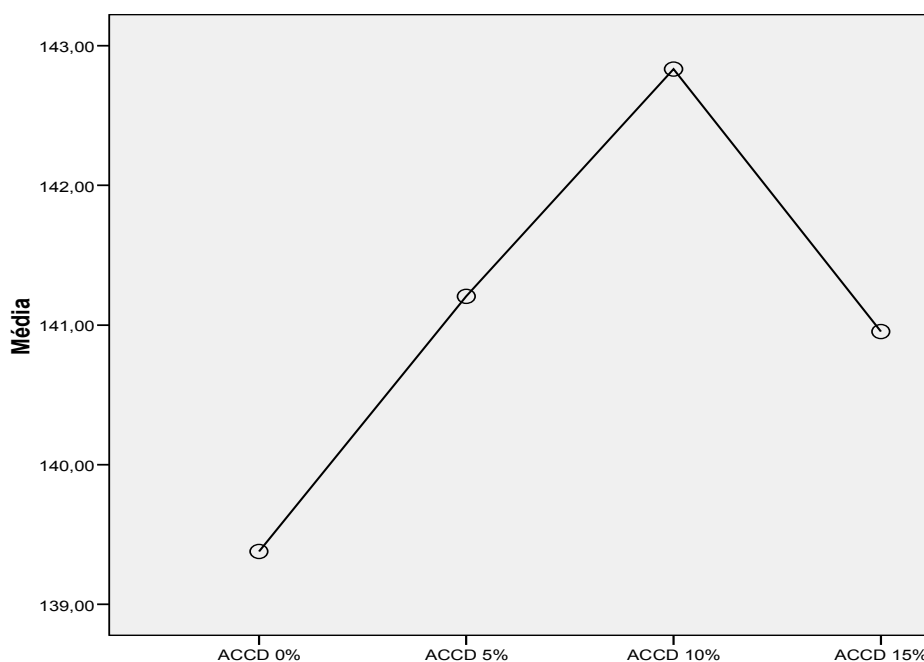


Gráfico 4.7: Médias do ângulo crânio-cervico-dorsal com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal.

No ângulo dorsal (AD) houve uma maior diminuição do ângulo na avaliação sem carga, até a avaliação com 5% da carga, passando de aproximadamente 4,4 graus para 2,7 graus. De seguida houve uma ligeira diminuição do ângulo do momento com 5% para 10% de carga. Ocorre uma variação diferente no ângulo no momento de 15% de carga e há um ligeiro aumento de aproximadamente 0,02 graus de amplitude angular do AD. Podemos constatar na tabela 4.13 e no gráfico 4.8.

Tabela 4.13: Médias do ângulo dorsal com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal.

	N	Mean
AD 0%	19	4,3947
AD 5%	19	2,7053
AD 10%	19	1,8684
AD 15%	19	2,0000
Valid N (listwise)	19	

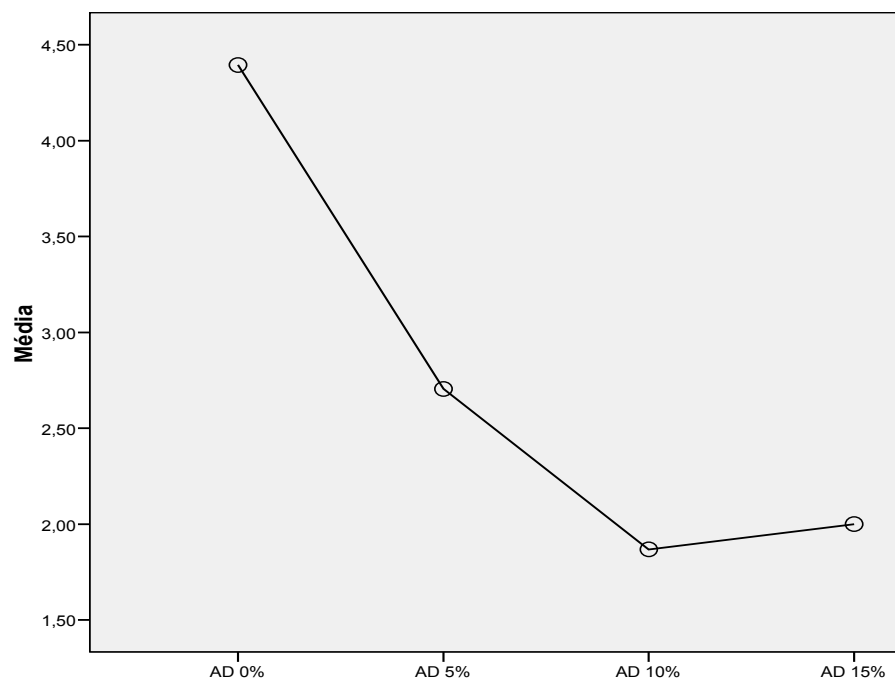


Gráfico 4.8: Médias do ângulo dorsal com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal.

Na tabela 4.14 e no gráfico 4.9, pode-se verificar que ocorre aumento do ângulo lombar (AL) com o aumento da carga. A partir do terceiro momento (10% de carga) até ao último (15% de carga) verifica-se o maior aumento de variação do ângulo lombar, representado com uma inclinação acentuada no gráfico da figura 4.8.

Tabela 4.14: Médias do ângulo lombar com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal.

	N	Mean
AL 0%	19	2,6368
AL 5%	19	2,8526
AL 10%	19	3,1421
AL 15%	19	3,6158
Valid N (listwise)	19	

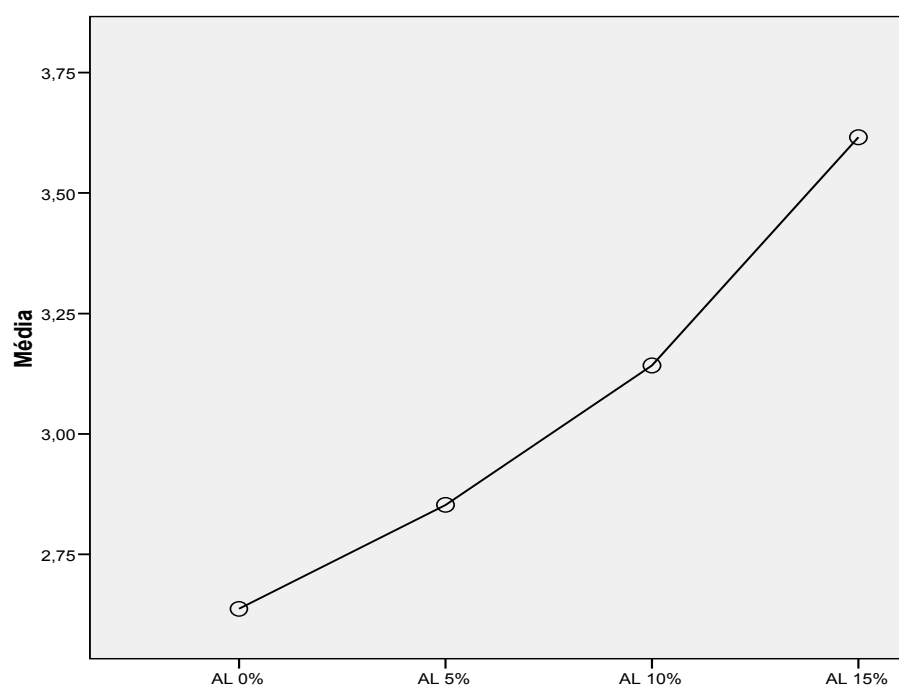


Gráfico 4.9: Médias do ângulo lombar com 0%, 5%, 10% e 15% de massa corporal.

Em suma, na tabela 4.15 de “Resumo das médias das variáveis *FRT* e dos ângulos posturais”, verifica-se que à medida que a carga é adicionada, há diminuição do desempenho no *FRT*, excepto com 15% de carga, em que há um ligeiro aumento do desempenho, quando comparado com o teste em 10% de carga.

Quanto ao ângulo crânio-vertebral (ACV), existe diminuição do ângulo à medida que é adicionada carga.

O ângulo crânio-cervical (ACC) também diminui à medida que é aumentada a carga na mochila.

O ângulo crânio-cervico-dorsal (ACCD) aumenta ligeiramente até os 10% de carga na mochila, depois diminui ligeiramente nos 15%.

No ângulo dorsal (AD) diminui progressivamente até os 10% de carga depois aumenta nos 15%.

O ângulo lombar (AL) aumenta regularmente há medida que é aumentado o peso na mochila.

Tabela 4.15: Resumo das médias das variáveis dependentes *FRT* e ângulos posturais (ACV, ACC, ACCD, AD e AL)

	FRT	ACV	ACC	ACCD	AD	AL
Sem carga	24,5	55,4	36,5	139,4	4,4	2,6
5% de carga	21,5	54,1	35,6	141,2	2,7	2,9
10% de carga	18,8	53,9	35,7	142,8	1,9	3,1
15% de carga	19,6	51,7	33,8	140,9	2,0	3,6

Na perspectiva de verificar se existe correlação entre as variáveis (variáveis dependentes e variáveis independentes), foram calculados os Coeficientes de Pearson.

O procedimento estatístico de correlação permite medir uma relação entre variáveis, determinando assim, o grau de associação entre estes variáveis. São consideradas correlações com nível de significância de 0.01 e 0.05.

Na tabela 4.16, podemos ver que os valores alcançados mostram que existem várias correlações.

No que concerne a correlações com nível de significância de 0.01, estas existem entre a altura e o comprimento do pé dos indivíduos e entre o IMC e o peso, sendo ambas as correlações positivas, o que indica que a maior altura está associada a um maior comprimento do pé e a um IMC superior está associado um peso mais elevado.

No que concerne a correlações com nível de significância de 0.05, existe correlação positiva entre a idade e o peso, o que significa que quanto maior a idade, maior é o peso.

Tabela 4.16: Tabela das Correlações de Pearson de idade, altura, peso comprimento do pé e IMC.

		Idade	Altura	Peso	Comprimento do pé	IMC
Idade	Pearson Correlation	1	,186	,470(*)	,104	,394
	Sig. (2-tailed)		,446	,042	,673	,095
	N	19	19	19	19	19
Altura	Pearson Correlation	,186	1	,368	,855(**)	-,265
	Sig. (2-tailed)	,446		,121	,000	,273
	N	19	19	19	19	19
Peso	Pearson Correlation	,470(*)	,368	1	,276	,794(**)
	Sig. (2-tailed)	,042	,121		,253	,000
	N	19	19	19	19	19
Comprimento do pé	Pearson Correlation	,104	,855(**)	,276	1	-,246
	Sig. (2-tailed)	,673	,000	,253		,310
	N	19	19	19	19	19
IMC	Pearson Correlation	,394	-,265	,794(**)	-,246	1
	Sig. (2-tailed)	,095	,273	,000	,310	
	N	19	19	19	19	19

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Segundo os resultados da tabela 4.17, com nível de significância 0.05, e no que se refere ao *FRT* sem carga, apenas existe correlação positiva com o peso, o que significa que mais pesa o indivíduo, maior a sua *performance* no *FRT*.

Tabela 4.17: Tabela das Correlações de Pearson entre as variáveis independentes e o *FRT* sem carga.

		Idade	Altura	Peso	Comprimento do pé	IMC	FRT0
FRT0	Pearson Correlation	,340	,184	,499(*)	,210	,424	1
	Sig. (2-tailed)	,154	,451	,030	,389	,071	
	N	19	19	19	19	19	19

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

De acordo com a tabela 4.18, existem correlações positivas, com nível de significância 0.05, entre as variáveis: altura e comprimento do pé com o ACV; altura e comprimento do pé com ACCD, concluindo-se que o tamanho do pé, assim como a altura elevada provocam o acréscimo dos ângulos ACV e ACCD.

Existem correlações negativas, com nível de significância 0.05, entre as variáveis: IMC e ACV; IMC e ACCD, o que significa que o aumento do IMC provoca um decréscimo dos ângulos ACV e ACCD.

Tabela 4.18: Tabela das Correlações de Pearson entre as variáveis independentes e os ângulos posturais sem carga

		ACV0	ACC0	ACCD0	AD0	AL0
Idade	Pearson Correlation	-,284	-,179	-,282	,285	-,134
	Sig. (2-tailed)	,238	,464	,242	,236	,584
	N	19	19	19	19	19
Altura	Pearson Correlation	,464(*)	,236	,551(*)	-,379	,013
	Sig. (2-tailed)	,046	,331	,014	,110	,959
	N	19	19	19	19	19
Peso	Pearson Correlation	-,225	-,210	-,116	,049	,116
	Sig. (2-tailed)	,355	,388	,635	,841	,637
	N	19	19	19	19	19
Comprimento.pé	Pearson Correlation	,494(*)	,213	,559(*)	-,381	-,006
	Sig. (2-tailed)	,032	,382	,013	,107	,982
	N	19	19	19	19	19
IMC	Pearson Correlation	-,534(*)	-,347	-,497(*)	,317	,104
	Sig. (2-tailed)	,019	,145	,030	,185	,671
	N	19	19	19	19	19

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

Na tabela 4.19, podemos verificar que não existe nenhuma correlação do *FRT* sem carga com os ângulos posturais. O ângulo lombar (AL) também não estabelece nenhuma associação com os restantes ângulos.

Contudo, existem correlações entre os vários ângulos posturais, sendo positivas com nível de significância 0.01, entre:

- o ACV e o ACC;
- o ACV e o ACCD;
- o ACC e o ACCD.

Estas correlações positivas indicam que se um dos ângulos aumentar, o outro também aumenta.

Existe uma correlação negativa entre o AD e o ACCD, o que indica se um dos ângulos aumenta o outro diminui e vice-versa.

Tabela 4.19: Tabela das Correlações de Pearson do FRT e dos ângulos posturais sem carga.

		FRT0	ACV0	ACC0	ACCD0	AD0	AL0
FRT0	Pearson Correlation	1	,015	,208	,008	-,024	,101
	Sig. (2-tailed)		,951	,392	,974	,923	,679
	N	19	19	19	19	19	19
ACV0	Pearson Correlation	,015	1	,745(**)	,902(**)	-,399	-,329
	Sig. (2-tailed)	,951		,000	,000	,090	,169
	N	19	19	19	19	19	19
ACC0	Pearson Correlation	,208	,745(**)	1	,577(**)	-,269	-,165
	Sig. (2-tailed)	,392	,000		,010	,266	,499
	N	19	19	19	19	19	19
ACCD0	Pearson Correlation	,008	,902(**)	,577(**)	1	-,658(**)	-,383
	Sig. (2-tailed)	,974	,000	,010		,002	,106
	N	19	19	19	19	19	19
AD0	Pearson Correlation	-,024	-,399	-,269	-,658(**)	1	,383
	Sig. (2-tailed)	,923	,090	,266	,002		,106
	N	19	19	19	19	19	19
AL0	Pearson Correlation	,101	-,329	-,165	-,383	,383	1
	Sig. (2-tailed)	,679	,169	,499	,106	,106	
	N	19	19	19	19	19	19

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Na tabela 4.20, podemos verificar que o *FRT* com 5% de carga e o ângulo lombar (AL) não estabelecem qualquer associação com os restantes ângulos.

Contudo, existe correlações entre os outros ângulos posturais com nível de significância 0.01.

Temos correlações positivas entre:

- o ACV e o ACC;
- o ACV e o ACCD;
- o ACC e o ACCD.

Estas correlações positivas indicam que se um dos ângulos aumentar, o outro também aumenta.

E quanto às correlações negativas, temos:

- o ACCD e o AD.
- o ACV e o AD.
- o AD e o ACC (com nível de significância de 0.05)

Que indicam se um dos ângulos aumenta o outro diminui e vice-versa.

Tabela 4.20: Tabela das Correlações de Pearson do FRT e dos ângulos posturais com 5% de carga.

		FRT5	ACV5	ACC5	ACCD5	AD5	AL5
FRT5	Pearson Correlation	1	,068	,006	,229	-,285	,300
	Sig. (2-tailed)		,783	,981	,346	,237	,212
	N	19	19	19	19	19	19
ACV5	Pearson Correlation	,068	1	,772(**)	,949(**)	-,600(**)	,006
	Sig. (2-tailed)	,783		,000	,000	,007	,979
	N	19	19	19	19	19	19
ACC5	Pearson Correlation	,006	,772(**)	1	,750(**)	-,559(*)	-,095
	Sig. (2-tailed)	,981	,000		,000	,013	,700
	N	19	19	19	19	19	19
ACCD5	Pearson Correlation	,229	,949(**)	,750(**)	1	-,725(**)	,046
	Sig. (2-tailed)	,346	,000	,000		,000	,853
	N	19	19	19	19	19	19
AD5	Pearson Correlation	-,285	-,600(**)	-,559(*)	-,725(**)	1	,107
	Sig. (2-tailed)	,237	,007	,013	,000		,664
	N	19	19	19	19	19	19
AL5	Pearson Correlation	,300	,006	-,095	,046	,107	1
	Sig. (2-tailed)	,212	,979	,700	,853	,664	
	N	19	19	19	19	19	19

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Na tabela 4.21, podemos novamente verificar que o *FRT* com 10% de carga e o *AL* não estabelecem qualquer associação com os restantes ângulos.

Contudo, existem correlações com nível de significância 0.01.

Temos correlações positivas entre:

- o *ACV* e o *ACC*;
- o *ACV* e o *ACCD*;
- o *ACC* e o *ACCD*.

Estas correlações positivas indicam que se um dos ângulos aumentar, o outro também aumenta.

E quanto às correlações negativas, temos a correlação entre:

- o *ACCD* e o *AD*.

Que indicam se um dos ângulos aumenta o outro diminui e vice-versa.

Tabela 4.21: Tabela das Correlações de Pearson do *FRT* e dos ângulos posturais com 10% de carga.

		FRT10	ACV10	ACC10	ACCD10	AD10	AL10
FRT10	Pearson Correlation	1	,131	,155	,238	-,388	,185
	Sig. (2-tailed)		,592	,525	,326	,101	,447
	N	19	19	19	19	19	19
ACV10	Pearson Correlation	,131	1	,709(**)	,916(**)	-,446	-,335
	Sig. (2-tailed)	,592		,001	,000	,055	,162
	N	19	19	19	19	19	19
ACC10	Pearson Correlation	,155	,709(**)	1	,614(**)	-,338	-,361
	Sig. (2-tailed)	,525	,001		,005	,158	,129
	N	19	19	19	19	19	19
ACCD10	Pearson Correlation	,238	,916(**)	,614(**)	1	-,702(**)	-,209
	Sig. (2-tailed)	,326	,000	,005		,001	,390
	N	19	19	19	19	19	19
AD10	Pearson Correlation	-,388	-,446	-,338	-,702(**)	1	-,008
	Sig. (2-tailed)	,101	,055	,158	,001		,974
	N	19	19	19	19	19	19
AL10	Pearson Correlation	,185	-,335	-,361	-,209	-,008	1
	Sig. (2-tailed)	,447	,162	,129	,390	,974	
	N	19	19	19	19	19	19

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Na tabela 4.22, das Correlações de Pearson do *FRT* e dos ângulos posturais com 15% de carga abaixo, podemos verificar que o *FRT* com 15% de carga, o AL e o AD não estabelecem qualquer associação com os restantes ângulos. Contudo, existe correlações positivas com nível de significância 0.01 entre:

- o ACV e o ACC;
- o ACV e o ACCD;
- o ACCD e o ACC (com nível de significância de 0.05)

Estas correlações positivas indicam que se um dos ângulos aumentar, o outro também aumenta.

E quanto às correlações negativas, temos a correlação entre:

- o ACCD e o AD (com nível de significância de 0.05)

Que indica que se o ACCD aumenta o AD diminui e vice-versa.

Tabela 4.22: Tabela das Correlações de Pearson do FRT e dos ângulos posturais com 15% de carga.

		FRT15	ACV15	ACC15	ACCD15	AD15	AL15
FRT15	Pearson Correlation	1	,162	,189	,247	-,096	-,053
	Sig. (2-tailed)		,507	,439	,308	,696	,831
	N	19	19	19	19	19	19
ACV15	Pearson Correlation	,162	1	,654(**)	,889(**)	-,312	-,295
	Sig. (2-tailed)	,507		,002	,000	,194	,220
	N	19	19	19	19	19	19
ACC15	Pearson Correlation	,189	,654(**)	1	,538(*)	-,122	-,357
	Sig. (2-tailed)	,439	,002		,017	,619	,134
	N	19	19	19	19	19	19
ACCD15	Pearson Correlation	,247	,889(**)	,538(*)	1	-,522(*)	-,256
	Sig. (2-tailed)	,308	,000	,017		,022	,289
	N	19	19	19	19	19	19
AD15	Pearson Correlation	-,096	-,312	-,122	-,522(*)	1	-,136
	Sig. (2-tailed)	,696	,194	,619	,022		,578
	N	19	19	19	19	19	19
AL15	Pearson Correlation	-,053	-,295	-,357	-,256	-,136	1
	Sig. (2-tailed)	,831	,220	,134	,289	,578	
	N	19	19	19	19	19	19

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

5. Discussão

A análise postural envolve muitas variáveis. A determinação da base de suporte, ou seja, o posicionamento dos pés é uma delas. A maior dúvida para os fisioterapeutas é pedir ou não ao sujeito para assumir uma posição confortável ou formatar a base sugerindo a aproximação dos pés. No presente estudo optou-se por solicitar aos indivíduos que adoptassem uma posição confortável.⁸

A avaliação da postura qualitativa, realizada essencialmente pela observação, tem apresentado pouca reprodutibilidade. Assim, nas últimas décadas, um grande número de instrumentos diagnósticos tem sido utilizado no campo da reabilitação, como por exemplo, o dinamómetro isocinético e a posturografia computadorizada. Estes instrumentos são vistos actualmente, como a forma mais objectiva de avaliar o paciente.²⁸

O uso do SAPO permitiu medir quantitativamente os ângulos posturais de uma forma mais eficaz.

Segundo Ferreira (2005), neste contexto de busca de valores quantitativos, realizam-se erros e acertos. O SAPO é uma excelente ferramenta para a avaliação postural, mas tem limitações. Os valores obtidos com o SAPO só são confiáveis se a marcação dos pontos anatómicos tiver sido realizada correctamente, mas é inquestionável que as medidas que podemos obter com este tipo de software são muito mais objectivas do que a avaliação clínica qualitativa. Erros de medida são possíveis e é prudente uma avaliação conservadora deste tipo de software, em relação a afirmações contundentes de progresso ou de alteração da postura em pequenos intervalos de tempo.^{48, 50}

A localização correcta de pontos anatómicos é um pré-requisito importante para garantir a reprodutibilidade e fiabilidade da análise postural. Algumas regiões, como a marcação de ponto C7, ofereceram maior dificuldade na sua visualização nas fotografias, por causa da mochila e também a marcação do grande trocânter, que por vezes era tapada pelo membro superior do indivíduo.^{48, 50}

O desenvolvimento do SAPO conjuntamente com o estudo de Ferreira (2005) foi uma grande vantagem para a fiabilidade dos dados obtidos e uma oportunidade para que fosse organizada uma proposta de padronização de medidas em ângulos e distâncias para a análise da postura em fotografias, o que é relevante para a fisioterapia.^{48, 50}

As características físicas e a faixa etária dos voluntários foram consideradas como adequadas para a análise do transporte de cargas de mochilas escolares. Alguns estudos como os de Pascoe e seus colaboradores e Hong e Brueggemann, utilizaram faixas etárias ligeiramente menores, dos 9 a 13 anos, enquanto a utilizada neste estudo foi entre os 13 e os 15 anos.^{51, 42}

Segundo Carvalho, no seu estudo, na condição de transporte de 20% do peso corporal, foram observadas marcas hiperémicas acentuadas na região dos ombros, que desapareceram logo após o término do experimento. Apesar de não constituírem um problema para os indivíduos do estudo, deve-se considerar que a pressão exercida pelas alças da mochila pode estar associada a uma série de acometimentos nesta região.²⁸

Para o presente estudo foi escolhido 15% de massa corporal do sujeito como limite de carga máxima, visto existirem vários estudos que consideraram potencialmente prejudiciais os 20% de carga corporal. A OMS recomenda 5% do peso corporal como carga máxima para crianças e 10% para adolescentes, de forma a prevenir distúrbios da coluna vertebral e cardio-respiratórios. O valor de carga de 10% tem sido apontado como “regra de ouro”, referência para a OMS/WH.

Quanto à posição da mochila escolar nos indivíduos, optou-se por centrada na T12, devido ao estudo de Grimmer e seus colaboradores, que verificaram a influência, em adolescentes, de diferentes cargas na posição em pé, tirando fotografias dos efeitos da carga. Mochilas posicionadas e centradas na altura da sétima vértebra torácica (T7), da décima-segunda vértebra torácica (T12) e na altura da terceira vértebra lombar (L3). Tiraram fotografias no plano sagital na posição em pé e nas condições experimentais, concluindo que as mochilas colocadas na altura de T7 produzem uma maior inclinação anterior (no plano sagital), quando comparadas com as outras localizações.⁶

A partir da análise dos dados recolhidos nesta pesquisa, observou-se que no *FRT*, ou teste de alcance, houve uma decrescente *performance* no *FRT*, ou seja, diminuição dos limites de estabilidade, desde o teste sem carga até o teste com carga de 15% da massa corporal dos indivíduos. Estes resultados vão ao encontro do estudo de Ruebush e seus colaboradores, que sugeriram que estas alterações da postura, consequentes do aumento do uso de mochila escolar, são uma compensação para neutralizar as deslocções do centro de gravidade. Quando existe uma sobrecarga sobre um indivíduo, existirá uma alteração no centro de gravidade para compensação. O uso de mochila escolar a nível posterior, irá posteriorizar o centro de gravidade levando a compensação a nível anterior, promovendo a anteriorização do centro de

gravidade. Este aumento de carga levará a um conseqüente aumento do momento de inércia causando uma diminuição na estabilidade, conferindo-lhe algumas perturbações.⁴¹

No *FRT* com carga de 15% da massa corporal do sujeito, houve um ligeiro aumento da *performance*, em relação ao *FRT* com carga de 10%, variando 0,8 cm. Podemos explicar este resultado com o estudo de Palumbo e seus colaboradores, que avaliou as implicações posturais através do aparelho de posturografia “*Balance Master System R*” avaliando assim, as alterações do centro de gravidade, com uso da mochila escolar. Verificaram que o uso de mochila escolar provoca alterações no limite de estabilidade, nomeadamente na velocidade do movimento e no controlo direccional. O movimento efectuado com a mochila escolar torna-se mais lento, aumentando o momento de inércia e diminuição da velocidade de movimento. A velocidade de movimento é afectada em todas as direcções (para a frente, para trás, para a esquerda e para a direita). Uma compensação anterior irá levar a uma alteração no recrutamento da cadeia anterior e posterior para o balanço dinâmico. Esta alteração muscular fará com que exista uma diminuição no controlo direccional.⁴¹

O estudo conduzido por Hong & Cheung afirma de igual forma que, a inclinação do tronco pode ser explicada pela teoria do controlo motor, já que uma das principais funções do controlo motor é a orientação do corpo, no que respeita ao mundo exterior, o que envolve a manutenção da postura para minimizar qualquer distúrbio de equilíbrio (que poderão ser causados pelo transporte da mochila escolar), o qual vai estabilizar o centro de gravidade.⁴⁴

Neste estudo optou-se por avaliar somente o plano sagital dos sujeitos, porque tem importância fundamental para a compreensão dos efeitos da carga na coluna vertebral, pois é neste plano que ocorrem maiores alterações da coluna vertebral durante o transporte de cargas e durante a marcha.²⁸

Analisaram-se cinco ângulos posturais: o ângulo crânio-vertebral (ACV), ângulo crânio-cervical (ACC), ângulo crânio-cervico-dorsal (ACCD), ângulo dorsal (AD) e ângulo lombar (AL).⁸

No ângulo crânio-cervical há diminuição do ângulo à medida que é adicionada mais carga à mochila, mas foi com 15% de carga na mochila que houve maior diminuição do ângulo crânio-vertebral. No ângulo crânio-cervical verificou-se uma diminuição do ângulo com o aumento progressivo da carga. A maior variação do ângulo ocorreu com 15% da carga.⁸

O mesmo resultado também foi observado em muitos outros estudos como os de Ramprasad e seus colaboradores, Grimmer e seus colaboradores, Mayank e seus colaboradores e Carvalho.

Existe uma alteração significativa no ângulo crânio-vertebral face ao peso da mochila escolar. O aumento do peso da mochila é inversamente proporcional ao ângulo crânio-vertebral, ou seja, um aumento da carga leva a uma diminuição do ângulo, provocando assim uma projecção anterior da cabeça.^{6, 8, 28, 43}

O estudo realizado por Chansirinukor e seus colaboradores, em 2001, que envolveu uma análise biomecânica do efeito do peso das mochilas numa amostra de estudantes, constatou que o ângulo crânio-vertebral diminuiu após os sujeitos transportarem a mochila durante 5 minutos, o que indica que o tempo que um sujeito transporta uma mochila pesada influencia a coluna cervical superior, assim como a postura dos ombros. Chansirinukor também concluiu que cargas superiores a 15% da massa corporal provocavam alterações significativas da postura dos ombros e região cervical.^{7, 41}

O mesmo aconteceu no presente estudo com a carga de 15% do peso corporal.

Os resultados deste estudo indicam uma inclinação anterior do tronco com o aumento de carga, ou seja, aumento do ângulo crânio-cervico-dorsal. Houve um aumento regular do ACCD com 5% e 10% de carga, proporcional ao peso corporal. Apenas no momento de carga com 15% do peso corporal o ângulo crânio-cervico-dorsal diminuiu quase 2 graus.

No ângulo dorsal houve uma maior diminuição do ângulo na avaliação com 5% da carga, comparando com o momento sem carga. De seguida houve uma ligeira diminuição do ângulo com 10% de carga. Ocorre uma variação diferente no ângulo no momento de 15% de carga: há um mínimo aumento de aproximadamente 0,02 graus de amplitude angular do AD.

Estes aumentos na inclinação do tronco mostram uma estratégia para compensar os efeitos da carga, que tende a deslocar o tronco posteriormente. A inclinação do tronco para frente causa uma mudança do centro de gravidade corporal para uma posição na qual a acção da carga é compensada.²⁸ Outros estudos demonstram que a inclinação do tronco no plano sagital é uma estratégia frequente, porém associada ao peso da carga transportada - cargas mais pesadas causam maiores inclinações no tronco.^{28, 42, 44, 51} Os resultados mostraram que o aumento desta inclinação foi mais pronunciado durante a carga de 15% do peso corporal e demonstra que os sujeitos fizeram ajustes adicionais, comparados aos realizados na

condição de 10% do peso corporal. Wong e Hong e Hong e Brueggemann encontraram maior inclinação anterior do tronco com cargas correspondentes a 15% e 20% do peso corporal, em relação à condição sem carga e com 10% de carga.⁴²

Pode verificar-se que ocorre aumento do ângulo lombar com o aumento da carga. É a partir de carga de 10% até 15% que se verifica o maior aumento de variação do ângulo lombar.

A discussão sobre os efeitos do transporte de cargas, considerando-se as alterações publicadas pelos vários autores estudados, aponta que existe uma tendência consensual que cargas acima de 15% podem trazer alterações que exigem mais esforço fisiológico e biomecânico do organismo, do que sem carga ou com carga até o equivalente a 10% do peso corporal.

O presente estudo evidenciou que o transporte de carga equivalente a 15% do peso corporal induziu significativas alterações no perfil sagital da coluna vertebral. Foi evidenciada maior inclinação anterior do tronco, causando um risco de lesão.

6. Considerações finais

6.1. Limitações do estudo

No decurso deste estudo, constatou-se que algumas das situações, que não corresponderam às expectativas, estavam relacionadas com falhas do modo de procedimento.

O facto da amostra ter sido seleccionada por conveniência tornou-a pouco representativa. Como tal, não puderam ser tiradas conclusões para a população.

Relativamente, à caracterização da amostra, e no que se refere a alterações posturais, não foi possível objectivar a avaliação dos indivíduos, não detectando, por negligência alguma condição física do indivíduo.

No mesmo âmbito, o questionário não incluiu pontos relativos à prática de desporto, alterações visuais ou outros sinais que nos pudessem indicar a existência de perturbações do equilíbrio, tais como, tonturas, quedas frequentes, cefaleias, nistagmos, entre outros.

Considerou-se que os testes deveriam ter sido primeiramente executados com mochila, dado que poderá ter ocorrido um mecanismo de condicionamento, o que, possivelmente, determinou melhor *performance* em alguns testes realizados com mochila.

Quanto aos pontos de referência anatómica, houve grande dificuldade em apresentar o ponto de C7 nas fotografias, devido à presença da mochila, e por colocação de marcadores sobrepostos na coluna, o que pode levar a algum enviesamento dos resultados. Em alguns indivíduos, o posicionamento do membro superior ocultava o marcador do grande trocânter, o que, periodicamente, dificultava a sua visualização.

O estudo apenas avaliou os ângulos da coluna vertebral, mais especificamente as regiões cervical, dorsal e lombar. Num futuro estudo recomenda-se uma avaliação mais completa dos ângulos corporais, por exemplo: dos ângulos dos membros inferiores, como a anca, joelho e tornozelo. Finalmente, avaliações no plano frontal e horizontal poderiam completar e enriquecer o estudo de alterações posturais.

7. Conclusão

Com a realização deste estudo pretendeu-se compreender a relevância do peso das mochilas escolares nas alterações posturais e de equilíbrio dos indivíduos, que posteriormente poderão ter consequências negativas na sua saúde. Para tal recorreu-se a um estudo causa-efeito, ou seja, do tipo experimental.

Ao escolher-se a amostra, procurou-se constatar que à medida que se aumentava a carga na mochila, a performance no *FRT* diminuiria e as alterações posturais aumentavam, principalmente ao nível da cervical, dorsal e lombar.

O desempenho do *Functional Reach Test* diminuía à medida que aumentava a percentagem de peso na mochila escolar.

Os ângulos crânio-vertebral, crânio-cervical e o dorsal diminuíam à medida que a carga aumentava. Os ângulos crânio-cervico-dorsal e o ângulo lombar aumentavam ligeiramente à medida que iam aumentando a percentagem de carga na mochila.

De acordo com os resultados do estudo podemos classificar o transporte de mochilas escolares como um factor de alteração da postura e do equilíbrio, já que, a maioria dos casos registam diferenças, aquando da realização dos testes com e sem mochila. No entanto, os resultados obtidos impossibilitam que se classifiquem estas alterações como prejudiciais para os indivíduos a longo prazo.

A discussão sobre os efeitos do transporte de cargas, pelos vários autores estudados, indica a tendência consensual que cargas acima de 15% do peso do indivíduo podem provocar alterações, as quais exigem mais esforço fisiológico e biomecânico do organismo.

O valor da carga de 10% tem sido apontado como referência para a prevenção de uma série de distúrbios da coluna vertebral relacionados com o transporte de carga. Neste presente estudo, confirma-se que até aos 10% do peso corporal, não existem alterações posturais e de equilíbrio significativas. Somente a partir dos 15% acontecem maiores desvios.

Com base na literatura actual, valores entre 10% e 15% do peso corporal seriam aceitáveis como limite superior do peso das mochilas. Contudo, factores como distância, desenho da mochila, condicionamento da criança e maturidade esquelética também deveriam ser considerados ao recomendar o limite de peso nas mochilas.

Outros estudos sobre a postura de crianças e alinhamento da coluna vertebral têm mostrado uma clara associação entre a carga da mochila e a resposta postural.

As crianças assumem uma postura compensatória, de cabeça para a frente, sob cargas nas mochilas superiores a 10% - 15% do seu peso corporal.

Serão necessárias mais pesquisas para relacionar estes resultados às dores nas costas, mas sugerem as cargas adequadas para manutenção do alinhamento postural normal,

Contudo, recomendam-se estudos mais aprofundados, para que haja uma melhor compreensão sobre o peso das mochilas, e todos estes factores acima descritos, possam afectar a postura e, conseqüentemente, o sistema musculoesquelético das crianças, visto que, a grande maioria dos estudos disponíveis, possuem amostras pequenas e não levam em consideração os factores acima citados.

8. Referências bibliográficas

- 1) Bunnell W. Selective screening for scoliosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2005.
- 2) Nissinen M. Development of trunk asymmetry in a cohort of children ages 11 to 22 years. *Spine* 2000.
- 3) Shehab D, Al- Jarallah K, Khaked F. Nonspecific low-back pain in Kuwaiti children and adolescents: associated factors. *Journal Adolescent Health* 2005.
- 4) Knapik J, Harman E, Reynolds K. Load carriage using packs: a review of physiological, biomechanical and medical aspects. *Applied Ergonomics* 1996; 27: 207-216.
- 5) Voll HJ, Klimt F. On strain in children caused by carrying schoolbags. 1997; 39: 369-378.
- 6) Grimmer K, Dansie B, Milanse S, Ubon P, Patricia T. Adolescent standing postural response to backpack loads: A randomized controlled experimental study. *BioMedCentral Musculoskeletal Disorders* 2002; 3: 1-10.
- 7) Chansirinukor W, Wilson D, Grimmer K, Dansie Brenton. Effect of backpacks on students: measurement of cervical and shoulder posture. *Australian Journal of Physiotherapy* 2001; 47: 110-116.
- 8) Ramprasad M, Alias J, Raghuveer. Effect of backpack weight on postural angles in preadolescent children. *Indian Pediatrics* 2010; 47:575-580.
- 9) Shumway CA. Control of normal mobility. In: Shumway CA, Woollacott MH, Eds. *Motor Control: Theory and Practical Applications*. Lippincott Williams and Wilkins. 2001. 128-234.
- 10) Tulder M, Koes B, Bouter L. Conservative treatment of acute and chronic nonspecific low back pain. *Spine* 1997; 22: 2128-2156.
- 11) Metcalfe JS, McDowell K, Chen LC, Chang TY, Clark JE. Development of somatosensory-motor integration: an event-related analysis of infant posture in the first year of independent walking. *Developmental Psychobiology* 2005; 46: 19-35.
- 12) Woollacott MH, Burtner P. Neural and musculoskeletal contributions to the development of stance balance control in typical children and children with cerebral palsy. *Acta Paediatrica Supplement* 1996; 416: 58-62.

- 13) Hytonen M, Pykko I, Aalto H, Starck J. Postural control age. Journal: Acta Otolaryngol (Stockh) 1993; 113: 19-22.
- 14) Forjuoh S, Lane B, Schuchmann J. Percentage of body weight carried by students in their school backpack. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation 2003; 82: 261- 266.
- 15) Puckree T, Silal S, Lin J. School bag carriage and pain in school children. Journal of Disability and Rehabilitation 2004; 26: 54-59.
- 16) Mackie H, Stevenson J, Reid S, Legg S. The effect of simulated school-load carriage configurations on shoulder strap tension force and shoulder interface pressure. Applied Ergonomics 2005; 36: 199-206.
- 17) Siambanes D, Martinez J, Butler E, Haider T. Influence of school backpacks on adolescent back pain. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2004; 24: 211- 217.
- 18) Edwards S. Fisioterapia neurológica. Segunda Edição. Lusociência. (3) 204-207, 2002.
- 19) Colby LA, Kisner C. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. Quarta edição Manole, (15): 591-604. 2005.
- 20) Kendall F, McCreary E, Provance P. Músculos, provas e funções. Quarta edição Editora Manole Ltda.: São Paulo. 1995.
- 21) Massada J. O bipedismo no homosapiens postura recente - nova patologia. Editorial Caminho 2001.
- 22) Pessoa CA. Técnica de Iso-stretching. Brasil. Disponível online em www.fisiointeractiva.hpj.ij.com.br/alongamento/iso1.html em 09/03/2003.
- 23) Seeley, Stephens, Tate. Anatomia & fisiologia. Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana. Lusociência. Oitava Edição. 2008.
- 24) Pezarat P. Anatomofisiologia, tomo II - função neuromuscular. Editor FMH Edições. Ciências da Motricidade. 1999. 62-63.
- 25) Barlett D, Birmingham T. Validity and reliability of a pediatric reach test. Pediatric Physical Therapy 2003; 84-92.
- 26) Jonsson E, Henriksson M, Hirschfeld H. Does the functional reach test reflect stability limits in elderly people? Journal of Rehabilitation Medicine 2002; 35: 26-30.
- 27) Balagué F. Cardon G. Backpacks and spinal disorders in school children. Eur Med Phys 2004; 44:15-21.
- 28) Carvalho LA. Análise cinemática do perfil da coluna vertebral durante o transporte de mochila escolar [dissertation] Universidade Federal de Paraná. 2004.

- 29) Sacco IC, Melo MC, Rojas GB, et al. Análise biomecânica e cinesiológica de posturas mediante fotografia digital: estudo de casos. *Revista Brasileira. Cinemática. e Movimento.* Brasília. 2003;11(2): 25-33.
- 30) Hall SJ. *Biomecânica básica.* Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, 1993.
- 31) Knoplich J. *Enfermidades da coluna vertebral.* Segunda edição. São Paulo: Panamed. 1986.
- 32) Mochizuki L, Amadio AC. Aspectos biomecânicos da postura erecta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.* 2003;3 (3): 77– 83.
- 33) Agustin C, Wilmarth MA, Raymond J, & Hilliard, TS. The Amount and variation of craniovertebral angle changes in college-aged students using one-shouldered backpacks and bags. *Orthopaedic Practice.* 2003; 15(3), 30-33.
- 34) Devroey C, Jonkers I, Becker A, Lenaerts G & Spaepen A. Evaluation of the effect of backpack load and position during standing and walking using biomechanical, physiological and subjective measures. *Ergonomics,* 2007. 50(5), 728-742. Londres.
- 35) Rateau MR. Use of backpacks in children and adolescents – a potential contributor of back pain. *Orthopaedic Nursing.* 2004, 23(2), 101-105.
- 36) Connolly BH, Cook B, Hunter S, et al. Effects of backpack carriage on gait parameters in children. *Pediatric Physical Activity.* 2008. 20, 347-355.
- 37) Mohan M, Singh U, & Quddus N. Effect of backpack loading on cervical and shoulder postures in indian school children. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy.* 2006. 11(1), 20.
- 38) Moura BM, Fonseca CO, Paixão TF. Relação quantitativa entre o peso da mochila escolar vs o peso da criança e suas possíveis alterações posturais e algias. Universidade de Amazônia. Belém 2009.
- 39) Devita P, Hong D, Hamill J. Effects of asymmetric load carrying on the biomechanics of walking. *Journal of Biomechanics.* 1992; 4(25):459-467.
- 40) Barbosa LM. Educação física escolar como contribuição para prevenção de problemas posturais da coluna vertebral. Universidade Nove de Julho São Paulo, 2010. 11.
- 41) Barros R.F. Transporte de cargas em populações jovens: implicações posturais decorrentes da utilização de sacos escolares. [dissertation] Universidade do Minho, 2008.
- 42) Hong Y, Brueggmann G. Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. *Gait and Posture,* 2000. (11): 254-259.

- 43) Costa JE. Estudo sobre o efeito do peso das mochilas na capacidade respiratória e avaliação da actividade física. [Dissertation] Universidade do Porto - Faculdade de Desporto. 2010.
- 44) Hong Y, Chung C. Gait and posture response to backpack load during level walking in children. *Gait and Posture*.2003. (17): 28-33.
- 45) Mackenzie WG, Sampaht JS, Kruse, RW, Sheir-Neiss GJ. Backpack in Children. *Clinical Orthopaedic and Related Research*. 2003. 409:78-84.
- 46) Chow DHK, Leung DSS & Holmes AD. The effects of load carriage and bracing on the balance of schoolgirls with adolescent idiopathic scoliosis. *European Spine Journal*. 2007(16):1351-1358.
- 47) Coutinho CP, Edições Almedina. Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: teoria e prática. 2011.
- 48) Ferreira E. Duarte M, Maldonado E, Burke T, Marques A. Postural assessment software (PAS/SAPO): validation and reliability. *Clinics* 2010; 65 (7): 675 – 681.
- 49) Bricot B. Posturologia. 2 Ed. São Paulo: Ícone. 2001.
- 50) Ferreira EA. Postura e controle postural: desenvolvimento e aplicação de método quantitativo de avaliação postural. [dissertation] Faculdade de Medicina Universidade de São Paulo. 2005.
- 51) Pascoe DD, Pascoe DE, et al. Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. *Ergonomics*. 1997 (6): 631-641.

9. Apêndices

9.1. Apêndice 1 – QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Nome: _____

Idade: _____ **Gênero:** _____

Altura (m): _____ **Peso (kg):** _____

Comprimento do pé (cm): _____

Índice de Massa Corporal (IMC): _____

Tem alguma alteração postural? _____ **Qual?** _____

Algum diagnóstico ortopédico ou reumatológico? _____ **Qual?** _____

Neste momento sente alguma dor? _____ **Onde?** _____

9.2. Apêndice 2 - PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA A INSTITUIÇÃO ESCOLAR

Exmº Senhor Director

Venho pela presente, solicitar autorização e cooperação por parte de Vª Excia, para a realização de um Projecto de Investigação.

Sou Fisioterapeuta e aluna de Mestrado em Fisioterapia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, estando a realizar um Projecto de Investigação no âmbito da unidade curricular do 2º ano de Mestrado.

Este projecto tem como base, a análise dos efeitos da sobrecarga das mochilas escolares nas alterações posturais e de equilíbrio em adolescentes, o que me leva a pedir autorização a Vª Excia, para realizar a parte prática do projecto de investigação, nas instalações da instituição, pela qual é responsável.

Este procedimento, não traz qualquer risco e/ou inconveniente para os respectivos alunos ou para a Instituição.

Com o objectivo de obter o máximo rigor na avaliação, estará presente uma colega (também fisioterapeuta), que me irá ajudar nas medições.

A participação dos alunos neste estudo é voluntária e só ocorrerá após os seus encarregados de educação assinarem o formulário. Neste documento constarão os objectivos e finalidades do estudo, bem como o compromisso de garantia de confidencialidade dos dados e do carácter voluntário da participação.

Em anexo envio um projecto deste trabalho, havendo disponibilidade para esclarecer qualquer dúvida relativamente ao estudo.

Desde já, agradeço a Vª atenção, ficando a aguardar a resposta.

Pede deferimento
Calheta, 16 de Abril de 2012
Mónica Jardim

9.3. Apêndice 3 - DOCUMENTO EXPLICATIVO DO ESTUDO

Designação do Estudo:

Efeitos da Sobrecarga das Mochilas Escolares nas Alterações Posturais e de Equilíbrio

Meu nome é Mónica Maria Rodrigues Jardim, sou fisioterapeuta e estou a realizar o Mestrado em Fisioterapia, organizado pela Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa. Nesse âmbito estou a realizar um trabalho de investigação, cujo objectivo será verificar a existência de alterações posturais e de equilíbrio, em adolescentes que utilizam mochilas escolares com demasiado peso.

Peço autorização para a recolha dos seguintes dados: idade, altura, peso e comprimento do pé. As medições serão feitas através de uma balança digital e fita métrica. Uma câmara fotográfica digital irá captar as alterações posturais enquanto vou colocando na mochila pesos equivalentes a 5%, 10% e 15% do peso corporal. Os alunos estarão descalços, de calções e t-shirt sem manga. Será pedido ao aluno que execute um teste que consiste em pedir que alcance a máxima distância à frente, sem mover os pés ou dar um passo à frente.

A decisão de participar, ou não, é voluntária e, mesmo depois de conceder autorização poderá desistir a qualquer momento. Todos os dados recolhidos serão tratados de forma confidencial.

Estou disponível para esclarecer quaisquer dúvidas que possa ter em relação à participação do seu educando no estudo, através do número de telemóvel 96XXXXXXX.

Solicito a sua colaboração para a realização deste estudo e para o efeito poderá assinar a Declaração de Consentimento Informado do seu educando.

Desde já, agradeço a sua colaboração.

9.4. Apêndice 4 - DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Designação do Estudo: **Efeitos da Sobrecarga das Mochilas Escolares nas Alterações Posturais e de Equilíbrio**

Eu, abaixo-assinado _____
(nome completo do encarregado de educação) compreendi a explicação que me foi fornecida acerca da investigação que se tenciona realizar, bem como do estudo em que meu educando será incluído. Foi-me dada oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias.

Tomei conhecimento de que, a informação e explicação que me foi prestada versou os objectivos, os métodos, os benefícios previstos, os riscos potenciais e o eventual desconforto. Além disso, foi-me afirmado que tenho o direito de recusar a todo o tempo a participação do meu educando no estudo, sem que isso possa ter como efeito qualquer discriminação.

Por isso, consinto que seja aplicado o método de investigação e todos os procedimentos necessários, propostos pelo investigador.

Data: ___ / ___ / ___

Assinatura do Encarregado de Educação: _____

Nome do Investigador Responsável: _____

Assinatura: _____

Contacto: