



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Análise das condições ergonómicas das salas
de aula do primeiro ciclo do ensino básico

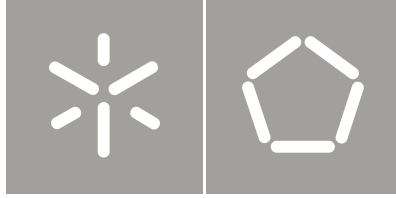
Maria Antónia Maio N. S. Gonçalves

UMinho | 2012

Maria Antónia Maio Nunes da Silva Gonçalves

Análise das condições ergonómicas das salas
de aula do primeiro ciclo do ensino básico

março de 2012



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Maria Antónia Maio Nunes da Silva Gonçalves

Análise das condições ergonómicas das salas
de aula do primeiro ciclo do ensino básico

Tese de Doutoramento
Programa Doutoral em Engenharia Industrial e de Sistemas

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Pedro Miguel Martins Arezes

DEDICATÓRIA

Aos meus três filhos

António Pedro,

Francisco e

Maria Teresa,

obras-primas da minha existência, minha fonte de motivação e inspiração.

É para vós, amores da minha vida.

(Página propositadamente deixada em branco)

AGRADECIMENTOS

O longo percurso que envolveu a realização desta tese de doutoramento, com os seus altos e baixos, só foi possível percorrer e chegar a bom porto, graças a várias pessoas que se cruzaram neste caminho, cujo apoio e contribuição foi de uma importância primordial.

- Ao meu orientador, Professor Doutor Pedro Miguel Arezes, primeira pessoa a acreditar em mim e no meu projeto, e cuja dedicação, acompanhamento, disponibilidade e simpatia deu origem a uma bela amizade que, espero, vai perdurar para a vida;
- À empresa NAUTILUS, na pessoa do Sr. Eng^o Vitor Barbosa, empresário empreendedor e cuja filosofia se rege pela inovação e desenvolvimento de novos e melhores produtos, que foi de uma prestabilidade e colaboração que não tem preço, quer no desenvolvimento da ferramenta de recolha dos dados, quer em todo e qualquer apoio que lhe foi sendo solicitado; Ao Sr. Hélder Barbosa, desenhador da empresa, pela paciência e profissionalismo demonstrado na fase de projeto da cadeira antropométrica;
- Ao Município de Vila Nova de Gaia, concretamente, um agradecimento póstumo ao Sr. Álvaro Santos, todos os diretores dos agrupamentos de escolas contactados, coordenadores e professores das escolas básicas do 1^o ciclo visitadas, pais e encarregados de educação que permitiram que este trabalho fosse possível;
- À Susana Sousa, minha antiga aluna, hoje minha colega, que se prontificou para me ajudar na recolha de dados, como minha assistente, sem nunca pedir nada em troca;
- Ao meu colega Ignácio Castellucci, pela contribuição que deu na troca de conhecimentos e impressões ao longo deste projeto;
- Ao designer Daniel Pinho, que gratuitamente elaborou todos os desenhos de autoria própria;
- Aos meus colegas da ESEIG, particularmente ao Jorge Mendes, que com toda a paciência e capacidade crítica comentou este trabalho; À Gisela Soares e à Cristina Lopes, pelo contributo prestado; Ao Venceslau Correia, Ana João, Rafaela Casais, Sara Reis, Luís Mourão, Luís Coelho e Rui Martinho pela partilha de momentos pelos quais passaram ou estão a passar no seu trabalho de doutoramento;
- Ao tio Leonel Olhero, escritor e poeta autodidata, que procedeu à revisão da qualidade de escrita desta tese;

- Aos meus pais, pela compreensão e ajuda dada em termos familiares e sem os quais não teria sido possível conciliar trabalho, estudo e família;

- E por fim, ao meu marido e filhos, agradeço a paciência e a compreensão pelo tempo que não passamos juntos, pelas férias que foram encurtadas, pelo mau-humor de muitas ocasiões e por tudo de que os privei durante este tempo, para conseguir concluir este trabalho.

RESUMO

As escolas estão sujeitas a fatores de risco tal como qualquer outro local de trabalho. Contudo, estas recebem alunos que, sendo muito jovens, desconhecem os possíveis perigos para a segurança e saúde que possam advir das condições físicas existente nas salas de aulas, tornando-os num grupo particularmente vulnerável. O mobiliário escolar é um elemento de elevada importância na organização escolar, dado ser parte integrante do espaço físico de uma escola. A incompatibilidade entre as dimensões do mobiliário e as medidas antropométricas dos seus utilizadores está fortemente associada às dores nas costas e no pescoço referidas pelas crianças em idade escolar, bem como a efeitos nocivos ao nível cognitivo, como a hiperatividade, falta de interesse e conseqüente baixo rendimento na aprendizagem. Apesar de numa primeira fase se pretender constituir um diagnóstico do cenário existente, o foco da atual tese centrou-se na definição dos parâmetros de referência para a conceção do mobiliário escolar para alunos do primeiro ciclo do ensino básico, tendo em consideração a caracterização e análise de uma amostra previamente selecionada. Por não existir publicada uma base de dados referente aos dados antropométricos relevantes para este estudo, ou seja, relativos a crianças portuguesas da faixa etária pretendida, foi necessário proceder a um levantamento destes dados e ao desenvolvimento de uma ferramenta de recolha que agilizasse este processo. Na posse destes dados e com base em critérios de (in)compatibilidade para o mobiliário escolar, resultantes de estudos anteriores, foi analisada a adequabilidade do mobiliário atual. Desta análise verificou-se que a situação portuguesa não difere muito de outras realidades, verificando-se um desajustamento significativo entre as dimensões do mobiliário escolar e as medidas antropométricas dos alunos. Do tratamento dos dados antropométricos da amostra, foi possível definir valores de referência para o dimensionamento do mobiliário escolar para as escolas do primeiro ciclo do ensino básico (EB1), bem como desenvolver um guia metodológico para ajustamento do mobiliário em função da estatura das crianças. Estes resultados revelam-se de uma primordial mais-valia, na medida em que proporcionam uma base científica para a construção de um novo conceito de mobiliário escolar para as EB1, ajustável e compatível com as dimensões antropométricas da população utilizadora, contribuindo para uma escola segura e saudável e potenciadora de bons hábitos posturais.

Palavras-chave: Mobiliário, Escola, Antropometria, Alunos, Ergonomia, Postura.

(Página propositadamente deixada em branco)

ABSTRACT

Schools are subject to risk factors as much as any other workplace. However, schools receive very young children who are unaware of the potential health and safety hazards that could result from the existing physical conditions in the classrooms, making them a particularly vulnerable group. The school furniture is a relevant element of the school organization, as it is a fundamental part of the school physical space. A literature review on this subject seems to reveal that the mismatch between classroom furniture and students' body dimensions is strongly associated to back and neck pain reported by children during their school years, as well as to harmful effects at a cognitive level, such as hyperactivity, lack of interest and consequent low learning performance. Although the first stage of this project intended to provide a diagnosis of the existing scenario, the focus of the current thesis was to set the benchmark for designing school furniture for Portuguese primary schools, taking into account the characterization and analysis of a previously selected sample of students. Due the lack of published databases of anthropometric data relevant to this study, i.e., considering Portuguese children within the considered age group, it was necessary to conduct an anthropometric survey and to develop a tool to expedite the data collection process. Considering these data and on the basis of assumed (mis)match criteria for school furniture, defined in previous studies, the appropriateness of the currently used furniture was analysed. From this analysis it was verified that the Portuguese situation is not much different from other realities, confirming that there is a significant mismatch between the dimensions of school furniture and the anthropometric characteristics of students. According to the collected anthropometric data and its treatment, it was possible to set benchmarks for the design of school furniture for Portuguese primary schools, as well as to develop a methodological guide for adjusting the furniture according to the students' height. The obtained results seem to be very relevant, as they provide a scientific basis for the design and construction of a new concept of school furniture for Portuguese primary schools, which is adjustable and compatible with the anthropometric dimensions of the considered population of users, thus contributing to safe and healthy schools and enhancing good postural habits.

Keywords: School, Furniture, Anthropometrics, Students, Ergonomics, Posture.

(Página propositadamente deixada em branco)

ÍNDICE GERAL

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO	v
ABSTRACT.....	vii
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos/Questões de investigação	6
1.3. Estrutura adotada	8
PARTE I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
Capítulo 2 – Ergonomia.....	11
2.1. Conceito e aplicação	11
2.2. Ergonomia em contexto escolar.....	13
Capítulo 3 – Postura.....	17
3.1. Conceito	17
3.2. O impacto da postura na coluna vertebral.....	18
3.3. A postura sentada	20

3.4. Posturas em ambiente escolar	23
3.4.1. Impacto das atividades em sala de aula	23
3.4.2. Implicações do mobiliário escolar.....	26
3.4.3. Consequências das más posturas	33
3.4.4. O uso de computadores na escola.....	35
Capítulo 4 - Critérios Ergonómicos para o Projeto e Conceção do Mobiliário Escolar	39
4.1. O assento	39
4.2. O apoio lombar/encosto	41
4.3. A superfície de trabalho.....	42
4.4. Espaço livre entre o assento e a superfície de trabalho	44
Capítulo 5 - A Contribuição da Antropometria Aplicada	47
5.1. Dados antropométricos	50
5.2. Medidas antropométricas relevantes.....	52
5.3. Processo de aquisição das medidas antropométricas.....	54
PARTE II – TRABALHO DESENVOLVIDO	
Capítulo 6 – Metodologia.....	59
6.1. Primeira Fase: Da revisão bibliográfica à recolha dos dados antropométricos	59
6.1.1. Estabelecimento de contactos e parcerias	59

6.1.1.1. Contactos com entidades envolvidas	59
6.1.1.2. Parceria com empresa de mobiliário escolar	60
6.1.2. Equipamento de Medição: conceção e validação	61
6.1.3. Registos.....	62
6.1.4. Recolha dos dados antropométricos	63
6.1.5. Recolha de outros dados.....	67
6.1.6. Tratamento dos dados recolhidos.....	68
6.2. Segunda fase: Análise do mobiliário escolar existente.....	70
6.3. Terceira Fase: Análise postural	70
6.4. Quarta fase: Tratamento e análise dos dados e conclusões	75
Capítulo 7 – Análise e Discussão dos Resultados	77
7.1. Caracterização das salas de aula	77
7.1.1. Equipamentos existentes.....	77
7.1.2. Ambiente físico	78
7.1.3. Organização das actividades lectivas	78
7.2. Recolha dos dados antropométricos.....	79
7.2.1. Medidas antropométricas relevantes para a conceção do mobiliário escolar	79
7.2.2. Aferição da cadeira antropométrica	80

7.2.3. Caracterização da amostra.....	81
7.2.4. Normalidade dos dados	83
7.2.5. Tabelas antropométricas da população estudada.....	84
7.2.6. Comparação com outros estudos antropométricos	86
7.3. (In)compatibilidade entre as dimensões do mobiliário escolar e as medidas antropométricas das crianças.....	89
7.3.1. Dimensões do mobiliário das EB1	89
7.3.2. Aplicação das medidas antropométricas às dimensões do mobiliário	91
7.3.2.1. Altura do assento.....	92
7.3.2.2. Largura do assento.....	94
7.3.2.3. Profundidade do assento	95
7.3.2.4. Altura da superfície de trabalho.....	97
7.3.2.5. Espaço livre entre o assento e a superfície de trabalho.....	99
7.4. Projeto ergonómico para o mobiliário escolar das EB1	101
7.4.1. Variabilidade das medidas antropométricas intra e inter anos escolares.....	101
7.4.2. Correspondência entre percentis nas medidas antropométricas	104
7.4.3. Relação entre medidas antropométricas.....	106
7.4.4. Requisitos de dimensionamento para a conceção do mobiliário escolar.....	108

7.4.4.1. Assento	109
7.4.4.2. Superfície de trabalho	117
7.4.4.3. Requisitos de forma para a conceção	120
7.5. Uso de Computadores	125
Capítulo 8 – Conclusões e Desenvolvimentos Futuros	133
BIBLIOGRAFIA	139
ANEXOS	155

(Página propositadamente deixada em branco)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Contribuições da Ergonomia	12
Figura 2 - Abordagem metodológica de análise das atividades de trabalho em contexto escolar	15
Figura 3 - Caracterização das várias zonas da coluna vertebral.....	18
Figura 4 – Estrutura óssea da zona pélvica	21
Figura 5 - Ilustração da postura padrão sentado.....	26
Figura 6 - Superfície de trabalho baixa	30
Figura 7 - Superfície de trabalho alta.....	30
Figura 8 - Tempos médios para aparecimento de dores no pescoço, de acordo com a inclinação da cabeça para frente.....	31
Figura 9 - Cone de visão normal para atividades em postura sentada	32
Figura 10 - Aumento da pressão nos discos intervertebrais, na postura sentada	34
Figura 11 - Medidas antropométricas estáticas na posição de pé.....	52
Figura 12 - Medidas antropométricas estáticas na posição sentada	52
Figura 13 – Projeto da cadeira antropométrica.....	62
Figura 14 – Cadeira antropométrica.....	62
Figura 15 - Recolha das medidas antropométricas	64
Figura 16 - Fluxograma das atividades realizadas na 1ª fase do trabalho	69

Figura 17 - Mesa com tampo horizontal e cadeira com inclinação posterior	72
Figura 18 - Mesa com tampo inclinado e cadeira com inclinação posterior	72
Figura 19 - Mesa com tampo inclinado e assento com inclinação anterior	72
Figura 20 – Localização das marcas utilizadas para análise postural	73
Figura 21 - Fluxograma das atividades realizadas na 3ª fase do trabalho	75
Figura 22 - Instrumentos utilizados: (a) Antropômetro portátil, (b) Antropômetro fixo ou de parede e (c) Cadeira antropométrica.....	81
Figura 23 - Referência do mobiliário pré-escolar, de acordo com a Norma EN 1729 - 1:2001 ..	90
Figura 24 - Referência do mobiliário escolar, de acordo com a Norma EN 1729 - 1:2001	90
Figura 25 - (In)compatibilidade da altura do assento (Refª Aa03) com a altura do poplíteo	93
Figura 26 – (In)compatibilidade da altura do assento (Refª Aa04) com a altura do poplíteo	93
Figura 27- (In)compatibilidade da largura do assento (Refª Aa03 e Aa04) com a largura das ancas	95
Figura 28 - (In)compatibilidade da profundidade do assento (Refª Aa03 e Aa04) com o comprimento glúteo-poplíteo	96
Figura 29 - (In)compatibilidade da distância mesa-assento com a distância cotovelo-assento (assento Refª Aa03 e mesa Refª Fb03)	98
Figura 30 - (In)compatibilidade da distância mesa-assento com a distância cotovelo-assento (assento Refª Aa04 e mesa Refª Fb04)	99

Figura 31 - (In)compatibilidade do espaço livre assento-mesa com a espessura da coxa (assento Ref ^a Aa03 e mesa Ref ^a Fb03)	100
Figura 32 - (In)compatibilidade do espaço livre assento-mesa com a espessura da coxa (assento Ref ^a Aa04 e mesa Ref ^a Fb04)	101
Figura 33 – Imagens das situações posturais em análise	121
Figura 34 - Imagens do computador portátil, modelo Magalhães – versão 2	125
Figura 35 – Zonas de visão e distância ao monitor consideradas	128
Figura 36 – Ilustração dos pressupostos para a equação de (in)compatibilidade.....	129
Figura 37 – Ilustração da mesa com tampo inclinado.....	131

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios antropométricos relevantes no dimensionamento do mobiliário escolar.....	53
Tabela 2 - Medidas antropométricas relevantes	61
Tabela 3 - Medidas antropométricas: medidas e método	64
Tabela 4 - Percepção dos docentes relativamente aos parâmetros analisados da sala de aula ...	78
Tabela 5 - Medidas antropométricas e relação com o mobiliário	80
Tabela 6 – Análise ANOVA às medidas antropométricas recolhidas através dos três equipamentos de medição	81
Tabela 7 - Distribuição da amostra por ano escolar e por sexo.....	83
Tabela 8 - Resultado do teste estatístico K-S à normalidade dos dados	84
Tabela 9 - Tabela antropométrica de crianças com 6-7 anos de idade	85
Tabela 10 - Tabela antropométrica de crianças com 7-8 anos de idade	85
Tabela 11 - Tabela antropométrica de crianças com 8-9 anos de idade	86
Tabela 12 - Tabela antropométrica de crianças com 9-10 anos de idade	86
Tabela 13 - Coeficientes de variação característicos dos dados antropométricos	87
Tabela 14 - Comparativo dos coeficientes de variação para as populações estudadas	88
Tabela 15 - Dimensões das cadeiras, de acordo com tipologia/referência.....	91

Tabela 16 - Dimensões das mesas, de acordo com tipologia/referência	91
Tabela 17 - Variabilidade das medidas antropométricas (em cm) intra e inter anos letivos	102
Tabela 18 - Análise ANOVA às medidas antropométricas nos quatro anos letivos	103
Tabela 19 – Correspondência entre os percentis e as medidas antropométricas.....	105
Tabela 20 – Correlação de <i>Pearson</i> para as medidas antropométricas em estudo	107
Tabela 21 – Requisitos relevantes para o mobiliário escolar	108
Tabela 22 –Altura do poplíteo e altura do assento (em cm)	110
Tabela 23 - Níveis de ajustamento da altura do assento (em cm).....	111
Tabela 24 – Percentagem de (in)compatibilidade da altura do assento com a altura do poplíteo	111
Tabela 25 - Percentagem de crianças com altura do poplíteo inferior à altura do assento.....	112
Tabela 26 - Percentagem de crianças com largura de ancas superior à largura do assento	113
Tabela 27 – Comprimento glúteo-poplíteo e profundidade do assento (em cm).....	114
Tabela 28 – Níveis de ajustamento da profundidade do assento	114
Tabela 29 – Percentagem de (in)compatibilidade da profundidade do assento com o comprimento glúteo-poplíteo	115
Tabela 30 – Percentagem de crianças com o comprimento glúteo-poplíteo inferior à profundidade do assento	115
Tabela 31 - Distância ombro-assento e altura do encosto (em cm).....	116

Tabela 32 – Níveis de ajustamento da altura do encosto	117
Tabela 33 – Percentagem de (in)compatibilidade da altura do encosto em relação à distância ombro assento	117
Tabela 34 – Distância assento-mesa em função da altura do assento, espessura da coxa e espaço livre (em cm)	119
Tabela 35 – Distância assento-mesa para dimensionamento da superfície de trabalho (em cm)	119
Tabela 36 – Percentagem de (in)compatibilidade da distância assento-mesa em relação à distância cotovelo-assento.....	119
Tabela 37 – Níveis de ajustamento para mesa.....	120
Tabela 38 - Percentagem de tempo gasto pelas crianças, para cada postura definida em cada combinação de mobiliário.....	122
Tabela 39 – Percentagem de tempo gasto pelas crianças, para cada postura definida, na combinação (a) do mobiliário, em função da altura da mesa vs altura do cotovelo	124
Tabela 40 – Altura do topo do monitor do computador portátil na mesa com tampo plano.....	126
Tabela 41 – Altura do topo do monitor do computador portátil, na mesa com tampo de inclinação ajustável.....	129
Tabela 42 – Percentagem de (in)compatibilidade da altura do topo do monitor, em função da altura dos olhos sentado.....	130
Tabela 43 – Níveis de ajustamento da inclinação do tampo da mesa, para uso do computador portátil.....	130

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei nº46/86, de 14 de Outubro), com as alterações introduzidas pela Lei nº115/1997, de 19 de Setembro, e com as alterações e aditamentos introduzidos pela Lei nº49/2005, de 30 de Agosto, não faz qualquer referência à proteção e à promoção da saúde aquando da definição dos objetivos do sistema educativo. Na realidade, de entre os oito objetivos da educação pré-escolar (equivalente à faixa etária compreendida entre os 3 e os 6 anos), há um que faz referência à saúde, nomeadamente o de "incutir hábitos de higiene e de defesa da saúde pessoal e coletiva" (art. 5º, nº1, alínea g)).

Quando se passa para os objetivos do ensino básico, verifica-se a ausência de qualquer referência explícita à saúde. É evidente que não se pode "criar condições de promoção do sucesso escolar e educativo a todos os alunos" (alínea o) do art. 7º da mesma Lei), sem que haja indicações claras neste sentido. Não se deve deixar que uma questão tão importante como esta tenha de ser depreendida a partir de outros aspetos que lhe possam estar associados. O facto de não existir, na maior parte das vezes, referências diretas ao aspeto da qualidade do espaço escolar e das suas implicações na segurança e saúde dos alunos, poderá estar relacionada com o, eventual, desconhecimento dos impactos na saúde das crianças causados pelos problemas físicos do ambiente habitual de "trabalho", neste caso específico das salas de aula.

Através de um programa designado por "Aferição" (IGE, 2005), a Inspeção-Geral da Educação, contempla uma atividade designada por "Segurança e Bem-Estar nas Escolas", sendo avaliados alguns critérios ergonómicos, tais como o conforto acústico, a iluminação e a ventilação. Esta atividade, suportada por um roteiro e um manual, não refere o método de avaliação destes parâmetros, nem os valores ou documentos de referência com os quais são confrontados ou "aferidos" os dados recolhidos.

A circular normativa nº 12/DSE, de 29/11/2006, emitida pela Direcção-Geral da Saúde, sobre o Programa Nacional de Saúde Escolar - Avaliação das Condições de Segurança, Higiene e Saúde dos Estabelecimentos de Educação e Ensino, no seu ponto IV C - Higiene e Saúde do edifício

escolar, refere “Recomendações sobre Ergonomia Escolar”. Estas recomendações, que constam como anexo do referido documento normativo, apontam como objetivo “melhorar a interação entre a criança e os elementos do sistema de trabalho escolar e introduzir comportamentos promotores da saúde e preventivos das doenças dando mais atenção às suas condições de trabalho” (DGS, 2006). No entanto, quando se analisam os critérios de avaliação deste Programa, não se encontram indicadores em relação à qualidade ergonómica do mobiliário escolar ou ainda ao possível relato de queixas por dor relacionada com o sistema músculo-esquelético.

São vários os exemplos possíveis de enumerar relativamente a aspetos de particular importância na conceção das salas de aula e que podem vir a ter um potencial efeito de médio e longo prazo no desenvolvimento saudável das crianças. O exemplo mais publicado e frequentemente citado está relacionado com a qualidade ergonómica do mobiliário escolar, em particular com a compatibilidade, ou a falta dela, entre as dimensões do mobiliário e as medidas antropométricas dos utilizadores. Existem alguns estudos publicados que mostram que a modificação do mobiliário escolar poderá resultar numa maior acomodação dos músculos das costas e abdominais, num alinhamento anatómico mais eficiente e num maior conforto ergonómico (Aagaard-Hansen & Storr-Paulsen, 1995).

Existem várias tentativas de prevenir dores lombares através da modificação do mobiliário escolar, uma vez que se verifica que a posição de sentado está fortemente associada às dores nas costas (quer ao nível lombar, quer ao nível cervical) em crianças e adolescentes (Cardon et al., 2004) e pelo facto de se conhecer que a má adequação do mobiliário escolar poderá constituir a principal razão dos problemas posturais e das queixas sobre dores nas costas que, tipicamente, são reportados pelas mesmas crianças.

A principal falta de compatibilidade relativa ao mobiliário tem, como referido anteriormente, a ver com o desfasamento entre as dimensões deste e as características antropométricas dos utilizadores, uma vez que, em grande parte dos casos, este não é concebido para acomodar as dimensões dos utilizadores.

Num estudo levado a cabo na Grécia, a análise da correspondência entre as medidas antropométricas das crianças gregas e o mobiliário escolar mostrou a existência de um desfasamento entre estes parâmetros, em particular no que diz respeito à altura da mesa, à altura

do assento e à sua profundidade (Gouvali & Boudolos, 2006). Estes mesmos autores verificaram que a altura da mesa e do assento eram maiores que os limites aceitáveis para a maioria das crianças (81,8% e 71,5%, respetivamente), enquanto a profundidade do assento era apropriada para apenas 38,7% das crianças. Segundo estes, também se verificou que a disponibilização de equipamento escolar com apenas uma dimensão padrão leva a que o mesmo não seja adequado para a variabilidade antropométrica observada, mesmo em crianças da mesma idade.

Também Panagiotopoulou et al. (2004), num estudo levado a cabo com cerca de 200 alunos de escolas gregas dos primeiros anos do sistema de ensino com idades compreendidas entre os 7 e os 12 anos, compararam as medidas antropométricas dos alunos com as dimensões do mobiliário das escolas analisadas tendo em vista a verificação da conformidade da conceção do mobiliário e se este promovia a adoção de posturas corretas. Neste estudo, verificou-se existir um desfasamento significativo entre as dimensões do mobiliário escolar e as medidas antropométricas dos alunos. De entre as conclusões, este estudo salienta o facto de se ter verificado que as cadeiras utilizadas são demasiado altas e profundas, assim como as mesas que também se mostraram ser demasiado altas para os seus utilizadores.

Já Parcells, Stommel & Hubbard (1999) estudaram a compatibilidade entre o mobiliário escolar e as medidas antropométricas de alunos Norte-Americanos com idades compreendidas entre os 11 e os 13 anos. Uma das principais conclusões deste estudo foi a constatação que o mobiliário era compatível com apenas 18,9% dos alunos da amostra. Por seu lado, Murphy, Buckle & Stubbs (2002) investigaram as posturas na posição sentada de 66 crianças e identificaram uma associação significativa entre as posturas com a coluna flexionada e as dores nas costas reportadas pelas mesmas crianças.

As medidas antropométricas dos alunos são muito variadas quando se confrontam os diferentes anos escolares do primeiro ciclo, e mesmo quando se comparam indivíduos pertencentes às mesmas classes. Assim sendo, segundo Panagiotopoulou et al. (2004), é pouco provável que um mobiliário escolar único e de dimensões fixas consiga ser compatível com a grande maioria dos alunos.

Acresce aos factos anteriores, a observação nos últimos anos de uma tendência para o crescimento de determinadas populações. Tal crescimento poderá ter um impacto significativo nas

populações escolares. É hoje conhecido que as dimensões antropométricas dos alunos têm aumentado devido aos padrões de vida atuais assim como à alteração dos hábitos alimentares (Harris & Straker, 2000). Estes autores reportam um conjunto de estudos que referem o crescimento das populações estudantis dos Estados Unidos, do Reino Unido, da Coreia do Sul e Holanda. A título de exemplo, citam alguns casos de crescimento na estatura observada em alunos ao longo de diferentes períodos de tempo considerados, verificando-se que estas populações cresceram em média entre 0,7 e 4 cm por década.

Apesar de em Portugal não se encontrarem, com abundância, advertências sobre os impactos na saúde das crianças causados pelos condicionamentos físicos das salas de aula, há uma passagem interessante na revista brasileira *Veja*, num artigo intitulado “A Dor dos Ossos do Ofício” (Zocchio, 1996), em relação a esta problemática: “Eles ainda não trabalham, não têm ideia do que é LER¹, e a rotina que enfrentam está longe de ser sedentária. Mas, nas salas de aula, onde passam pelo menos quatro horas por dia, crianças e adolescentes podem viver uma prévia do desconforto que inferniza a vida dos adultos. Móveis padronizados, cadeiras anatomicamente incorretas e mesas fora do esquadro são alguns dos problemas que eles encontram nas escolas. É um mau começo...”

De facto, a atividade escolar, por não se tratar de uma situação de trabalho, fica muitas vezes à mercê da casualidade, não existindo nenhuma obrigatoriedade em termos de requisitos de saúde e segurança, quer na conceção do mobiliário escolar, quer na análise cuidada e sistemática de outras condições ambientais, tais como a iluminação, o ruído ou o ambiente térmico.

Dentro do contexto escolar, o mobiliário pode, e deve, ser considerado como sendo as máquinas e/ou equipamentos com que os alunos têm um contacto direto para desempenhar a sua atividade, atividade esta altamente influenciada pelas condições de ambiente físico, tais como a iluminação, o ambiente térmico e o ruído. Também a dimensão e o *layout* das salas de aula são fatores importantes. O espaço entre as mesas (resultante do binómio dimensão da sala/número de mesas), entre a cadeira e a mesa de trás (possibilidade de mudar de postura), o espaço para

¹ Lesões por Esforços Repetitivos

observar o quadro, entre outros, pode ter consequências nos alunos ao nível da fadiga e da adoção de posturas incorretas.

De acordo com as principais bases de dados de publicações nacionais e internacionais, não existe um estudo antropométrico em Portugal para a faixa etária relevante para a atual tese. Este facto indicia que a construção do mobiliário escolar não tem uma “base” que sustente a questão ergonómica. A existência de mobiliário com dimensões reduzidas em relação às características corporais de um determinado grupo de indivíduos fará com que estes tenham necessidade de fletir o tronco frequentemente, resultando em fadiga postural e na adoção de posturas incorretas. Um aluno alto tem tendência a sentar-se de lado, pois as suas pernas não cabem por baixo da mesa; as pernas colocadas para a frente ou para trás é também sintomático de uma cadeira com o assento baixo; mesas baixas fazem com que o aluno se debruce mais do que é recomendado, etc.. É relevante perceber que não é o aluno que é alto ou baixo demais, mas que é o mobiliário que pode ser inadequado.

Adicionalmente, a crescente utilização de computadores, em particular de computadores portáteis, quer em ambientes educacionais, quer noutros ambientes, levanta um conjunto de novos requisitos relativos ao dimensionamento e conceção do mobiliário escolar. Pese embora este crescimento, a investigação sobre as eventuais consequências físicas pela utilização dos computadores portáteis por adultos e crianças é reduzida e, assim sendo, as recomendações para a utilização de portáteis em ambientes escolares têm sido feitas com alguma precaução (Harris & Straker, 2000).

Por analogia com as situações de trabalho, entender a ligação entre posturas adotadas, a atividade exercida, o local onde é exercida essa atividade e a envolvente na qual a atividade se desenvolve, é entender de que forma os fatores individuais (idade, sexo, medidas antropométricas) e os fatores ambientais (tipo de atividade, iluminação, ruído, ambiente térmico, tipo de mobiliário, etc.) influenciam a ergonomia da situação em análise, por forma a poder perceber as consequências futuras que poderão advir para os utilizadores destes espaços.

Um projeto inadequado do mobiliário poderá ter como resultado um aumento de dor reportada pelos utilizadores, do esforço visual necessário e de desmotivação (Jeong & Park, 1990; Knight & Noyes, 1999; Troussier et al., 1999, Prado-Leon et al. 2001, Gouvali & Boudolos, 2006) e poderá

ainda ser responsável por estar a criar uma geração de alunos com problemas músculo-esqueléticos nas costas e pescoço (Cotton et al., 2002; Murphy et al., 2007).

Oxford (1969) refere que não será suficiente que cadeiras e carteiras escolares sejam intituladas como tal para assumirem um carácter educacional. Será necessário que sejam adequadas ao tamanho dos seus utilizadores e os encoraje à adoção de uma boa postura, sendo um fator facilitador do processo de aprendizagem do aluno.

De tudo isto se pode inferir que a utilização de mobiliário adequado é crítica para um desenvolvimento saudável das crianças. As carteiras, mesas e cadeiras devem ser adequadas à atividade e ao tamanho da criança.

1.2. Objetivos/Questões de investigação

A atual tese tem na sua génese o objetivo de transformar os conhecimentos gerados pela investigação fundamental na área da ergonomia do mobiliário escolar em investigação aplicada, dando origem a um conjunto de requisitos técnicos e dimensionais para a construção do mobiliário escolar destinado às escolas básicas do primeiro ciclo.

A primeira questão de investigação prende-se com a análise da compatibilidade do mobiliário existente e comercializado destinado a estes estabelecimentos de ensino com as características antropométricas das crianças utilizadoras destes espaços. Pode definir-se a questão de investigação como: Estará o mobiliário escolar adaptado aos seus utilizadores e às tarefas que são realizadas na sala de aula?

Para responder a esta questão, foram analisadas as condições ergonómicas de um conjunto de salas de aula de escolas do primeiro ciclo do ensino básico, centrando-se numa análise ergonómica dos equipamentos pedagógicos, em particular na verificação da compatibilidade entre as dimensões do mobiliário e as características antropométricas dos alunos, bem como em questões de organização.

Feito o diagnóstico do cenário existente, surge outra questão de investigação: Será que o mobiliário de dimensões fixas consegue fazer face às diferenças antropométricas verificadas nas crianças desta faixa etária?

Para ver respondida esta questão, foi necessário estudar a variabilidade antropométrica das crianças dentro do mesmo ano escolar e entre anos os quatro diferentes anos que compõem o primeiro ciclo do ensino básico.

Finalmente, surge a principal questão de investigação: Será possível projetar um mobiliário escolar cujas dimensões sejam compatíveis com as medidas antropométricas das crianças utilizadoras e com as atividades desenvolvidas nas salas de aula das EB1? Neste caso, o foco da investigação centrou-se mais na definição dos parâmetros de referência para a conceção do mobiliário escolar, com base nos dados recolhidos de uma amostra retirada da população de crianças frequentadoras dos estabelecimentos deste nível de ensino, com idades compreendidas entre os 6 e os 10 anos.

A definição dos principais aspetos ergonómicos a considerar, bem como a definição dos valores de referência para esses parâmetros, permitirão assim projetar as adaptações necessárias para minimizar as consequências físicas e, eventualmente, cognitivas que possam manifestar-se nos principais utilizadores destes espaços.

Para atingir a finalidade espectável, foram definidos objetivos específicos que são cruciais para o estudo:

- Analisar a situação presente das condições ergonómicas das atuais salas de aula das escolas do primeiro ciclo do ensino básico, em termos do tipo e dimensões do mobiliário, bem como avaliar a postura das crianças frequentadoras deste nível de ensino;
- Definir as variáveis antropométricas apropriadas ou recomendáveis para a conceção de mobiliário que seja adequado às medidas antropométricas das crianças desta faixa etária;
- Realizar a recolha das medidas antropométricas de uma amostra que seja significativa da população utilizadora das salas de aula em estudo;
- Desenvolver um guia metodológico que permita definir uma correta interface entre o aluno e o mobiliário escolar, a aplicar nas EB1, em função do crescimento das crianças;

- Desenvolver um protótipo de mesa e cadeira escolar e que deva ser dimensionado de acordo com os resultados obtidos.

1.3. Estrutura adotada

A atual tese está dividida em duas partes, a primeira parte contém a revisão bibliográfica, que fundamenta e justifica as linhas de investigação e as opções deste trabalho.

A segunda parte contém a descrição do desenvolvimento do trabalho que, por sua vez, teve quatro momentos determinantes.

O primeiro momento iniciou-se com o projeto e conceção do equipamento de recolha dos dados antropométricos (cadeira antropométrica), a aferição e a validação do mesmo e culminou com a recolha dos dados antropométricos fundamentais para o desenvolvimento do trabalho.

Recolhidos os dados, deu-se início ao segundo momento, o da análise e tratamento dos mesmos. Procedeu-se à análise ergonómica do mobiliário fornecido às EB1, recorrendo a equações de compatibilidade, confrontando as medidas antropométricas relevantes, com as dimensões do mobiliário.

O terceiro momento da investigação centrou-se no projeto dimensional do mobiliário escolar, avaliando a compatibilidade entre as características antropométricas da população utilizadora, bem como na tentativa de harmonizar este mobiliário com o uso dos computadores portáteis, modelo Magalhães, distribuídos pelo governo português.

Finalmente, e tendo por base os resultados obtidos, apresentam-se as conclusões do estudo, bem como são identificadas várias indicações para a realização de futuros trabalhos de investigação neste domínio, esperando dar continuidade ao trabalho presente.

PARTE I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

(Página propositadamente deixada em branco)

CAPÍTULO 2 – ERGONOMIA

2.1. Conceito e aplicação

Ergonomia é uma palavra de origem grega, que provém de *Ergon*, que significa trabalho e *Nomos*, que significa regras, normas, leis.

Segundo a definição oficial da IEA - International Ergonomics Association – Ergonomia, também designada por Fatores Humanos, é uma disciplina científica que relaciona o conhecimento da interação entre as pessoas e os outros elementos de um sistema e a aplicação das teorias, princípios, dados e métodos a projetos, com o intuito de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema. A abordagem interdisciplinar (conhecimentos de diversas áreas) desta ciência, divide-a em três domínios (IEA, 2010):

- Ergonomia Física, que diz respeito às características humanas anatómicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas que se relacionam com a atividade física (posturas de trabalho, manipulação de materiais, movimentos repetitivos, lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho, layout do posto de trabalho, segurança e saúde)
- Ergonomia Cognitiva que diz respeito aos processos mentais, como a percepção, memória, o raciocínio e a resposta motora que afetam as interações entre humanos e outros elementos de um sistema (a carga de trabalho mental, a tomada de decisão, o desempenho especializado, a interação homem-computador, a fiabilidade humana, o stress do trabalho e a formação, relacionadas com a conceção homem-sistema).
- Ergonomia Organizacional que diz respeito à otimização de sistemas sociotécnicos, incluindo as suas estruturas organizacionais, políticas e processos (a comunicação, a gestão de recursos de equipas, a conceção do trabalho, a organização do tempo de trabalho, o trabalho em equipa, a conceção participativa, o trabalho cooperativo, a cultura organizacional, as organizações virtuais, o teletrabalho, a gestão da qualidade).

O objetivo prático da Ergonomia é a adaptação do posto de trabalho, dos instrumentos, das máquinas, dos horários, do meio ambiente às exigências do Homem (Grandjean, 1998).

Neste contexto, o termo 'trabalho' tem um significado bastante amplo e abrange não só aquele que é realizado com máquinas e equipamentos, mas também toda a envolvente em que decorre a relação entre o Homem e uma atividade produtiva.

A ergonomia estuda todos os fatores que têm influência no desempenho do sistema produtivo, reduzindo as consequências nocivas que este pode ter no indivíduo (*stress*, fadiga, erros e acidentes) e proporcionando segurança, saúde e satisfação aos indivíduos, durante a realização da atividade (Lida, 1997). Segundo o mesmo autor, a ergonomia tem início com o estudo das características do indivíduo para, posteriormente, projetar o trabalho que ele consegue executar, ajustando-o às suas capacidades e limitações.

A ergonomia sempre teve como objetivo influenciar a conceção ou a reconceção dos meios de trabalho, tendo em conta o funcionamento dos seres humanos e a atividade que estes desenvolvem. A sua atuação prende-se com o dispositivo técnico, envolvente e organização do trabalho, compatibilizando-os com as necessidades, as capacidades e as limitações dos utilizadores, garantindo a saúde e bem-estar individual e coletivo, numa perspetiva de tornar o sistema eficaz.

Segundo Wisner (1987), a contribuição da ergonomia (figura 1), de acordo com o momento em que é feita, classifica-se em:

- Ergonomia de conceção (fase de projeto)
- Ergonomia de consciencialização (formação)
- Ergonomia de correção (situações existentes)

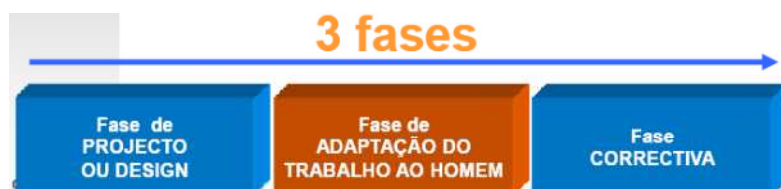


Figura 1 – Contribuições da Ergonomia

2.2. Ergonomia em contexto escolar

A Ergonomia em contexto escolar prende-se com a interação física e psíquica dos alunos em relação à estrutura escolar, equipamentos, materiais, ambiente, metodologia e avaliação.

Segundo Lida (1997), o facto de as atividades de ensino consumirem uma boa parte dos orçamentos de Estado e de os indivíduos passarem cerca de 20% do seu tempo vida em salas de aula, justifica bem o interesse da aplicação da ergonomia. Este enquadramento leva a que os estudos e investigações na área da ergonomia do ensino devam ser realizados com o maior rigor.

A contribuição da ergonomia no processo de ensino-aprendizagem visa, essencialmente, a melhoria das condições e a organização do trabalho em sala de aula. Lida (1997), refere-se à ergonomia em contexto escolar como “ergonomia do ensino” e subdividi-a nas seguintes áreas de investigação:

- Compatibilidade do processo educacional com o objetivo instrutivo, utilizando os procedimentos e métodos mais adequados;
- Situação de ensino, cuja metodologia verbal/expositiva ainda é predominante, obrigando os alunos a adotar uma postura sentada e imobilizada por períodos mais ou menos longos nas carteiras escolares. Esta circunstância implica que os músculos se mantenham estáticos, dificultando a circulação e provocando fadiga;
- Métodos de avaliação, normalmente baseado em provas/testes de avaliação, longas e espaçadas no tempo, que gera *stress* nos alunos;
- Equipamentos e material didático, novas tecnologias, tais como materiais audiovisuais, quadros interativos, utilização de computadores, etc., sendo que o livro didático continua a ser o material mais utilizado;
- Infraestruturas e ambiente, envolvendo o projeto de mobiliário adequado para salas de aula, bibliotecas, laboratórios e outros meios de apoio didático, para além das variáveis de ambiente físico, tais como iluminação, ruído, conforto térmico, ventilação e cores

adotadas, sendo que estes fatores são normalmente indicados como tendo uma influência decisiva no rendimento do ensino (Moro et al., 1999);

- Aspectos organizacionais, tais como horários letivos, duração e frequência dos intervalos, sequência das disciplinas/conteúdos, tamanho das turmas, entre outros.

Os processos pedagógicos, como é óbvio, têm um papel importante no êxito do sistema ensino-aprendizagem, assim como os aspectos de natureza organizativa. Também o ambiente físico é determinante neste processo. Os fatores de natureza físico-ambiental interferem no processo educativo, consoante estejam ou não adequados aos alunos, mais concretamente ao seu “posto de trabalho”.

Como “posto de trabalho” podemos considerar toda a envolvente física, no qual um ser humano desempenha as funções que lhe estão acometidas, por um determinado período de tempo. De acordo com Lida (1997), na perspetiva ergonómica, os postos de trabalho devem proporcionar uma boa postura, os objetos devem estar dentro dos alcances dos movimentos corporais e facilitar a perceção da informação. Neste contexto, o “posto de trabalho” de um aluno é composto pela mesa e pela cadeira e pela utilização do material didático, utilizados em sala de aula. A sala de aula representa assim um ambiente de trabalho como qualquer outro, onde os alunos realizam tarefas específicas.

A eficiência do sistema de ensino-aprendizagem depende em grande parte da adequação do posto de trabalho e do ambiente aos indivíduos envolvidos, neste caso, aos alunos. Tal adequação permite ao aluno realizar as suas tarefas na sala de aula dentro dos parâmetros de conforto, da mesma forma que a transmissão das informações será tanto mais conseguida, quanto melhores forem as condições do meio.

A utilização de mobiliário adequado aos seus utilizadores, de acordo com as suas medidas antropométricas e a tipologia das tarefas que são realizadas, aliada a fatores ambientais tais como a iluminação, a ventilação, o ambiente térmico, entre outras, parecem ter um papel fundamental para um desempenho escolar de sucesso.

O papel da ergonomia em contexto escolar passa assim a ter um papel fundamental na conceção/reconceção dos espaços considerando as dimensões relativas à organização temporal do trabalho, as opções metodológicas e as características das populações que vão desempenhar as suas funções nas condições oferecidas por estes espaços (Carnide, 2006). O conhecimento da forma como este compromisso é conseguido, resulta num conjunto de *inputs* para os responsáveis pela conceção dos espaços escolares (Figura 2).

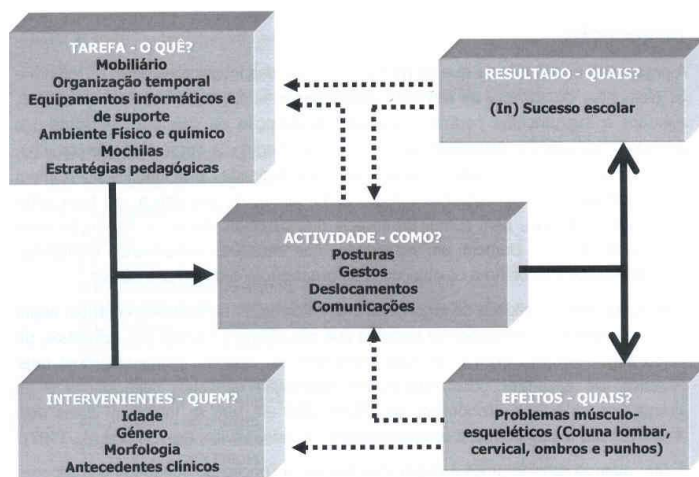


Figura 2 - Abordagem metodológica de análise das atividades de trabalho em contexto escolar (Reproduzido de Carnide, 2006)

(Página propositadamente deixada em branco)

CAPÍTULO 3 – POSTURA

3.1. Conceito

A postura é entendida como a orientação relativa das diferentes partes do corpo no espaço (Pheasant & Haslegrave, 2006). Assim, as partes do corpo, nomeadamente as que fazem parte do sistema músculo-esquelético, adaptam-se, em resposta aos estímulos recebidos, numa relação dinâmica. Fatores como problemas de manutenção do equilíbrio total ou parcial, combate à ação da gravidade e interação psicossomática (hábitos, meio ambiente, atitudes e movimentos), estão intimamente ligados à postura adotada pelo indivíduo. Considera-se que uma boa postura ocorre quando o sistema músculo-esquelético se encontra em equilíbrio, protegendo as estruturas de sustentação do corpo em relação a lesões ou deformidades progressivas (Langlade, 1975).

Na postura padrão, a coluna apresenta uma curvatura normal e os ossos dos membros inferiores ficam em alinhamento ideal para a sustentação do peso. A região pélvica encontra-se em postura neutra o que se traduz num bom alinhamento do abdómen, do tronco e dos membros. O tórax e a parte superior da coluna posicionam-se de forma que os órgãos respiratórios ficam favorecidos e a cabeça fica ereta, bem equilibrada, minimizando assim a sobrecarga sobre a musculatura da zona cervical (Kendall et al., 1995).

Este conceito está em consonância com o conceito deixado por Cailliet (1979), que refere que uma “boa postura” é aquela em que o corpo do indivíduo mantém as curvaturas anátomo-fisiológicas em estado de equilíbrio, sem sobrecarga da coluna vertebral, com uma aceitável aparência estética.

Pelo que fica dito, podemos afirmar que a postura correta é conseguida quando é assegurado o equilíbrio corporal, isto é, quando as diversas partes componentes do corpo se encontram posicionadas e alinhadas entre si, de forma a contrariar a ação da força da gravidade e a exigir um menor esforço muscular por parte do indivíduo.

3.2. O impacto da postura na coluna vertebral

Durante uma análise biomecânica de um indivíduo no desempenho da sua tarefa, o corpo humano é considerado como sendo um sistema de ligações mecânicas, onde cada junção tem um tamanho e uma forma física conhecida.

A coluna vertebral (figura 3) é formada por 33 ossos separados, as vértebras. As vértebras, que estão unidas entre si por uma sequência de discos intervertebrais fibrocartilágíneos, formam um suporte resistente, mas flexível para o pescoço e para o tronco. Os discos intervertebrais são estruturas que estão relacionadas com as funções de amortecimento de pressões e sustentação de peso (Watkins, 2000).

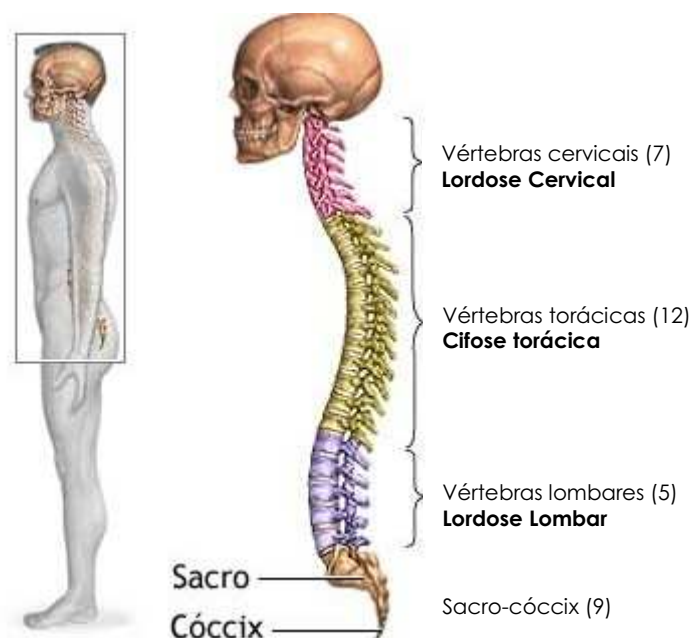


Figura 3 - Caracterização das várias zonas da coluna vertebral (Adaptada de Viver Quiroprática – Portugal, 2005).

Este sistema é como o eixo do corpo que, graças à sua estrutura, concilia dois imperativos mecânicos fundamentais e contraditórios: a rigidez e a flexibilidade. As regiões cervical, torácica e lombar da coluna são flexíveis e as regiões do sacro e do cóccix caracterizam-se pela sua rigidez. A região lombar e a região cervical têm uma curvatura convexa anteriormente, e côncava posteriormente, e denomina-se por lordose. Pelo contrário, as vértebras torácicas formam uma curvatura côncava anteriormente, e convexa posteriormente. A curvatura torácica é designada por cifose (Watkins, 2000).

Os discos intervertebrais encontram-se, constantemente, submetidos a pressão devido às posições adotadas. A intensidade da pressão depende dessas posturas e da sobrecarga, devido a pesos adicionais, aos quais a coluna está exposta (Nachemson, 1990) e a sua repetição ou manutenção por tempo prolongado são suficientes para provocar alterações degenerativas (Nachemson, 1990; Seymour, 1995).

Uma pressão sobre os discos repetitiva e frequente, mesmo que não seja intensa, pode acelerar a degeneração discal, levando à perda da propriedade de amortecimento (Knoplich, 1986).

A posição sentada é considerada a mais penalizadora para a coluna quando comparada com a posição em pé, segundo Nachemson (1990). Este autor refere que a pressão no disco intervertebral L3 é consideravelmente menor quando o indivíduo se encontra em pé em comparação com a postura sentada. Moraes (2001) afirma mesmo que a pressão nos discos intervertebrais na posição sentada é cerca de 40% maior do que na posição de pé.

A pressão intradiscal em L3 e a atividade mioelétrica de alguns músculos das costas variam em função da mudança de postura de sentado para a posição em pé. Quando sentado, com a coluna lombar em lordose, há uma diminuição na pressão intradiscal. A provável explicação para tal, segundo Andersson et al., (1974) encontra-se na manutenção da curvatura lordótica desta região, mantendo o formato fisiológico dos discos em cunha (os discos são mais estreitos na região anterior do que na posterior). O sentar com a curvatura lombar retificada (posição relaxada), provoca um aumento na pressão dos discos, justificada pela diminuição do espaço anterior entre as vértebras e o aumento do espaço posterior e que empurra os discos para trás. O sentar com inclinação anterior do tronco faz com que a pressão nos discos aumente, pois a curvatura lombar retifica-se e os músculos posteriores da coluna contraem-se, para agir contra o efeito da força de gravidade no tronco (Andersson et al., 1974).

Para que a postura esteja em equilíbrio, na posição sentada, há uma grande exigência em termos de atividade muscular, nas regiões dorsal e abdominal, o que potencia o aparecimento de problemas a nível postural, circulatório e respiratório (Muniz et al., 1999).

Os danos desta posição, quando prolongada, provocam alterações no equilíbrio metabólico da entrada e saída de nutrientes que alimentam os discos intervertebrais, contribuindo para uma

degeneração precoce dos mesmos (Nachelson, 1990; Vuori, 1995; Achour Junior, 1995), diminuindo a hidratação intradiscal, fundamental para a preservação e manutenção da saúde da coluna (Kraemer, 1985).

Perante a análise da literatura é possível concluir que a adoção de posturas inadequadas, mantidas por períodos prolongados, resulta não apenas em problemas ao nível biomecânico e esquelético, como também em pressões nos músculos e ligamentos e ainda tem consequências ao nível psicológico e psicossociológico, da circulação sanguínea e da percepção de conforto (Marshall et al., 1995).

Uma postura confortável deverá proporcionar liberdade de movimentos, um equilíbrio entre os músculos abdominais e paravertebrais, preservando as três curvaturas naturais da coluna vertebral e uma flexão de 90° entre a bacia, joelhos e pés, com estes devidamente apoiados no chão e as costas apoiadas no encosto (Geada e Farias, 2002; Cruz, 2000).

3.3. A postura sentada

O conceito padrão (ou convencional) de postura sentada, segundo a ISO - International Standard Organization, referenciado em Mandal (1981) e Pheasant (1991), refere-se à postura na qual o sujeito se encontra sentado, com o tronco ereto verticalmente e numa superfície horizontal, braços relaxados e formando um ângulo de 90° com o antebraço. Em tais condições a cadeira deve permitir, através de um dispositivo de regulação de altura do assento, que as coxas do indivíduo permaneçam na linha horizontal, produzindo um ângulo de 90° com o tronco.

Segundo Mandal (1994), diversas investigações levadas a cabo em países que utilizavam mobiliário baseado nesta normatização, tal como a Dinamarca, a França e a Suíça, mostraram que 60 por cento dos alunos entre 15-16 anos se queixavam de dores nas costas e no pescoço.

Pode assim definir-se a posição sentada como a posição do corpo na qual o peso corporal é transferido para uma área de suporte, principalmente através das tuberosidades isquiáticas da pélvis e dos seus tecidos moles adjacentes (Schoberth, 1962, citado por Chaffin et al., 2006). Cerca de 75% do peso total de um indivíduo é apoiado em apenas 26 centímetros quadrados das tuberosidades isquiáticas (figura 4). Esta pressão sobre as tuberosidades é considerável e pode

ocasionar fadiga e desconforto, resultando em mudanças na postura, na tentativa de aliviar aquela condição (Tichauer, 1978).

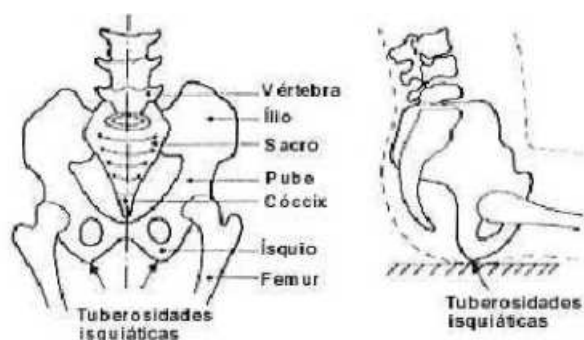


Figura 4 – Estrutura óssea da zona pélvica (Reproduzido de Carrasco & Paoliello, 2004, referenciado por Paiva, 2007)

As tuberosidades isquiáticas assentam, estruturalmente, em dois pontos. Na posição sentada, o peso do indivíduo não é projetado sobre o ponto médio, o que torna a postura instável. O indivíduo necessita de recorrer aos membros inferiores e à coluna para garantir a estabilidade, que é conseguida quando estas estruturas se apoiam noutras superfícies. Dependendo do assento e da postura adotada, uma parte do peso total do corpo será transferida para o chão assim como para o encosto e para o suporte de braços da cadeira.

Assim, em função do peso do centro de gravidade do tronco sobre as tuberosidades isquiáticas, a postura pode ser caracterizada como mediana, anterior e posterior. Na postura mediana o centro de gravidade está diretamente sobre as tuberosidades. Na postura anterior o peso do corpo é transferido para o apoio sobre os pés, e há uma flexão do tronco, e o centro de gravidade é transferido para um ponto anterior às tuberosidades. Na postura posterior o centro de gravidade cai atrás das tuberosidades, a anca faz uma rotação posterior e estabiliza o tronco com apoio das tuberosidades e do coxix. Nesta postura, há um aumento exagerado da curvatura dorsal, sobrecarga sobre os discos intervertebrais lombares e alteração da curvatura cervical (Schobert, 1962 referenciado por Pereira, 2003). Segundo o autor, a postura mediana é a posição ideal recomendada para a postura sentada, uma vez que nesta posição todas as estruturas corporais se encontram na posição ótima para o equilíbrio. No entanto, o primeiro senão surge porque o ser humano não consegue manter esta postura mediana, sentado com as costas direitas, durante períodos longos de tempo (Mandal, 1981; Rasch & Burker, 1987). Por outro lado, na posição

ereta ocorre um achatamento da curva lombar com um aumento de pressão sobre os discos da região lombar e ligamentos (Keegan, 1953). Ocorre assim uma postura mais forçada, enquanto a posição levemente inclinada para trás aproxima-se do natural, pois diminui a solicitação dos músculos de sustentação (Grandjean, 1998).

A posição sentada, com flexão do tronco para a frente é considerada por Keegan (1953) como sendo anatômica e fisiologicamente incorreta. Com a flexão do tronco para a frente é anulada a lordose lombar natural, com um conseqüente aumento da pressão interdiscal, advindo daí uma deslocação do centro de gravidade. Para contrabalançar aquela posição, há um aumento significativo da atividade muscular. Na posição sentada convencional ocorre uma angulação de 90° entre o tronco e a coxa. No entanto, o autor citado defende que o ângulo formado por coxa-tronco deve formar um ângulo superior a 90 graus, admitindo um valor mínimo de 105 graus.

Cada indivíduo tem a sua própria constituição óssea e muscular, o que dificulta a definição de uma postura-padrão e a melhor postura é aquela que permite ao utilizador variar de posição periodicamente (MacConail & Basmajian, 1977). A falta de movimentos nesta posição contribui para o aparecimento de úlceras de pressão, prejudicando a circulação sanguínea. A circulação sanguínea sofre uma alteração significativa motivada pela pressão na parte posterior das coxas, tornando mais difícil o retorno do sangue até ao coração e afetando os níveis de flexibilidade dos músculos e articulações (Seymour, 1995).

Estudos efetuados através de registos de atividades eletromiográficas de pessoas mantidas na posição sentada, indicam que mesmo as pequenas mudanças de posição, tais como mínimas variações de flexão ou extensão do tronco, ou alteração do ângulo do joelho, com o pé apoiado no chão, podem resultar numa mudança da atividade dos músculos do tronco e das pernas (Colombini et al., 1986, Aarås et al., 1988; Kumar & Mital, 1996).

Apesar de considerarem que a postura sentada ideal não existe, alguns autores aceitam a existência de vários padrões posturais aceites como bons, dentro de uma enorme variação (Karvonen et al., 1962; Helander, 1997; Kroemer & Grandjean, 1997). Dentro destes padrões, é muito pouco provável que o indivíduo venha a sentir qualquer tipo de incapacidade ou dor, mesmo que tais padrões posturais sejam mantidos por um período de tempo mais ou menos longo. Desta

forma, pode definir-se “má postura sentada” como sendo aquela que causa incapacidade, dor ou desconforto.

Em síntese, pode afirmar-se que a postura sentada pode ser prejudicial para a saúde se não se tiver em conta os elementos que intervêm na realização do trabalho, principalmente, a cadeira e a mesa ou o plano de trabalho, e se não se dispõe da possibilidade de mudar de posição de vez em quando, nomeadamente no que diz respeito a problemas que envolvem a coluna vertebral e os músculos das costas, quando estes não estão convenientemente relaxados.

3.4. Posturas em ambiente escolar

É na faixa etária dos 6 aos 10 anos, que mais se desenvolve o hábito da adoção de posturas incorretas, pois nesta altura as crianças permanecem sentadas por longos períodos, sem se poderem movimentar livremente, estando confinados a um mobiliário inadequado, que se converte num fator de desconforto na escola (Viel & Esnault, 2000). Daqui resulta a importância da aquisição de bons hábitos posturais durante a idade escolar.

Entender que existe ligação entre as posturas adotadas, a atividade exercida, o lugar no qual acontece essa atividade, o contexto no qual esta se desenvolve e os alunos, é entender que os fatores internos e externos influenciam a situação de trabalho, além de trazer consequências futuras para o aluno. A postura é, pois, influenciada pelas atividades levadas a cabo em sala de aula, mas também pela compatibilidade (ou falta dela) entre as medidas antropométricas das crianças e as medidas e o desenho do mobiliário escolar (Yeats, 1997).

3.4.1. IMPACTO DAS ATIVIDADES EM SALA DE AULA

A organização do trabalho didático envolve sempre três aspetos: “é sempre uma relação educativa que coloca frente a frente um educador e um educando; realiza-se mediante recursos didáticos e conteúdos; e implica um espaço físico” (Alves, 2005).

As atividades propostas em sala de aula, tais como ler, escrever, visualizar e interpretar, exigem uma elevada concentração e os mecanismos de manutenção visual, auditiva, motora e cognitiva

são constantemente estimulados, o que torna as tarefas educacionais complexas (Marshall et. al, 1995).

Estas atividades, de carácter intelectual, são realizadas com os alunos mantidos na posição sentada, por períodos de tempo prolongados, conforme constataram vários estudos anteriores. No estudo levado a cabo por Aagaard-Hansen & Storr-Paulsen (1994), realizado com crianças de 8 e 9 anos, os alunos permaneciam sentados por períodos superiores a 60 minutos em cada período de 90 minutos de aulas. Geldhof et al. (2007), no seu estudo realizado com crianças entre os 8 e os 12 anos, na Bélgica, afirmam que estas permanecem sentadas em 85% do tempo letivo, sendo que em 28% deste tempo estão com o tronco curvado a mais de 45° e em cerca de metade desse tempo com o pescoço fletido.

Na realidade portuguesa, Froufe (2002) verificou que as crianças do 4º ano de escolaridade passam cerca de 70% do tempo sentadas. Se se considerar que as crianças em idade escolar passam cerca de 30% do seu tempo de vigília na escola (Linton et al., 1994), o tempo que passam sentadas é considerável.

Indicadores ainda mais negativos podem obter-se do estudo levado a cabo por Cardon et al. (2004), que indica que nas salas de aula tradicionais do 1º ciclo do ensino básico, os alunos passam, em média, 97% do tempo de aula sentados, de forma estática e em posturas inadequadas. Murphy et al. (2002) já tinha constatado este facto, no estudo efetuado com 18 alunos da escola primária, durante as atividades letivas, em sala de aula.

Com períodos de tempo tão prolongados na posição sentada, as crianças não conseguem estar concentradas por muito tempo, deixando cair objetos da mesa e mexendo-se constantemente nas cadeiras (Seymor, 1995). Para este autor, esta inquietação é normal, uma vez que o ser humano não está estruturado anatomicamente para permanecer sentado por longos períodos de tempo, numa posição fixa e há, de facto, um conflito entre o impulso, que é natural numa criança, para o movimento físico e a necessidade de se manter numa posição sedentária por períodos prolongados, necessário para atingir os objetivos educacionais.

A permanência na posição sentada por mais de 45 a 50 minutos, sem interrupção, associada a uma reduzida atividade física e agravada pela adoção de posturas inadequadas, podem provocar

um desequilíbrio nos músculos, provocando alterações de estruturas anatómicas que, nas crianças, ainda se encontram em fase de desenvolvimento (Paulsen & Hensen, 1994).

Para além do tempo que permanecem sentadas, coloca-se ainda o problema das posturas que são adotadas pelas crianças para a realização das suas atividades.

Analisando as posturas mais frequentes adotadas em sala de aula, vários autores (Floyd & Ward, 1969; Aagaard-Hansen & Storr-Paulsen, 1994) observaram três tipos de comportamentos:

- sentados e sem suporte de costas (o encosto da cadeira era utilizado quando apenas um braço estava apoiado sobre a mesa ou quando os ambos os braços não estavam em contacto com a mesa);
- o tronco inclinado para a frente;
- o tronco inclinado para a frente com ambos os braços apoiados na mesa.

No seguimento do seu estudo, os investigadores Aagaard-Hansen & Storr-Paulsen (1994), constataram que, durante o tempo que passavam sentadas, em 57% desse tempo a criança estava inclinada para a frente (por exemplo, a escrever ou pintar) e em 43% inclinada para trás (por exemplo, a ouvir o professor, a olhar para o quadro ou a descansar). No entanto, este tipo de postura é adotado frequentemente, mesmo quando as condicionantes da tarefa não o impõem (Floyd & Ward, 1969).

As tarefas de leitura e escrita são, de facto, as mais representativas, das tarefas realizadas em sala de aula, neste nível de ensino, representando cerca de 72% do total, distribuídas por 46% em atividade de leitura e 26% em atividade de escrita (Froufe, 2002). Esta situação implicava que as crianças passassem sensivelmente 70% do tempo sentadas, debruçadas sobre a mesa, para conseguir a aproximação requerida da visão aos elementos de trabalho.

Valores aproximados foram conseguidos por Hira (1980), que registou que 30% das atividades escolares são de escrita, nas quais a criança flete o tronco para a frente. Ora, como já foi referido anteriormente, a posição sentada, com flexão do tronco para a frente é, considerada anatómica e fisiologicamente incorreta (Keegan, 1953), cujas consequências serão abordadas mais à frente.

Assim, é conveniente considerar os principais requisitos ergonómicos que o mobiliário escolar deve reunir, nomeadamente o assento e o plano de trabalho (mesa/secretária), com a finalidade de adotar posturas confortáveis durante períodos de tempo mais ou menos prolongados, adaptando-os à população utilizadora.

3.4.2. IMPLICAÇÕES DO MOBILIÁRIO ESCOLAR

O mobiliário escolar, como parte do espaço físico de uma escola, torna-se um elemento essencial e de elevada importância na organização escolar

O conjunto de normas ISO relacionadas com antropometria e dimensionamento do mobiliário escolar baseia-se no conceito da postura de referência (ou padrão - Figura 5) para analisar a compatibilidade das cadeiras e das mesas escolares: sentados com os pés apoiados no chão; assento à altura do poplíteo; o bordo frontal da mesa ao nível do cotovelo; e o encosto, de suporte às costas, situado na região lombar.

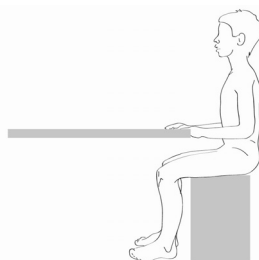


Figura 5 - Ilustração da postura padrão sentado

No entanto, são poucas as pessoas que conseguem permanecer nesta posição por muito tempo, uma vez que as tuberosidades isquiáticas dão relativamente pouco apoio e os músculos das costas não aguentam o tronco por longos períodos. Este é o motivo pelo qual as pessoas permanecem arqueadas sobre as mesas de trabalho, posição extremamente prejudicial às costas (Mandal, 1981), e que foi considerada por Keegan (1953) anatómica e fisiologicamente incorreta.

As características do mobiliário escolar estão fortemente associadas às dores nas costas e no pescoço referidas pelas crianças em idade escolar (Murphy et al., 2007).

Estudo recente levado a cabo em Portugal, sobre o efeito do desajustamento das dimensões do mobiliário escolar em relação às características morfológicas de adolescentes na prevalência de

sintomas músculo-esqueléticos na coluna vertebral demonstraram que cerca de 60% dos adolescentes envolvidos neste estudo relataram ter sentido dores nas costas pelo menos uma vez nos últimos três meses (Assunção, 2011). Este estudo evidenciou ainda que 39% das dores eram localizadas na região cervical, 34,6% na região dorsal e 33,8% das dores reportadas localizavam-se na região lombar da coluna vertebral.

Barbosa (2009), avaliou a influência do mobiliário escolar na postura corporal em alunos adolescentes portugueses, classificando as posturas em sala de aula, através do método RULA, durante a leitura (tanto na mesa como no quadro) e escrita, duas das principais atividades em sala de aula. O grau encontrado neste estudo, e nomeadamente para os alunos frequentadores do 1º ciclo do ensino básico, oscila entre o grau de ação 3 e 4, o que indica a urgência de investigação e da introdução de modificações, nalguns casos com carácter imediato.

O mobiliário escolar parece ser, assim, o principal responsável por estes constrangimentos relativos à postura sentada que, por ser inadequado, parece ser o principal causador das dores nas costas, pernas, braços, pescoço ombros e pés (Mandal, 1994; Marschall et al., 1995; Parcels et al., 1999; Knight & Noyes, 1999; Murphy et al., 2007).

Para além da postura, há outros estudos que alertam para efeitos nocivos do mobiliário inadequado, nomeadamente ao nível cognitivo, como a hiperatividade, falta de interesse e consequente baixo rendimento na aprendizagem (Reis et al., 2002; Moro et. al, 1999; Mandal, 1984). Moro (2000) refere o mobiliário escolar atual como sendo uma peça anti educacional por não ter em conta os indivíduos utilizadores e, consequentemente, não permitindo que as crianças se sentem confortavelmente, contribuindo assim para o aparecimento de *stress*, dores no corpo e afetando o rendimento escolar.

Estas más posturas podem provocar mudanças motoras para o futuro das crianças, já que o ambiente escolar é um fator significativo na aquisição e/ou mudança de comportamentos (Rasch & Burker, 1987; Yeats, 1997).

É neste contexto que o mobiliário escolar desempenha um papel muito importante, nomeadamente na manutenção de uma boa postura. Segundo Yeats (1997), a conceção do mobiliário escolar é fundamental para a aquisição de bons hábitos posturais das crianças, no

longo prazo, tendo, segundo Hira (1980), a carteira escolar um papel facilitador na aprendizagem, permitindo e encorajando uma boa postura sentado, devendo ser projetada de acordo com a estrutura física e biomecânica dos indivíduos que a utilizam.

Alunos acomodados em mobiliário dimensionalmente adequado, apresentam uma postura corporal adequada, uma melhor caligrafia e maior rapidez na formação das letras (Parush et al., 1998), concluindo-se assim existir uma correlação positiva entre os fatores ergonômicos, como a postura sentada e o posicionamento e a performance da caligrafia, em termos de legibilidade e rapidez. Verifica-se ainda que há uma melhoria significativa na realização das tarefas e na postura sentada, em crianças sentadas numa cadeira desenhada ergonomicamente, quando comparado com o desempenho demonstrado utilizando mobiliário padrão (Knight & Noyes, 1999).

A cadeira certa para este tipo de atividade tem que facilitar a mobilidade da criança. Os movimentos previnem a úlceras de pressão, melhoram a circulação e previnem e aliviam a rigidez dos músculos e articulações (Seymour, 1995). O propósito do assento é proporcionar um suporte estável ao corpo, numa postura que seja confortável por um período de tempo, psicologicamente satisfatório e apropriado à tarefa ou à atividade em questão. Para que um indivíduo se sinta confortável na posição sentada, há que conjugar três fatores:

- as características do assento;
- as características do utilizador;
- as características da tarefa.

Relativamente ao assento, a altura, a profundidade e a largura são as características que podem influenciar a posturas.

A utilização da superfície do assento muito alta resulta na compressão dos músculos posteriores da coxa, dificulta a circulação sanguínea nos membros inferiores e, caso os pés não fiquem apoiados, o equilíbrio corporal pode ficar diminuído (Pheasant & Haslegrave, 2006). No caso de não ser possível o total apoio dos pés, há uma diminuição da estabilidade do corpo, obrigando a um aumento da força muscular para manter o equilíbrio (Panero & Zeinik, 2002). Nesta situação, também as coxas terão que suportar o peso das pernas (Chaffin et al., 2006). Se, ao contrário, a altura do assento estiver abaixo da altura poplítica, o utilizador tenderá a flexionar mais a espinha

dorsal, até conseguir obter uma posição que lhe permita obter um ângulo agudo entre as coxas e o tronco, estando significativamente associada às dores nas três zonas da coluna: cervical, torácica e lombar (Murphy et al., 2007). As pernas tendem a ficar estendidas para a frente, deixando os pés sem estabilidade.

Para além da altura do assento, há ainda a considerar a profundidade do mesmo. Se estivermos perante uma situação de um assento muito profundo, verifica-se uma pressão maior na área atrás do joelho (poplíteo), infligida pelo rebordo frontal, o que dificulta a circulação sanguínea nas pernas e nos pés. A compressão dos tecidos poderá causar ainda irritação e desconforto (Panero & Zeinik, 2002). A tendência do utilizador será a de movimentar a zona das nádegas para a frente, ficando desta forma com as costas sem apoio e, conseqüentemente, verificar-se-á um aumento da instabilidade do corpo e é exigida uma força muscular suplementar para manter o equilíbrio. Quando o indivíduo deixa de ter apoio lombar, a postura torna-se mais lesiva para a coluna, nomeadamente porque aumenta significativamente a pressão sobre a vértebra L3 (Andersson et al., 1974), levando-o a contrações musculares estáticas que, se mantidas por longo período de tempo, poderão causar fadiga, desconforto e dor nas costas. Assentos com pouca profundidade ocasionam uma situação incómoda, em que o utilizador tem a sensação de estar a cair para a frente da cadeira, para além de ocasionar uma falta de suporte da parte inferior das coxas (Panero & Zeinik, 2002). Um encosto muito alto, por sua vez, está significativamente associado às dores sentidas nas costas (Murphy et al., 2007).

Assim, parece razoável inferir que o desenho da cadeira possa influenciar as posturas e comportamentos, por sua vez influenciados pela forma como a cadeira é utilizada.

Mas não é apenas o assento que tem implicações na postura adotada. Também outros elementos do mobiliário parecem ter um papel relevante neste aspeto.

Murphy et al. (2007) cita a investigação feita por Salminen et al. (1992) relativamente à altura das mesas escolares, em que infere que uma mesa baixa força as crianças a uma inclinação para frente (figura 6), e assim sobrecarregar as estruturas da coluna, provocando dores nas costas. Por outro lado, uma mesa de trabalho demasiadamente alta exige uma abdução exagerada dos membros superiores movendo o centro de massa lateralmente (figura 7), aumentando a carga na coluna e levando ao aparecimento de dores no pescoço e nos ombros. Para Anderson, Örtengren,

Schultz (1980), o espaço de trabalho deveria ser projetado de forma a não ser necessária a inclinação anterior do tronco e da cabeça para realizar uma determinada tarefa.

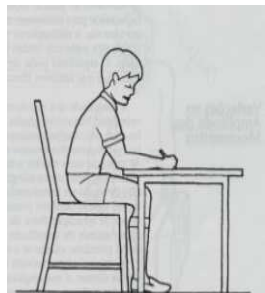


Figura 6 - Superfície de trabalho baixa (Reproduzido de Oliver, 1999)



Figura 7 - Superfície de trabalho alta (Reproduzido de Oliver, 1999)

O mobiliário inadequado pode contribuir para o começo das dores, que se podem vir a agravar no longo prazo (Murphy et al., 2007).

O projeto ergonômico da carteira escolar deve possibilitar uma redução da atividade muscular do tronco médio e inferior, pela manutenção da lordose lombar natural e a diminuição do ângulo de flexão do pescoço (Marshall et al., 1995). Estes autores concluem que a manutenção de um bom alinhamento postural, associada à diminuição da atividade muscular durante o período escolar, poderia diminuir a fadiga muscular. Esta condição teria um impacto positivo no processo de aprendizagem e, paralelamente, evitaria o desenvolvimento de hábitos posturais erráticos, reduzindo, no futuro, a provável dor nas costas.

Atualmente, as mesas de trabalho têm uma superfície horizontal, que obriga os alunos a debruçarem-se sobre ela para conseguirem ler e/ou escrever. Duas situações decorrem desta postura: a necessidade de desencostar a coluna lombar do seu suporte e a adoção de uma postura dobrada para a frente ou para baixo (fletida) do pescoço, para garantir a visualização do trabalho (Sanders & McCormick, 1993; Rio, 1999, Bridger, 1995, citados por Patussi, 2005).

As atividades de leitura e escrita em mesas de superfície horizontal obrigam a uma forte inclinação da cabeça para a frente, no sentido de conseguir uma visualização adequada do trabalho. Esta movimentação do pescoço é altamente prejudicial para a coluna cervical, tanto mais crítico quanto a cabeça e o pescoço estiverem flexionados, inclinados para a frente ou com rotação, originando dores quando a inclinação da cabeça, em relação à vertical, for maior que 30° (Chaffin, 1973). O

aparecimento de dores no pescoço é tanto mais rápida quanto maior for essa inclinação, tal como atesta a figura 8.

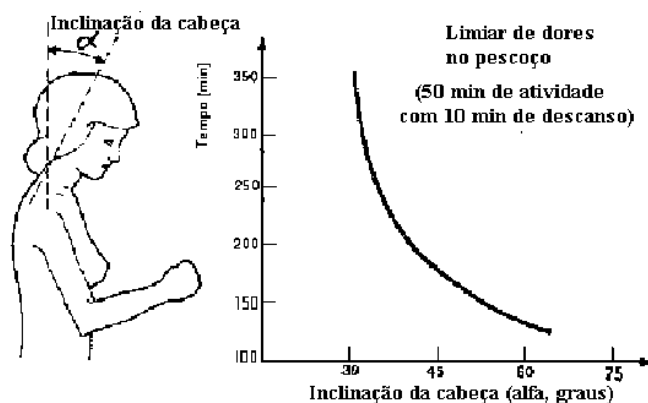


Figura 8 - Tempos médios para aparecimento de dores no pescoço, de acordo com a inclinação da cabeça para frente (Adaptado de Chaffin, 1973)

Para Dul (1981), “a ausência de inclinação no tampo da carteira escolar, constitui-se em fator de distorção em pelo menos 5% no tamanho dos caracteres, o que pode contribuir para problemas de desempenho do aluno na atividade de leitura. Essa falta de inclinação da superfície do tampo da mesa está comprometida, também, com a sobrecarga no sistema músculo-esquelético, nomeadamente na região cervical. Mesas de superfície plana, desprovidas de qualquer inclinação, estão associadas a queixas de dores lombares e cefaleias ao final da jornada de trabalho”.

Também Alves da Silva et al. (2004), no seu livro “Dislexia de Evolução e Propriocepção”, alegam que os erros posturais provocam perturbações num conjunto de recetores sensoriais, interferindo no funcionamento dos músculos que envolvem o globo ocular, provocam falhas na transmissão, e posterior processamento, da informação (letras e palavras) ao cérebro, o que leva à dislexia. Referem ainda, exemplificando, que quando se está debruçado sobre uma carteira de tampo horizontal, «há uma discrepância entre os músculos que puxam o corpo para trás e os que o puxam para a frente, o que dá ao cérebro um ‘input’ errado». Segundo aqueles autores, a dislexia é apenas um dos sintomas da síndrome de deficiência postural (SDP), podendo em muitos casos, estar associada a outras perturbações, tais como a disgrafia (dificuldade em escrever), a discalculia (dificuldade em fazer cálculos aritméticos), a dislalia (dificuldade em proferir certas palavras), na interpretação de textos, etc..

Wall et al. (1991) observaram crianças que, na tentativa de procurar a melhor distância para visualizarem o material de trabalho, adotavam posições de inclinação da cabeça para a frente de altos valores angulares. Estas posições obrigam a musculatura do pescoço a uma contração excêntrica para contrapor o peso da cabeça, mantendo o equilíbrio.

A distância focal deve situar-se entre os 20 e os 30 cm do objeto a visualizar, quando este se encontra a 90° em relação à linha de visão (Mandal, 1981), sendo a postura da cabeça determinada pelo ângulo de visão, ou seja, linha entre o olho e o objeto observado.

O ângulo de conforto pode descrever um cone de 30° em torno da linha de visão normal, ou seja, quando o indivíduo não está a fixar nenhum objeto e a sua visão está direcionada para a frente. Um movimento do olho de 15° acima ou abaixo desta linha, é considerado confortável e sem exigir esforço. Fora deste limite, os segmentos da cabeça e do pescoço são obrigados a movimentar-se (Kroemer & Grandjean , 1997) (Figura 9).

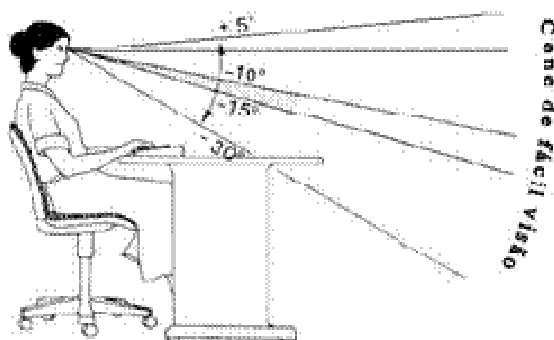


Figura 9 - Cone de visão normal para atividades em postura sentada (Adaptado de Kroemer e Grandjean, 1997).

Para além dos problemas gerados pela incompatibilidade das dimensões do mobiliário escolar, há também a considerar o tipo de mobiliário e a disposição deste na sala de aula. Muitas escolas usam mesas duplas em vez de carteiras individuais, e muitas vezes as mesas estão colocadas de forma que as crianças não estão de frente para o quadro/professor(a). Neste arranjo, as crianças são obrigadas a adotar posturas forçadas (torção do tronco/pescoço, sentados de lado ou encostados para trás) de forma a poderem ver o/a professor(a). Estas crianças tendem a estar desatentas, pois mantêm uma postura desconfortável de forma a ver de frente para a sala, tomar notas, copiar do quadro, ou completar qualquer outra tarefa (Knight & Noyes, 1999).

O mobiliário escolar tem, assim, duas funções fundamentais: acomodar as crianças enquanto escutam o professor e permitir-lhes escrever e desenhar na sua superfície. Outra função, menos mencionada, é a de garantir que as crianças permanecem no seu local, facilitando o controlo do seu comportamento e do seu desempenho e minimizando distrações (Knight & Noyes, 1999). Adicionalmente, o mobiliário deve facilitar a aprendizagem criando uma envolvente confortável e não gerar *stress*.

Para atingir estes objetivos de funcionalidade, é necessário conceber um mobiliário escolar que permita que as crianças se movimentem naturalmente nos seus lugares, já que não é natural que permaneçam imóveis por longos períodos (Glover, 1994, citado por Knight e Noyes, 1999) e ainda evitar a fadiga localizada dos músculos e das dores, resultado de uma postura imobilizada (Laville, 1985 citado por Knight e Noyes, 1999). Paradoxalmente, esta situação parece entrar em conflito com a necessidade de manter a criança no lugar na maior parte do tempo.

3.4.3. CONSEQUÊNCIAS DAS MÁIS POSTURAS

Durante o período de aulas, as crianças adotam muitas vezes posturas erradas, com o tronco, costas e o pescoço fletidos ou em rotação por longos períodos de tempo (Murphy et al., 2004). Esta situação, que já foi referida anteriormente, mostra que a postura mais comumente adotada em sala de aula é sentada com inclinação do tronco para a frente, devido à exigência das tarefas, aliada à tipologia do mobiliário utilizado nas salas de aula.

As alterações posturais relacionadas com posturas inadequadas são, segundo Kavalco (2000), distúrbios anátomo-fisiológicos, que se manifestam geralmente na fase da adolescência e pré-adolescência, pois é o período em que o crescimento se manifesta com maior intensidade.

Quando o tronco está inclinado para a frente, as vértebras movem-se anteriormente, forçando os discos intervertebrais posteriormente. A permanência prolongada do tronco nesta posição é a causa mais frequente de lesões na coluna cervical e lombar. A situação pode ser minimizada caso o sistema mesa-cadeira proporcione uma postura, na qual o tronco não necessite de permanecer inclinado anteriormente mais de 20° (Hamill & Knutzen, 1999; Murphy et. al, 2004). E quanto mais fechado for o ângulo formado entre as coxas e o tronco, maior tende a ser a pressão nos discos intervertebrais (figura 10).

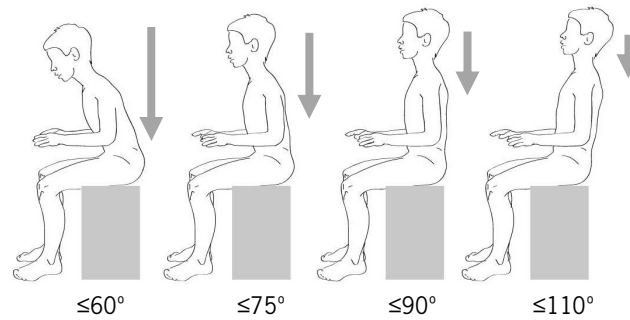


Figura 10 - Aumento da pressão nos discos intervertebrais, na postura sentada

A coluna cervical é a região da coluna vertebral com maior mobilidade. No entanto, a inclinação da cabeça para a frente provoca fadiga rápida e tensão nos músculos do pescoço e do ombro, irritação das articulações da coluna cervical e/ou compressão de raízes nervosas e vasos sanguíneos, levando a dores de cabeça por tensão e dor na articulação temporomandibular (Kisner & Colby, 1998; Chaffin & Andersson, 2006).

Alguns problemas músculo-esqueléticos, mais concretamente dores nas costas não específicas, têm vindo a aumentar em crianças e adolescentes (Currie et al., 1997; Balague et al., 1999; Hakala et al., 2002; Limon et al., 2004, Troussier et al., 1994; Grimmer & Williams, 2000; Murphy et al., 2007).

Durante o crescimento, as proporções do corpo atingem gradualmente a forma do adulto. O crescimento é maior no início da infância, diminui até ao começo da adolescência e volta a acelerar durante esse período, sendo no período entre os 7 e os 12 anos de idade, que ocorre a busca do equilíbrio às novas proporções do corpo, e onde se evidenciam as transformações posturais. Daí que as posturas e os hábitos das crianças sejam determinantes no desenvolvimento do seu sistema músculo-esquelético (Hebert, 2004).

Entre os 7 e os 14 anos de idade, a postura da criança sofre grande transformação na busca do equilíbrio compatível com as novas proporções de seu corpo. Nessa idade, em que a sua mobilidade é extrema, a postura adapta-se às atividades que estão a desenvolver, atividades escolares estas que favorecem a aquisição de maus hábitos posturais, podendo desencadear desvios posturais. Paradoxalmente, é no período de crescimento que se consegue reverter os problemas surgidos ou não se deixar instalar lesões apresentadas por esses desvios (Perez, 2002).

O crescimento influencia de forma definitiva, quer as dimensões espaciais, quer as dimensões dos materiais utilizados pelas crianças. Assim, o mobiliário escolar deve corresponder às medidas antropométricas das crianças por razões fisiológicas e morfológicas (Fragoso, 1992).

Posturas inadequadas adotadas pelas crianças, seja em casa ou na escola, levam a um desequilíbrio na musculatura do corpo, traduzindo-se em alterações posturais. As alterações capazes de derivar em patologias, têm grande incidência em alunos do primeiro ciclo do ensino básico (Ingelmark, 1953; Brighetti & Bankoff, 1986). Padrões posturais inadequados, assumidos durante a fase escolar, podem tornar-se permanentes na idade adulta, caso não haja intervenção durante a fase de crescimento e estruturação óssea (Ferronato et al., 1998) e têm quase sempre a sua origem na infância, principalmente aqueles que se relacionam com a coluna vertebral.

3.4.4. O USO DE COMPUTADORES NA ESCOLA

A utilização das tecnologias de informação cresceu rapidamente e este crescimento é particularmente evidente no sistema educativo. É ainda evidente a tendência crescente na utilização de computadores portáteis (Harbison & Forrester, 1995).

Uma das conclusões preliminares do relatório concebido e conduzido pela rede EU Kids Online é que 78% das crianças portuguesas entre os 9 e os 16 anos de idade usam a Internet. Este programa contou com o financiamento do Programa Safer Internet da Comissão Europeia, e estes primeiros resultados foram obtidos a partir de um inquérito inédito, realizado a mais de 23 mil crianças com idades compreendidas entre os 9 e os 16 anos, utilizadoras da Internet, e a um dos seus pais, de 25 países europeus, e teve como objetivo a consolidação da base empírica para o estabelecimento de políticas de segurança na internet.

Em Portugal, o programa e.escolinha (Ministério da Educação, 2011) visa fomentar a utilização de computadores e as ligações à internet em banda larga, antecipando assim o acesso às tecnologias da informação, a crianças frequentadoras do 1.º ao 4.º ano de escolaridade. Neste programa é atribuído um computador pessoal com conteúdos educativos a professores e a alunos do 1.º ciclo do Ensino Básico.

O Gabinete de Estatística e Planeamento da Educação, GEPE, levou a efeito um inquérito sobre a utilização de computadores e de recursos educativos digitais em processos de ensino e aprendizagem no 1.º Ciclo do Ensino Básico. Deste inquérito conclui-se que 92% dos professores do 1.º ciclo do Ensino Básico utiliza na sala de aula o computador portátil, modelo “Magalhães”. O estudo refere que 49% dos docentes utiliza esse computador na realização de atividades em contexto de sala de aula pelo menos uma vez por semana, sendo que apenas 8% o utiliza diariamente. Cerca de 33% dos professores utilizam os recursos educativos disponíveis no Portal das Escolas na sala de aula ou para a preparação das aulas, sendo que, desses, 57% o faz numa periodicidade semanal (GEPE, 2010).

O trabalho com computadores nas escolas do primeiro ciclo do ensino básico parece estar a tornar-se um hábito cada vez mais enraizado e com tendência para se estender à generalidade das escolas. O uso dos computadores para uso lúdico e de entretenimento é também frequente.

A utilização de computadores portáteis, apresenta a vantagem do tamanho e da sua fácil portabilidade, permitindo uma maior flexibilidade na aprendizagem em diferentes ambientes e um acesso mais fácil à informação durante todo o processo de aprendizagem.

Há registo de um aumento do número de alunos que recorrem ao tratamento para os problemas músculo-esqueléticos e o desconforto provocado por estes (Harris & Straker, 2000). Este aumento foi indiciado, pelos terapeutas, como estando relacionado com o aumento do uso dos computadores por parte dos alunos.

Harris & Straker (2000) concluíram que cerca de 60% das crianças sofrem algum tipo de desconforto quando utilizam um computador, seja este de secretária ou portátil. Os resultados do trabalho de investigação levado a cabo por aqueles autores indicam que muitos dos computadores escolares estão dispostos sem qualquer tipo de preocupação do ponto de vista ergonómico, como sejam a postura ou a altura do teclado. Esta situação aumenta o risco de as crianças desenvolverem algum tipo de traumatismo, como sejam a síndrome do túnel do carpo ou as tendinites.

Esta situação, seguramente, resulta em novos riscos para as crianças. Para além da adoção de posturas erradas quando sentados, juntam-se as adversidades associadas a um aumento da carga

visual e da troca das atividades físicas dinâmicas (correr, jogar à bola, etc.) por atividades mais sedentárias como é a de estar em frente a um computador. Esta última pode privar o corpo do *stress* fisiológico e outros estímulos importantes para um desenvolvimento saudável e apropriado das estruturas músculo-esqueléticas, do sistema motor e ainda da socialização. O enraizamento das atividades sedentárias pode criar hábitos sedentários com impacto significativo em doenças cardiovasculares e osteoporose, quando atingirem a idade adulta.

Investigações feitas na área da relação do uso dos computadores com as patologias músculo-esqueléticas são consonantes em dizer que há um conjunto de fatores que interage com os fatores individuais, no sentido do desenvolvimento dessas patologias. Os fatores ambientais incluem fatores psicossociais, tais como as relações interpessoais e fatores físicos, como a iluminação, ventilação e o desenho do posto de trabalho (Ashton-Miller, 1999; Buckle & Devereux, 1999).

O aumento da taxa de utilização dos computadores em salas de aula, nomeadamente os computadores portáteis, classe em que se enquadra o computador portátil, modelo Magalhães, torna necessário considerar medidas adequadas quando se projeta um posto de trabalho.

O desconforto causado pelo uso de computadores atinge os ombros, cotovelos, punhos e mãos (Faucette & Rempel, 1994 citado por Patussi, 2005). Posturas estáticas e lesões por esforços repetitivos (LER) são consequências relacionadas com o uso de computadores, já que este exige um esforço especial do corpo: uma manutenção quase imóvel da cabeça, do pescoço e da coluna cervical, para se manter a atenção que a este tipo de tarefa é exigido e uma movimentação frequente e rápida dos braços, punhos e dedos durante o desenvolvimento do trabalho (Coury, 1994; Sander, 1993; Karlqvist, 1998 citados por Patussi, 2005).

O facto de os computadores portáteis terem, geralmente, os monitores fixados ao teclado, dificultam a ajustabilidade deste periférico, obrigando o utilizador a adaptar o seu ângulo de visão à altura e à distância quer do monitor, com impacto na postura da cabeça e do pescoço, quer do teclado, com influência provável no pescoço, ombro, braço e posição do tronco. Estas condições podem ter como consequência a adoção de más posturas, para que seja possível aos utilizadores operar com os seus equipamentos (Pheasant & Haslegrave, 2006).

Flexão do pescoço e/ou do ombro e do cotovelo ocorrem quando o utilizador trabalha com um computador portátil, seja para conseguir visualizar a informação na parte mais baixa do monitor, ou para alcançar um teclado que se encontre numa posição mais elevada (Straker et al., 1997). Tal facto é corroborado por Harbison & Forrester (1995), que verificaram que os utilizadores dos computadores portáteis necessitam de inclinar a cabeça para a frente, para manejar adequadamente o computador, devido à falta de ajustabilidade, atingindo valores de inclinação média do pescoço para a frente, entre 44 e 49,6°, dependendo do local de uso. Estes valores são superiores a 30° em relação à vertical, valor a partir do qual se estima origine dores no pescoço. Os ergonomistas defendem que a inclinação para a frente, quer da cabeça, quer do pescoço, não deve ultrapassar os 15° (Grandjean, 1987), apesar de esta recomendação ser considerada como discutível por outros autores (Stracker et al., 2010).

Assim, a altura adequada do monitor de um computador tem influência no utilizador quer em termos visuais, quer em termos músculo-esqueléticos. Juntos, estes fatores, determinam a posição da cabeça e do pescoço. A postura da coluna vertebral combinada com o ângulo de visão determinam a forma como o alvo é visionado (Aarås et al., 1997; Sommerich et al., 2001).

Existem guias que definem que a altura do monitor deve estar localizada entre o nível dos olhos e 40° - 60° abaixo desse nível (ISO 9241; ANSI/HFES 100; Australian Standard 3590.2). Cook & Burgess-Limerick (2003) recomendam que a altura do monitor possa proporcionar ângulos de visualização entre 0 e 45° para baixo. Se o topo do monitor estiver colocado ao nível dos olhos, a postura da cabeça e do pescoço tende a estar na vertical, e a coluna cervical sofrerá uma menor pressão (Jaschinski et al., 1998; Straker et al., 2008). Monitores baixos estão associados a valores de flexão da cabeça e do pescoço elevados, o que pode causar mais *stress* nos músculos do pescoço e do ombro, implicando maiores níveis de atividade muscular (Straker et al., 2008).

Se por um lado é mais ou menos consensual a recomendação de que as crianças tenham o topo do monitor ao nível dos olhos quando sentadas (Straker et al., 2008, 2009), já a distância ao mesmo periférico depende da idade, da capacidade visual do ângulo de visão, da clareza e do tamanho da imagem ou do texto, não havendo, aparentemente, estudos que indiquem uma distância ótima para as crianças (Cook & Burgess-Limerick, 2003). É recomendado que o monitor se encontre à distância de um braço, como ponto de referência, devendo poder ser ajustável, à medida do conforto visual da criança (Staker et al., 2010).

CAPÍTULO 4 - CRITÉRIOS ERGONÓMICOS PARA O PROJETO E CONCEÇÃO DO MOBILIÁRIO ESCOLAR

De acordo com a revisão bibliográfica, e resumindo os fatores abordados, o mobiliário escolar deve cumprir a função para a qual foi concebido de forma a ser cómodo e funcional, com as dimensões adequadas às medidas antropométricas dos seus utilizadores, com assentos e superfícies que favoreçam a aquisição de posturas corretas e a mudança de posturas que facilitem a mobilidade e o acesso/saída do posto de trabalho.

Com os conhecimentos básicos das implicações provocadas na curva sacro-lombar da postura sentada e identificadas as causas que levam às dores nas costas, é então possível verificar que a literatura apresenta um conjunto de regras para o projeto do mobiliário, nos seus mais variados elementos, como se apresenta de seguida.

4.1. O assento

O assento tem um papel preponderante no mobiliário escolar, já que será com base nas dimensões deste que todo o sistema será projetado. É também sobre esta superfície que as crianças se vão sentar e aí passar grande parte do seu tempo.

No entanto, a maioria dos assentos que compõem o mobiliário escolar são desconfortáveis, incompatível com o desenvolvimento das atividades realizadas em sala de aula e causador de patologias diversas (Soares, 2001).

Estes factos justificam a busca de avaliações e recomendações ergonómicas para o projeto desse tipo de assento.

A postura das crianças, quando sentadas, é em grande parte determinada pelo desenho do assento. Este é responsável pelo esforço, pelo dispêndio energético e constrangimentos ergonómicos durante o período das aulas, na realização das tarefas escolares e, conseqüentemente pelo rendimento escolar (Soares, 2001).

De uma forma geral, Lida (1997) refere três condições genéricas essenciais para o assento:

1. O tipo de assento deve depender do tipo de atividade para o qual ele se presta, ou seja, para cada tarefa existe um assento considerado mais adequado.
2. As dimensões do assento são resultado direto das medidas antropométricas.
3. O assento deve permitir variações frequentes de posturas, permitindo assim o alívio das tensões sobre os discos rígidos e os músculos dorsais de sustentação, reduzindo assim a fadiga.

O principal objetivo na concepção ergonômica dos assentos é o de garantir que a curva lordótica da coluna vertebral é mantida, sem necessidade de tensão muscular, permitindo ao utilizador uma postura confortável e fisiologicamente correta.

De acordo com a revisão bibliográfica efetuada, o sistema coxa-tronco deve formar um ângulo obtuso, ter uma altura e profundidade ajustada às medidas antropométricas dos utilizadores e um apoio lombar, que permita manter a configuração postural correta da coluna e ainda suportar parte do peso do tronco.

Para tal, segundo Mandal (1978, 1981, 1991), a superfície do assento deve ter uma inclinação para a frente, por forma a minimizar a necessidade de flexão do quadril, nomeadamente em tarefas de leitura e escrita. Desta forma, o ângulo formado pela sistema coxa-tronco aumenta, proporcionando à coluna um perfil mais aproximado à postura neutral, diminuindo significativamente a tensão do sistema músculo-esquelético.

O dimensionamento dos assentos é resultado direto das medidas antropométricas. Assim, a altura do assento tem por base a altura do poplíteo, a largura do assento é função da largura das ancas e a profundidade do assento depende do comprimento glúteo-poplíteo (Garcia-Acosta & Lange-Morales, 2007; Gouvali & Boudolos, 2006; Panagiotopoulou et al., 2004; Molenbroek et al., 2003; Miller, 2000; Parcells et al., 1999; Knight e Noyes, 1999).

Este dimensionamento deve ser projetado de modo a eliminar o desconforto devido a pressões desnecessárias na parte inferior das coxas e à limitação do fluxo de sangue às pernas e pés,

situação que acontece quando o assento é demasiado alto, ou demasiado profundo (Pheasant & Haslegrave, 2006; Panero & Zeinik, 2002; Soares, 2001).

Outra característica a ter em conta no projeto dos assentos, para além das dimensões e da inclinação, é uma questão do rebordo frontal que deve ser arredondado, sem arestas vivas que possam causar traumatismos ou desconforto ao aluno (Soares, 2001).

4.2. O apoio lombar/encosto

O apoio lombar e o ângulo formado entre o tronco e a coxa são os principais fatores que tornam vulneráveis os discos intervertebrais da coluna lombar (Keegan, 1953). Foi já referido que, quanto mais fechado for o ângulo formado entre as coxas e o tronco, maior tende a ser a pressão nos discos intervertebrais. Este suporte da região lombar tem como objetivo proteger os discos intervertebrais da coluna lombar, que são bastante vulneráveis. É nesta área da coluna que se manifestam, com maior frequência, as queixas.

A superfície de encosto desta região deve ser convexa, terminar na zona de ligação entre a zona torácica e a lombar, de forma a acomodar a normal curvatura fisiológica da coluna lombar (Keegan, 1953).

A recomendação de Keegan (1953) é para que as cadeiras tenham o encosto inclinado para trás como um meio de alcançar o ângulo mínimo de 105° entre a coxa e o tronco. Moro (2000) recomenda que este ângulo deve rondar os 120°, referindo que deverá ser ainda maior quando o indivíduo se encontrar a realizar tarefas como a leitura ou escrita, no qual o material é colocado sobre a mesa, levando o indivíduo a uma pequena inclinação de tronco à frente. Andersson et al. (1974), concluíram que uma cadeira com apoio na região lombar e inclinação do encosto de 100° reduz consideravelmente a atividade mioelétrica dos músculos posteriores das costas e a pressão nos discos intervertebrais.

O objetivo da manutenção da curva lordótica na zona lombar, sem aumentar a tensão muscular, consegue-se se o encosto/apoio lombar formar um ângulo obtuso (entre 95° e 110°) com o assento. A posição ereta (90 a 95°) implica um achatamento considerável da curva sacro lombar e, posteriormente, ao aparecimento de situações dolorosas devidas à degeneração dos discos

intervertebrais da zona inferior da coluna. O apoio lombar é importante para diminuir a pressão intradiscal, mas só terá esse efeito se o tronco for inclinado para trás (Oliver & Middledith, 1998).

No entanto, a ideia pré-concebida de que um encosto facilita a lordose é discutível, uma vez que o utilizador procura estabilizar a coluna lombar, o que resulta num aumento da curva cifótica (Bendix et al., 1996).

Porém, em ambiente escolar, as crianças raramente utilizam o encosto (Murphy et al., 2004), ou, no limite, apenas em metade do tempo que passam sentadas, é utilizado o encosto (Storr-Paulsen & Aagaard-Hensen, 1994), já que a maior parte do tempo em sala de aula é passado, como já foi referido, em tarefas de escrita, desenho e leitura, que requerem inclinação para a frente. Apesar disso, o encosto continua a ser fundamental para as restantes atividades (escuta, visualização, conversação ou pausa).

O encosto deve ainda possuir um raio de curvatura de 300 mm, no mínimo, segundo Farrer et al. (1994), citado por Garcia-Acosta & Lange-Morales (2007).

A altura a que deve ser colocado o encosto é a questão ergonómica que se coloca. Assim, a bibliografia refere que esta altura deve corresponder a 60-80% da altura do ombro (Gouvali & Boudolos, 2006). Outros autores defendem que este deve estar entre a altura escapular (bordo superior) e a altura lombar (bordo inferior) (Molenbroek et al., 2003; Garcia-Acosta & Lange-Morales, 2007).

4.3. A superfície de trabalho

A mesa do conjunto escolar deve acondicionar e apoiar o caderno, o livro, o estojo e régua, além de, em algumas situações, outros materiais. É aí que se vão desenvolver duas das principais atividades em sala de aula: a leitura e a escrita.

Parâmetros como a largura e a profundidade são, por norma, determinados em função da quantidade de material que deve acomodar, não tendo um impacto tão relevante como a altura na postura adotada pelos seus utilizadores.

A altura da mesa deve permitir aos alunos manter os cotovelos em contacto com a superfície, para que não seja necessária uma flexão acentuada do tronco (Mandal, 1981), e poupando assim os músculos dos membros superiores. Tal como referido anteriormente sobre a altura da superfície de trabalho, se o cotovelo ficar muito acima da superfície, os utilizadores tenderão a inclinar-se para a frente, resultando na flexão do tronco e na distribuição do peso pelos braços, originando uma cifose da coluna e um arqueamento dos braços. Por outro lado, se a altura do cotovelo for inferior à altura da superfície da mesa, os braços terão que ser levantados, o que implica também um levantamento e abdução dos ombros, criando tensão nos músculos do pescoço para proporcionar a estabilização da postura da cabeça (Parcells et al., 1999).

Chaffin et al. (2006) recomendam um ângulo de flexão do ombro de 25° e um ângulo de abdução do ombro entre 15° e 20° durante a execução das tarefas que são realizadas em mesas de trabalho.

A incompatibilidade entre a altura da superfície de trabalho e a altura do cotovelo ou a altura dos olhos está significativamente associada à ocorrência de dores na região dorsal (Assunção, 2011).

Outra questão de natureza ergonómica que se coloca quanto às superfícies de trabalho (mesas escolares) é a sua inclinação, ou nalguns casos, a falta dela. As mesas escolares atuais têm uma superfície horizontal, que obriga os alunos a debruçarem-se sobre esta para conseguirem ler e/ou escrever.

Segundo Mandal (1981), o aumento da flexão, quer do tronco, quer do pescoço, é função da posição/inclinação da superfície da mesa. Desta forma, este investigador propôs que as superfícies de trabalho possuíssem uma inclinação na direção do utilizador, considerando ser mais compatível com a posição sentada e possibilitando uma melhoria ao nível da visão. Além disso, diminui a necessidade de flexão, quer do pescoço, quer do tronco, para melhorar o ângulo de visualização, o que implica também a redução da flexão lombar. Com a utilização de superfícies com uma inclinação de 12° e 24°, os indivíduos apresentam uma melhor postura, menos movimentos do tronco e menos fadiga e desconforto, quando comparado com a utilização de tampos horizontais (Eastman & Kamon, 1976). Outros estudos efetuados com mesas de tampo inclinado tiveram resultados semelhantes com uma diminuição da inclinação do pescoço e do tronco, e uma diminuição considerável da flexão do tronco, relativamente às superfícies de

trabalho horizontais (Bridger et al., 1989; Wall et al., 1991). Experiências levadas a cabo por Wall et al. (1991), mostram que um tampo com uma inclinação de 10°, reduzem o ângulo de flexão do tronco, no plano sagital, em 9°, com uma melhoria significativa do conforto manifestado pelos utilizadores.

Um menor ângulo de flexão do tronco diminuiu a probabilidade de sintomatologias dolorosas na coluna dorsal (Assunção, 2011).

A sugestão de Mandal (1981) é para que sejam utilizadas superfícies de trabalho com uma inclinação na direção do utilizador de cerca de 15°, para desta forma se conseguir uma redução do ângulo de visão e estimular a posição vertical do tronco. Inclinações maiores podem ser utilizadas na tarefa de leitura, que poderá rondar os 45° (Dul, 1998). No caso da escrita, não é conveniente que a inclinação seja maior do que os 15°, uma vez que não facilita o apoio de braços, pois estes escorregam.

O ângulo de flexão do pescoço (entre a cabeça e o tronco) deve rondar os 15°, em situações de posturas estáticas prolongadas (Chaffin, 1973). Uma superfície de trabalho inclinada proporciona boas posturas para o pescoço e as costas, mas depende da tarefa que se está a realizar.

Da revisão bibliográfica, pode assim induzir-se que a utilização de mesas com superfícies inclinadas, na direção do utilizador, tem um impacto positivo significativo na posição da cabeça e do tronco, sobretudo nas tarefas de leitura e escrita.

É requerido que a superfície de trabalho proporcione um ângulo de flexão dos ombros inferior a 25° e um ângulo de abdução inferior a 20° (Chaffin & Andersson, 2006).

4.4. Espaço livre entre o assento e a superfície de trabalho

Entre o assento e a superfície de trabalho deve haver um espaço tal que permita acomodar as pernas e os pés de forma estável e que permita liberdade de postura e de movimentos dos alunos. (Garcia-Acosta & Lange-Morales, 2007; Molenbroek et al., 2003; Parcels et al., 1999). Se este espaço não for suficiente, a parte anterior da coxa vai tocar ou ficar entalada com a parte de baixo

da mesa. Para conseguir estabilidade, o utilizador tenderá a empurrar o assento para trás e a posicionar as pernas para a frente, com as consequências que esta postura aporta.

Assim, há que ter em conta a dimensão antropométrica referente à altura do joelho (Dul & Weerdmeester, 1998; Helander, 1997; Sanders & McCormick, 1993) ou a espessura da coxa (Molenbroek et al., 2003; Garcia-Acosta & Lange-Morales, 2007).

Outros autores consideram que se consegue obter um bom projeto utilizando valores para esse espaço livre entre os 20 mm (Parcells et al., 1999; Cushman et al., 1983; Mandal, 1981), e os 50 mm (Poulakakis & Marmaras, 1998) acima do valor da altura do joelho, determinado pelo 95º percentil.

Considerando o espaço livre de acordo com o descrito, é possível não só acomodar as coxas como permitir os movimentos livres da parte inferior da perna.

(Página propositadamente deixada em branco)

CAPÍTULO 5 - A CONTRIBUIÇÃO DA ANTROPOMETRIA APLICADA

A antropometria ocupa-se das dimensões e proporções do corpo humano (Dul & Weerdmeester, 2004), sabendo-se, hoje em dia, que as medidas humanas são muito importantes na determinação de diversos aspetos relacionados com o ambiente de trabalho no sentido de se manter uma boa postura (Couto, 1995).

A origem da antropometria remonta à Antiguidade. Consta-se que já os Gregos e os Egípcios observavam e estudavam a relação das diversas partes do corpo. Estas medidas ganharam importância especial na década de 40, do século XX, quando houve a necessidade da produção em massa, pois por um lado um produto mal dimensionado podia agravar os custos, e por outro foi nesta época que começaram a surgir os sistemas de trabalho complexos, para os quais o desempenho humano se tornou um fator crítico. Foi quando se começou a perceber que o desempenho dos operadores estava intimamente ligado com o dimensionamento dos postos de trabalho que, por sua vez, dependiam das medidas antropométricas dos seus operadores. Atualmente, fala-se no termo 'antropotecnologia', onde a antropometria (antropologia física) associada aos valores culturais (antropologia cultural) constitui um ponto importante nas questões que envolvem a transferência de tecnologias (Panero & Zeinik, 2002; Santos et al., 1997).

Antropometria e ergonomia são indissociáveis. A antropometria estuda as dimensões e proporções do corpo humano (altura, comprimento, diâmetros, perímetros, biótipos) essenciais à concepção de postos de trabalho, conforme relatos de Couto (1995), Pheasant (1991), Panero & Zeinik (1980), confirmados por Petroski (1999), que mostram a importância do ramo da antropometria na ergonomia.

Os dados antropométricos são uma fonte valiosa de informação para ergonomistas e projetistas, que têm que considerar a amplitude existente nos segmentos corporais, quer em ambientes de trabalho, quer nos produtos que desenvolvem.

Quando se pretende projetar um posto de trabalho, é absolutamente fundamental conhecer as características antropométricas dos seus utilizadores, para que a interface do utilizador com o espaço de trabalho esteja "sincronizada", ou seja, os aspetos antropométricos devem estar relacionados com as exigências biomecânicas envolvidas.

Durante as primeiras fases da vida humana, o organismo humano cresce e desenvolve-se. Daqui resulta que os estudos antropométricos com crianças sejam fundamentais para se observar as variações ocorridas e os seus comportamentos na interação com os objetos, equipamentos e, em particular, o mobiliário.

O processo de crescimento das crianças tem variações de velocidade entre populações. Segundo Oliveira (1990), Tanner (1986) e Marshall (1974), ocorrem dois picos de crescimento: o primeiro acontece por volta dos 5 aos 7 anos de idade (em ambos os sexos) e o segundo, o maior de todo o período de crescimento, por volta dos 11 aos 13 anos, nas meninas, e entre os 13 e 15 anos, nos meninos.

Em idade escolar, os alunos que frequentam o 1º ciclo, têm um crescimento durante este período que é, em média, de 6 cm por ano e, em termos de peso de 3 a 3,5 kg, de acordo com análise feita às curvas de crescimento da NCHS (National Center for Health Statistics), e que são utilizadas internacionalmente como instrumento de acompanhamento do crescimento de crianças. Destas curvas ressalta ainda que, até cerca dos 9-10 anos de idade, o crescimento das crianças em ambos os sexos é muito semelhante, o que não acontece a partir dessas idades.

lida (1997), também afirma que até ao final da infância (por volta dos 9 anos de idade), meninas e meninos apresentam um crescimento semelhante, sendo que as diferenças começam a surgir na puberdade. Por volta dos 10 anos, o crescimento acelera, sendo que as meninas têm o maior estirão entre os 11 e os 13 anos e os rapazes entre os 12,5 e os 15,5 anos. Após esta fase acelerada, o crescimento efetua-se de forma mais lenta, atingindo-se a estatura final por volta dos 20 a 23 anos de idade.

Um dos grandes desafios da ergonomia nas instituições de ensino é o de conceber ou adaptar o mobiliário e o ambiente escolar à grande diversidade morfológica dos alunos. Apesar de existirem trabalhos que comprovem a necessidade da utilização de mobiliário adequado, sobretudo na postura sentada, com o objetivo de minimizar e prevenir futuros problemas na coluna, constata-se a não observação dos parâmetros adequados ao ambiente escolar (Gouvali & Boudolos, 2006; Panagiotopoulou et al., 2004; Parcels et al., 1999).

Medidas específicas como a altura do poplíteo, altura do joelho, comprimento glúteo-poplíteo e altura do cotovelo, são essenciais para determinação das medidas do mobiliário que proporcione uma postura sentada correta (Knight & Noyes, 1999; Parcels et al., 1999).

Ao estabelecer as dimensões de uma cadeira, os aspetos antropométricos considerados devem estar relacionados com as exigências biomecânicas envolvidas. O processo da estabilização corporal envolve não só a superfície do assento, mas também as pernas, os pés e as costas em contacto com outras superfícies. Além disso, é exigida também alguma força muscular. Num projeto adequado, a cadeira deve permitir que a maioria dos seus utilizadores tenha os pés ou as costas em contacto com outras superfícies, proporcionando ao corpo estabilidade, sem requerer uma força muscular adicional para manter o equilíbrio. Quanto maior for o grau de força muscular ou controle exigido, maior será a fadiga e o desconforto (Panero & Zeinik, 2002).

Como foi já referido anteriormente, o desfasamento entre as características dimensionais do mobiliário escolar e as características antropométricas das crianças, é um tema bastante discutido em vários países, nos últimos anos.

Um ponto importante a reter na análise ergonómica com crianças é que os utilizadores estão em fase de crescimento e desenvolvimento. Para além disso, apresentam diferenças antropométricas entre si. As medidas antropométricas das crianças variam consoante o grupo etário e, dentro do mesmo grupo etário, entre os sexos e entre as diferentes raças (Jeong & Park, 1990). Na população escolar, as dimensões variam não só entre os diferentes anos, mas também dentro do mesmo ano. Assim, é pouco provável que o mobiliário escolar com dimensões fixas seja compatível com a maioria dos alunos. Cada criança deveria contar com uma carteira escolar que se adaptasse às suas características e dimensões no início do ano e que acompanhasse o seu crescimento e desenvolvimento, ao longo do ciclo escolar. Para tal, o mobiliário escolar deveria ser ajustável, a fim de acomodar a variação antropométrica das crianças (Parcells et al., 1999; Jeong & Park, 1990; Evans et al., 1988).

A realidade, contudo, aponta-nos para um só tipo e tamanho de mobiliário, o que faz com que os indivíduos com medidas extremas em relação ao grupo, sejam prejudicados devido ao desconforto proporcionado pelo mobiliário.

5.1. Dados antropométricos

Dada a variabilidade que existe dentro de um mesmo grupo populacional, é indispensável que haja uma ajustabilidade no design. Para que a decisão seja devidamente fundamentada, há que obter três tipos de informação (Pheasant & Haslegrave, 2006):

- As características antropométricas da população;
- As restrições impostas ao projeto, decorrentes dessas características;
- Os critérios, isto é, as normas de julgamento, para verificação do grau de ajustamento do produto ao utilizador.

As medidas antropométricas devem ser recolhidas diretamente de indivíduos constituintes da população em estudo, através de uma amostra significativa (Iida, 1997).

Na realização de um estudo antropométrico é necessário primeiramente definir:

- O objetivo: definir onde e para que são utilizadas as medidas
- O tipo: se estática (corpo parado, projeto de móveis, etc.), se dinâmica (alcance dos movimentos, projeto de máquinas, etc.). Na antropometria estática, as medidas referem-se ao corpo parado ou com movimentos reduzidos e aplica-se na conceção de objetos sem partes móveis ou com pouca mobilidade. Por outro lado, para projetos de máquinas ou postos de trabalho com movimento (ou com partes com movimento), deve recorrer-se à antropometria dinâmica que se baseia na medição dos movimentos de cada parte do corpo, mantendo-se o resto do corpo estático.
- Definição dos pontos onde serão tomadas as medidas. Cada medida deve especificar:
 - O ponto do corpo que é medido, a partir de um outro ponto de referência, ou seja, a localização da medida;
 - A direção da medida (horizontal, vertical ou outra);
 - A posição do corpo (sentado, de pé, corpo relaxado, corpo tenso, ou outra).
- O método de medição, podendo este ser direto, recorrendo a instrumentos como réguas, fitas métricas, paquímetros, antropómetros, balanças, etc. ou indireto, através de fotografias ou filmes.

- As características da amostra utilizada (sexo, idade, etc.).

Segundo Pheasant & Haslegrave (2006), a maior parte das variáveis antropométricas conformam, de forma muito aproximada, uma distribuição normal/Gauss, caracterizadas pela média e pelo desvio padrão, pelo menos em populações consideradas homogêneas. Daqui se podem obter os percentis, sem necessidade de recorrer às medidas originais individuais, sendo estes a expressão dos limites antropométricos.

Na prática, um percentil é uma medida da posição relativa de uma unidade observacional em relação a todas as outras. O p -ésimo percentil tem no mínimo $p\%$ dos valores abaixo daquele ponto e no mínimo $(100 - p)\%$ dos valores acima. Ou seja, os percentis mostram a frequência acumulada para os valores registados de cada variável, neste caso antropométrica. Indicam, por isso, a percentagem de indivíduos da população cuja medida antropométrica tem aquele valor ou um valor inferior (Borowski & Borwein, 2005). De salientar que os percentis extremos, máximos ou mínimos, têm pouca probabilidade de ocorrência.

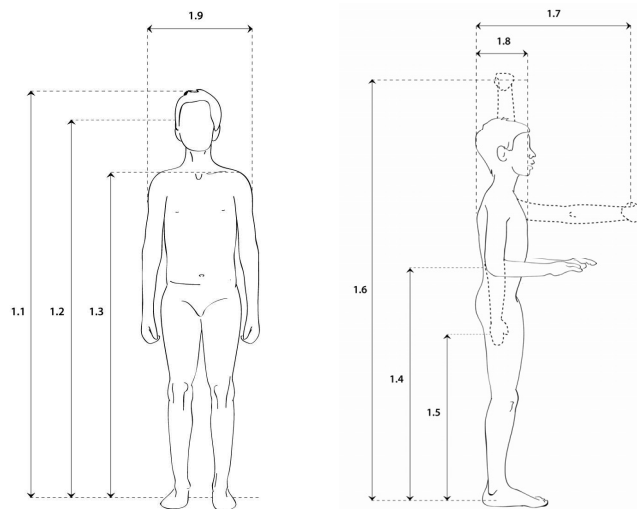
Os parâmetros média e desvio-padrão das populações não são conhecidos pelo que, para se caracterizar antropometricamente uma população, recorre-se à medição e análise de uma amostra. Sabe-se que as amostras tendem a apresentar uma distribuição semelhante à da população da qual foram retiradas.

Segundo Hertzberg (1972), a utilização dos dados antropométricos na conceção/projeto de qualquer produto, deve ter em atenção cinco passos:

1. Identificar quais as medidas antropométricas relevantes para o projeto, uma vez que cada dimensão do projeto solicita uma medida antropométrica específica;
2. Identificar a população utilizadora;
3. Determinar a percentagem dessa população que se deseja satisfazer com o projeto;
4. Obter os dados antropométricos (em tabelas antropométricas);
5. Determinar que tipo de vestuário e calçado será utilizado, para introdução das respetivas correções.

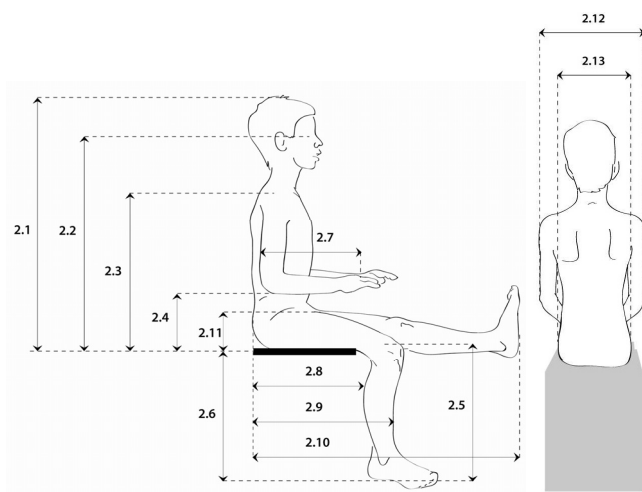
5.2. Medidas antropométricas relevantes

As medidas antropométricas mais relevantes para a concepção de postos de trabalho, estão ilustradas nas figuras 11 e 12 (Pheasant & Haslegrave, 2006; Iida, 1997).



- 1.1. Estatura;
- 1.2. Altura dos olhos;
- 1.3. Altura dos ombros;
- 1.4. Altura do cotovelo;
- 1.5. Altura do centro da mão (braço pendido);
- 1.6. Alcance funcional vertical;
- 1.7. Alcance funcional anterior;
- 1.8. Espessura abdominal;
- 1.9. Largura dos ombros;

Figura 11 - Medidas antropométricas estáticas na posição de pé



- 2.1. Altura sentado (relação ao assento);
- 2.2. Altura dos olhos (relação ao assento)
- 2.3. Distância ombro-assento;
- 2.4. Distância cotovelo- assento;
- 2.5. Altura do joelho;
- 2.6. Altura do poplíteo;
- 2.7. Comprimento do antebraço, na horizontal
- 2.8. Comprimento glúteo – poplíteo;
- 2.9. Comprimento glúteo – rótula;
- 2.10. Comprimento glúteo – pé, na horizontal;
- 2.11. Espessura da coxa;
- 2.12. Largura entre cotovelos;
- 2.13. Largura das ancas.

Figura 12 - Medidas antropométricas estáticas na posição sentada

Na conceção e desenvolvimento do mobiliário escolar, medidas específicas, tais como altura do poplíteo, altura do joelho, comprimento glúteo-poplíteo e altura do cotovelo são essenciais para determinar as dimensões do mobiliário escolar, que proporcionem uma correta postura sentada (Knight e Noyes, 1999; Parcels et al., 1999.; Miller, 2000).

Para o estudo desenvolvido, foi efetuada uma exaustiva pesquisa bibliográfica sobre as medidas antropométricas consideradas relevantes. Os estudos efetuados neste âmbito foram quase consensuais sobre este assunto (tabela 1).

Tabela 1 - Critérios antropométricos relevantes no dimensionamento do mobiliário escolar

PROJETO DAS DIMENSÕES DO MOBILIÁRIO ESCOLAR			DIMENSÃO ANTROPOMÉTRICA RELEVANTE, SEGUNDO BIBLIOGRAFIA			
			Parcels et al. (1999) Panagiotopoulou et al. (2004) Gouvali & Boudolos (2006)	Molenbroek et al. (2003)	Garcia-Acosta & Lange-Morales (2007)	Chung & Wong (2007)
Assento	Altura	AP	AP	AP	AP	
	Largura	LA	LA	LA	LA	
	Profundidade	CGP	CGP	CGP	CGP	
Apoio lombar/Encosto	Altura	Bordo sup	DOA ²	AE(-)	AE	...
		Bordo inf	DOA ²	AN	AL	...
Superfície de trabalho (mesa)	Largura	...	...	DC	...
	Altura	AC	AC	AC	AC	
	Largura	...	...	LO	...
Espaço livre sob a superfície da mesa	Profundidade	...	...	AH _{max}	...
		AJ	ACx	ACx	AJ	

AP – Altura do poplíteo; LA – Largura das ancas; CGP – Comprimento glúteo-poplíteo; DOA – Distância ombro-assento; AJ – Altura do joelho; AC – Altura da cotovelo; ACx – Altura da coxa; AN – Altura da nádega; AE(-) - Altura da escápula (ponto mais baixo); AL – Altura Lombar; AH_{max} – Alcance horizontal máximo; LO – Largura dos ombros; DC – Distância entre cotovelos

Em Portugal, a generalidade dos trabalhos de recolha de medidas antropométricas referem quase exclusivamente a altura e o peso, com amostras de tamanho reduzido, não existindo uma base de dados publicada dos dados antropométricos relativos a crianças que frequentam o primeiro ciclo

² Apenas no estudo de Gouvali & Boudolos (2006)

do ensino básico, ou seja, de crianças cuja faixa etária se situa, na grande maioria dos casos, entre os 6 e os 10 anos de idade. São conhecidos dois trabalhos de levantamento de medidas antropométricas: um realizado por Fragoso (1992), com crianças da região de Lisboa e um outro levado a cabo por Froufe et al. (2005), mas onde não constam todas as medidas relevantes e necessárias para este trabalho de investigação.

5.3. Processo de aquisição das medidas antropométricas

Em estudos antropométricos, quando a recolha dos dados se processa com o corpo parado ou quando os seus movimentos são reduzidos, diz-se tratar-se de um estudo de antropometria estática. Neste caso, as medidas são recolhidas em duas posições *standard*: de pé e sentado, em relação aos planos horizontal e vertical.

Na posição de pé, o indivíduo deve permanecer ereto, olhando em frente, com os ombros relaxados e os braços estendidos ao longo do tronco. A cabeça deve permanecer na posição do plano de Frankfurt, situação em que deve existir um alinhamento do bordo superior da abertura externa do ouvido e do bordo inferior da órbita ocular.

Na posição sentada, as medidas devem ser recolhidas com o sujeito sentado, em posição ereta, numa superfície horizontal e plana, tronco esticado e a olhar em frente, com a cabeça na posição do plano de Frankfurt. Os braços devem estar relaxados e soltos ao longo do tronco e antebraços na horizontal, com os cotovelos fletidos em ângulo reto. Os pés devem estar perfeitamente assentes no chão, coxas na horizontal e a perna na vertical, ou seja, os joelhos fletidos a 90° (Pheasant & Haslegrave, 2006).

Para a aquisição das medidas são vários os instrumentos que o avaliador tem à sua disposição: antropómetros (fixos ou móveis, verticais ou horizontais), fitas métricas, balanças (plataforma mecânica ou digital), compassos de pontas curvas, estadiómetros, craveiras ou nónios, goniómetros e adipómetros. A partir destes, por acoplamento de um ou mais, outros equipamentos podem ser projetados, como é o caso da cadeira antropométrica utilizada neste estudo.

O método/procedimento de medição pode ser encontrado na norma ISO 7250: 1996 – Medidas básicas do corpo humano para o design tecnológico. Esta norma fornece ainda informações aos ergonomistas e projetistas sobre os princípios anatómicos e antropométricos de medição que serão aplicados em soluções de *design*, bem como uma descrição das medidas antropométricas que poderão ser usadas como base de comparação entre grupos de populações, procedimento e condições de medição.

(Página propositadamente deixada em branco)

PARTE II – TRABALHO DESENVOLVIDO

(Página propositadamente deixada em branco)

CAPÍTULO 6 – METODOLOGIA

6.1. Primeira Fase: Da revisão bibliográfica à recolha dos dados antropométricos

A primeira fase do trabalho envolveu uma revisão bibliográfica quer sobre a temática da ergonomia e antropometria, quer sobre o estado da arte no que diz respeito ao mobiliário escolar e aos trabalhos desenvolvidos nesta área, em Portugal e no estrangeiro.

Como já foi referido anteriormente, devido à inexistência em Portugal de uma base de dados publicada dos dados antropométricos relativos a crianças que frequentam o primeiro ciclo do ensino básico, e em virtude de estes dados serem cruciais para o desenvolvimento do trabalho, foi necessário planear previamente todo o trabalho de recolha dos dados antropométricos.

Para tal, foi necessário estabelecer parcerias, particularmente para a conceção de um instrumento de medida capaz de tornar o mais célere possível a toma das medidas antropométricas requeridas e contactar com as entidades responsáveis pelas instituições de ensino (município, agrupamentos de escolas e escolas).

Com o equipamento de medição pronto, procedeu-se à recolha dos dados antropométricos necessários. Esta tarefa implicou um trabalho prévio de solicitação de autorizações.

Com uma base de dados antropométricos construída, iniciou-se o tratamento estatístico dos mesmos que culminou com a elaboração de tabelas antropométricas para crianças dos 6 aos 10 anos de idade.

6.1.1. ESTABELECIMENTO DE CONTACTOS E PARCERIAS

6.1.1.1. Contactos com entidades envolvidas

Dada a necessidade de efetuar a recolha de dados nas escolas, foi necessário estabelecer um contacto com as Instituições envolvidas.

Por conveniência, foi decidido que a amostra seria retirada de um grupo de escolas da região do Grande Porto, mais concretamente escolas localizadas na cidade de Vila Nova de Gaia. Assim, estabeleceu-se um primeiro contacto com o Pelouro da Educação do Município de Vila Nova de Gaia, a cujos responsáveis foi apresentado o projeto e os seus objetivos. Estes informaram os Agrupamentos de Escolas que iriam ser contactados em virtude de um projeto de mobiliário escolar. Foi efetuada uma reunião com os Presidentes dos Agrupamentos de Escolas e, a partir daqui foram encetados os contactos com os Coordenadores das EB1.

As escolas foram contactadas de forma completamente aleatória, tentando apenas cobrir toda a região, desde o litoral ao interior, e foram agendadas as visitas para a recolha dos dados.

Antes ainda da data programada para as visitas, foi enviado um pedido de autorização aos pais/encarregados de educação das crianças para proceder à recolha dos dados antropométricos, onde era explicado o objetivo do estudo (Anexo I).

6.1.1.2. Parceria com empresa de mobiliário escolar

Para a realização do trabalho de campo, ou seja, para a recolha dos dados antropométricos da população em estudo, poder-se-ia ter recorrido a dispositivos manuais de medida existentes no mercado, designadamente antropómetros. Contudo, a utilização deste tipo de equipamento iria tornar moroso todo este processo, para além ser necessário recorrer ainda a uma cadeira regulável para recolha dos dados antropométricos na posição sentado.

Após uma análise detalhada sobre as soluções alternativas para a recolha das medidas necessárias, a decisão recaiu sobre a conceção de uma cadeira antropométrica que servisse eficazmente a recolha das medidas necessárias a este projeto de investigação, para além de se tornar um dispositivo expedito na recolha das medidas.

Não havendo este equipamento disponível no mercado, tornou-se necessário concebê-lo e contactar uma empresa disponível para a sua manufatura. A empresa NAUTILUS, empresa de mobiliário escolar inovadora e empreendedora, após conhecer o projeto em causa, manifestou de imediato interesse em estabelecer parceria e prontificou-se para prestar toda a colaboração possível.

6.1.2. EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO: CONCEÇÃO E VALIDAÇÃO

Para o projeto da cadeira antropométrica tornou-se imperativo identificar as variáveis antropométricas relevantes para este estudo.

Foram identificadas 13 medidas antropométricas estáticas, três delas com o sujeito em pé e as restantes 10 com o sujeito sentado. As 13 medidas selecionadas, descritas na tabela 2, foram basicamente as medidas consideradas relevantes em outros estudos aplicados ao mobiliário escolar (Garcia-Acosta & Lange-Morales, 2007; Molenbroek et al., 2003, Panagiotopoulou et al., 2004, Milanese & Grimmer, 2004; Parcells et al., 1999).

Tabela 2 - Medidas antropométricas relevantes

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS		
Medidas de pé	Medidas sentado	
	Medidas verticais	Medidas horizontais
Estatura	Altura sentado	Comprimento glúteo - poplíteo
Altura dos olhos (em pé)	Altura dos olhos (em relação ao assento)	Comprimento glúteo – rótula
Altura dos ombros (em pé)	Altura do poplíteo	Largura dos ombros
	Distância ombro-assento	Largura das ancas
	Distância cotovelo-assento	
	Espessura da coxa	

Para além das medidas requeridas, outros requisitos teriam que ser tidos em conta, nomeadamente a necessidade de poder ser transportada, por uma equipa que seria constituída por duas pessoas: o avaliador e o assistente. Seria também conveniente acoplar um sistema que permitisse medir as variáveis antropométricas definidas para a posição de pé, conseguindo-se que apenas com um mesmo dispositivo se pudesse recolher todos os dados relevantes. O resultado do projeto da cadeira antropométrica pode ver-se na figura 13.

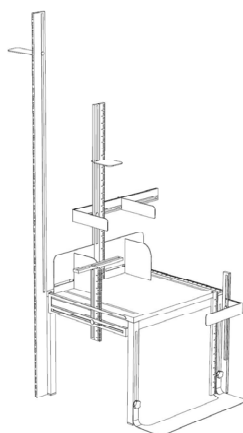


Figura 13 – Projeto da cadeira antropométrica

Produzida a cadeira (figura 14), o passo seguinte passou pela aferição do dispositivo e validação das medidas obtidas com a sua utilização.



Figura 14 – Cadeira antropométrica

Durante este estudo-piloto, foi ainda estabelecido o procedimento de medição, ou seja, a sequência das medições, de forma a levar a cabo este processo com a máxima eficiência, com o objetivo de perturbar o menos possível o decorrer da atividade letiva e de se conseguir o maior número de registos.

6.1.3. REGISTOS

Ainda antes de iniciar as visitas às escolas, foi desenvolvida uma folha de cálculo, em Excel, para registo e posterior tratamento dos dados.

Para além disso foi ainda desenvolvido um questionário a aplicar aos docentes sobre as condições atuais da sala de aula, a organização do trabalho e a natureza das tarefas realizadas (Anexo II).

6.1.4. RECOLHA DOS DADOS ANTROPOMÉTRICOS

A fiabilidade das medidas antropométricas pode ser afetada por fatores como o método utilizado, as roupas e o avaliador (Feathers et al., 2004). No entanto, e segundo o mesmo autor, o erro de medição introduzido pela espessura do vestuário, não aumenta os valores registados; o vestuário pode interferir com as medições apenas no aspeto da dificuldade de localização do ponto de medição.

De acordo com esta conclusão, foi solicitado previamente aos alunos que vestissem calções curtos e *t-shirt*, sendo medidos descalços (figura 15), permitindo assim uma melhor identificação dos pontos corretos para medição, tentando desta forma, reduzir o erro de medição.

As medidas antropométricas foram recolhidas com recurso à cadeira antropométrica descrita e validada de acordo com o procedimento descrito anteriormente e por um único avaliador. Desta forma eliminou-se o erro que pudesse ser introduzido pelo fator de consistência das medições, ou seja, medições efetuadas por vários analistas.

As medidas antropométricas foram recolhidas com os sujeitos sentados, em posição ereta e relaxada na cadeira antropométrica, com as pernas dobradas segundo um ângulo de 90°, e os pés pousados num apoio de pés ajustável. Excetuam-se deste cenário as medidas da estatura, da altura dos olhos desde o solo e da altura dos ombros em relação ao solo, que foi efetuada com o indivíduo de pé, em posição ereta e relaxada utilizando a fita métrica acoplada à cadeira antropométrica.



Figura 15 - Recolha das medidas antropométricas

O método de recolha seguiu as determinações da norma ISO 7250: 1996 - Medições básicas do corpo humano para design tecnológico e está descrito e ilustrado na tabela 3.

Tabela 3 - Medidas antropométricas: medidas e método

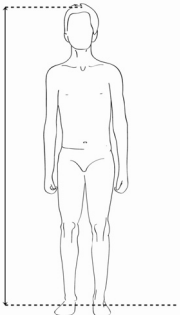
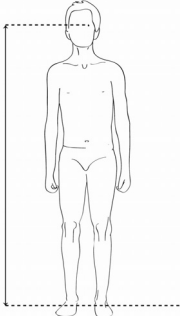
Figura	Medida	Descrição	Método
	Estatura	Distância vertical entre o chão e o ponto mais alto na cabeça (vértice).	Indivíduo de pé totalmente ereto com os pés juntos. Cabeça orientada segundo o plano Frankfurt.
	Altura dos olhos (em pé)	Distância vertical entre o chão e o canto exterior do olho.	Indivíduo de pé totalmente ereto com os pés juntos. Cabeça orientada segundo o plano Frankfurt.

Tabela 3 - Medidas antropométricas: medidas e método (cont.)

Figura	Medida	Descrição	Método
	Altura dos ombros (em pé)	Distância vertical entre o chão e o acrômio, que corresponde ao ponto mais lateral no limite lateral da protuberância da omoplata	Indivíduo de pé totalmente ereto com os pés juntos. Os ombros deverão estar relaxados, com os braços livremente repousados.
	Altura sentado	Distância vertical entre o plano do assento e a parte mais alta da cabeça (vértice).	Indivíduo sentado, totalmente ereto, com as coxas bem apoiadas e as pernas caídas livremente. Cabeça orientada segundo o plano Frankfurt.
	Altura dos olhos, sentado	Distância vertical entre o plano do assento e o canto exterior do olho.	Indivíduo sentado, totalmente ereto, com as coxas bem apoiadas e as pernas caídas livremente. Cabeça orientada segundo o plano Frankfurt.
	Distância ombro-assento	Distância vertical entre o plano do assento e o acrômio.	Indivíduo sentado, totalmente ereto, com as coxas bem apoiadas e as pernas caídas livremente. Cabeça orientada segundo o plano Frankfurt.

Tabela 3 - Medidas antropométricas: medidas e método (cont.)

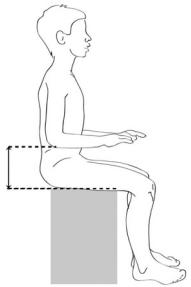
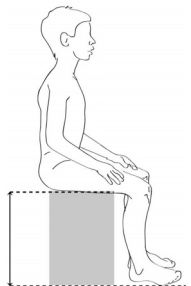
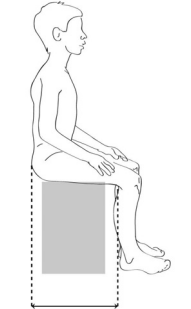
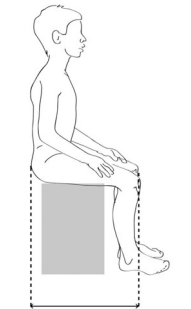
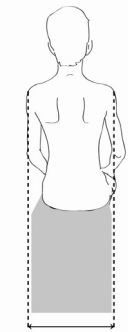
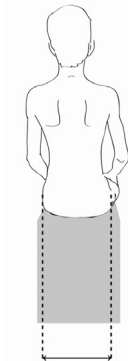
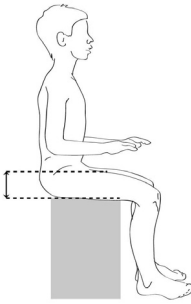
Figura	Medida	Descrição	Método
	Distância cotovelo - assento	Distância vertical entre o plano do assento e o ponto mais baixo do osso na dobra do cotovelo, com um ângulo reto com o antebraço na horizontal.	Indivíduo sentado, totalmente ereto, com as coxas bem apoiadas e as pernas caídas livremente. Os braços estão caídos livremente e os antebraços na horizontal.
	Altura do poplíteo	Distância vertical entre o piso onde são colocados os pés e o plano inferior das coxas imediatamente por detrás do joelho, dobrado em ângulo reto.	Indivíduo sentado, com as coxas e as pernas em ângulo reto, e com os pés assentes numa superfície plana.
	Compriment o glúteo - poplíteo	Distância horizontal entre a concavidade anterior do joelho e o ponto mais afastado da nádega.	Indivíduo sentado e totalmente ereto, com as coxas bem apoiadas e as pernas caídas livremente.
	Compriment o glúteo- rótula	Distância horizontal entre o ponto mais extremo da parte superior do joelho e o extremo das nádegas.	Indivíduo sentado e totalmente ereto com as coxas bem apoiadas, e as pernas caídas livremente.

Tabela 3 - Medidas antropométricas: medidas e método (cont.)

Figura	Medida	Descrição	Método
	Largura dos ombros (bideltóide)	Distância entre as máximas saliências dos músculos deltóides direito e esquerdo.	Indivíduo sentado ou de pé, totalmente ereto, com os ombros relaxados.
	Largura das ancas	Largura do corpo medida na zona mais larga das ancas.	Indivíduo sentado com as coxas bem apoiadas e as pernas caídas livremente, joelhos juntos. Medição efetuada sem deformar as ancas.
	Espessura da coxa	Distância vertical entre o plano do assento e o ponto mais alto da coxa.	Indivíduo sentado, de forma ereta, com os joelhos dobrados em ângulo reto e com os pés assentes no chão.

Os valores foram registados em centímetros na folha de cálculo preparada para o efeito, com a ajuda de um assistente, por forma a fazer a sua análise posterior.

6.1.5. RECOLHA DE OUTROS DADOS

Foi efetuado um estudo e caracterização das salas de aula atuais. Numa primeira abordagem e tendo em conta os aspetos ergonómicos relevantes para avaliação ergonómica, segundo lida (1997), Dul & Weedmeester (2004) e Grandjean (1998), foi efetuada uma observação da postura

sentada das crianças em sala de aula, recorrendo à gravação em vídeo e com registos pontuais em foto.

Paralelamente foi efetuado um levantamento das condições da sala de aula, concretamente do mobiliário, no que diz respeito à adequação à tarefa, arranjo físico e espaço. Assim, foram analisados através de observação e também através de questionário entregue aos docentes, questões ligadas com o mobiliário e equipamentos didáticos utilizados, os equipamentos de apoio (ex.: cacifos, local para pousar as pastas, etc.), perceção sobre a qualidade do ambiente (iluminação, ambiente térmico e acústico) e aspetos da organização das atividades letivas, nomeadamente dos parâmetros avaliados, a carga horária (estimativa do tempo de utilização das carteiras) e a frequência e duração das pausas (Anexo II).

6.1.6. TRATAMENTO DOS DADOS RECOLHIDOS

Esta fase culminou com o tratamento estatístico dos dados antropométricos recolhidos.

Depois de caracterizada a amostra (tamanho, sexo, idade, distribuição por ano escolar), foi calculado o nível de confiança associado à mesma e testada a expectável normalidade dos dados.

A partir daqui foram construídas as tabelas antropométricas, relativas às medidas antropométricas recolhidas para o estudo.

A validação destes dados foi feita recorrendo ao coeficiente de variação. Este indicador foi calculado para a amostra em estudo, e os valores obtidos foram comparados quer com os valores característicos para estas dimensões quer com os valores de outras populações estudadas.

Depois deste trabalho, foi possível concluir sobre a incompatibilidade entre as dimensões do mobiliário utilizado e as medidas antropométricas da população utilizadora, recorrendo à equação que permite o cálculo dos percentis.

Os principais momentos da 1ª fase dos trabalhos estão ilustrados no fluxograma da figura 16.

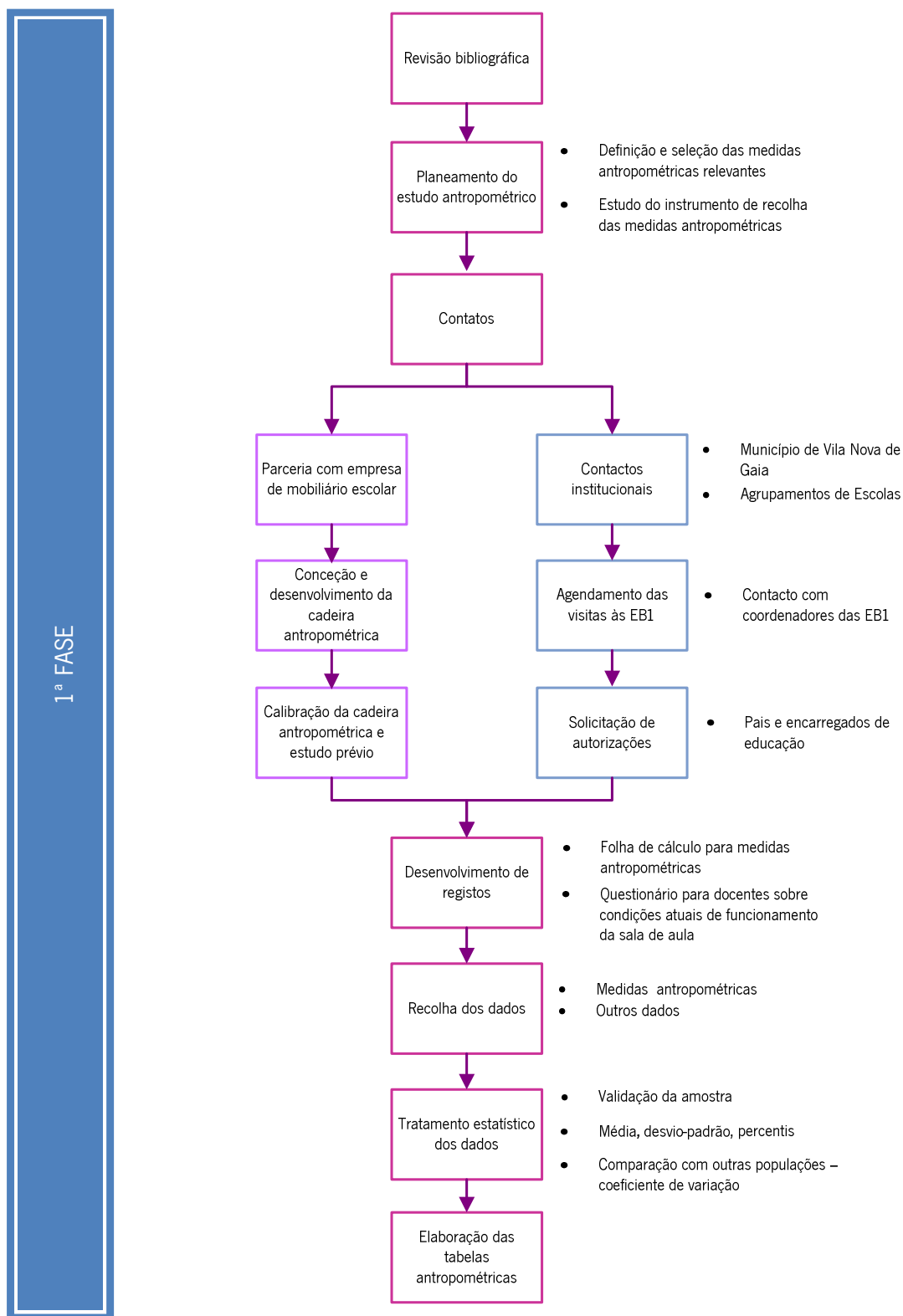


Figura 16 - Fluxograma das atividades realizadas na 1ª fase do trabalho

6.2. Segunda fase: Análise do mobiliário escolar existente

A 2ª fase dos trabalhos, incidiu sobre a verificação da (in)compatibilidade do mobiliário existente. Esta análise foi efetuada com base nas dimensões do mobiliário encontrado nas salas de aula visitadas durante o estudo, quando confrontadas com as medidas antropométricas relevantes das crianças e com base nos critérios de compatibilidade utilizados em estudos anteriores (Parcells et al., 1999; Gouvali & Boudolos, 2006; Castellucci et al., 2010) e nas constatações de vários outros autores sobre a matéria (Evans et al., 1988; Helander, 1997; Mondelo et. al, 2000; Molenbroek et al., 2003; Garcia-Acosta & Lange-Morales, 2007; Pheasant & Haslegrave, 2006).

Os critérios de compatibilidade foram definidos na forma de equação, considerando dois tipos:

- com limites máximo e mínimo, entre os quais cada dimensão do mobiliário é considerado apropriada (equações “*two-way*”)
- nos casos em que apenas é requerido um valor máximo ou mínimo, equações “*one-way*”.

Foram analisados os resultados obtidos e elaboradas as respetivas conclusões.

6.3. Terceira Fase: Análise postural

O terceiro momento deste trabalho de investigação teve como objetivo fazer uma análise postural das crianças, quando em interação com três combinações de mobiliário escolar.

Foi efetuado um levantamento bibliográfico sobre os métodos e técnicas utilizadas na análise postural, nomeadamente na postura sentada.

Para conseguir a tipologia de mobiliário necessária para esta fase do estudo, foi novamente contactada a empresa NAUTILUS no sentido de providenciar a mesa com tampo inclinado. A empresa prontamente respondeu e disponibilizou um conjunto cadeira e mesa, esta última com um tampo inclinável de 12°. O banco com inclinação para a frente foi desenvolvido e concebido pela autora.

Paralelamente, foram encetados novos contactos com escolas, para recolha das imagens, relevantes para o estudo. Dada a necessidade de recolher imagens, novas autorizações foram solicitadas e recolhidas (Anexo III)

Para Murphy & Buckle (2000), a observação direta das crianças na sala de aula é o método mais adequado para utilizar no registo de posturas.

Para proceder à análise das posturas foi utilizada a técnica de análise de vídeo, ou como é vulgarmente designada em inglês, *Video Analysis*. Esta técnica, validada por Murphy et al. (2002), por comparação dos dados obtidos com o método de observação PEO (Portable Ergonomic Observation), providencia dados muito precisos das posturas das crianças durante as aulas, desde que a câmara esteja colocada no plano sagital, com visão plena para a zona do tronco e das coxas. Este método só é possível de utilizar, no entanto, com um grupo de pequena dimensão, uma vez que é um método que requer muito tempo de análise por parte de quem o aplica.

O procedimento operacional passou por colocar uma combinação de secretária e assento com diversas posições:

- 1ª Combinação: Mesa com tampo horizontal e cadeira com inclinação posterior de 5° (figura 17)
- 2ª Combinação: Mesa com tampo inclinado a 12° em direção ao utilizador e cadeira com inclinação posterior de 5° (figura 18),
- 3ª Combinação: Mesa com tampo inclinado a 12° em direção ao utilizador e assento com inclinação anterior de 12° (figura 19)

Os graus de inclinação utilizados, com exceção do assento utilizado na 3ª combinação, fazem parte das características apresentadas pelo mobiliário disponibilizado para o estudo.

Para o assento da 3ª combinação, foi atendida a recomendação do Canadian Centre for Occupational Health and Safety, que determina que a inclinação do assento não deve ser superior a 15°.



Figura 17 - Mesa com tampo horizontal e cadeira com inclinação posterior



Figura 18 - Mesa com tampo inclinado e cadeira com inclinação posterior



Figura 19 - Mesa com tampo inclinado e assento com inclinação anterior

Foram observados 20 alunos, do 3º e 4º ano de escolaridade. A seleção de alunos destes dois anos letivos esteve relacionada com o facto de se pretender ter uma maior compatibilidade com as dimensões do mobiliário utilizado para este estudo. Cada um deles utilizou, durante 15 minutos, cada uma das combinações de mobiliário. Com a colaboração do docente, a tarefa não foi alterada durante o período de análise, isto é, cada aluno realizou sempre a mesma tarefa, nas três combinações, no total dos 45 minutos de observação por cada aluno. Durante o estudo, foram observadas as crianças em atividades variadas, nomeadamente leitura e escrita (em cerca de 89% do tempo de análise) e a ouvir a professora ou a copiar do quadro, entre outras.

O registo foi efetuado em vídeo, com a utilização de uma câmara de vídeo e um tripé, colocados lateralmente, a uma distância de cerca de 2 metros da criança observada. O estudo teve a duração de uma semana, tentando assim abranger o maior número de atividades que são realizadas em sala de aula, incluindo o uso dos computadores portáteis, modelo Magalhães.

No final dos 45 minutos, cada criança foi convidada a pronunciar-se sobre a combinação em que mais lhe agradou trabalhar e a sua opinião foi registada (Anexo IV)

Posteriormente, foi feita a análise do vídeo com registo do tipo de atividade que estava a ser realizada e respetiva duração, sendo também medido o ângulo formado entre tronco e coxas e o ângulo de flexão da cabeça.

Apesar dos vários métodos de medição dos ângulos de flexão do tronco através do traçado sobre fotografias, referenciados pela literatura, optou-se por utilizar o método de medida angular

proposto por Chaffin et al. (2006), o qual foi, neste âmbito, ligeiramente adaptado. A técnica de Chaffin et al. (2006) calcula o ângulo de flexão do tronco medindo o ângulo entre uma linha traçada entre os centros articulares do ombro e do quadril com a vertical. No método utilizado nesta tese, o ângulo é o resultado do cruzamento da linha que une os centros articulares do ombro e do quadril, com a linha que liga o centro articular do quadril ao centro articular do joelho.

O ângulo de flexão do pescoço foi determinado pelo ângulo formado com a vertical passando pela vértebra cervical C7 e pelo trago - a saliência cartilaginosa frente ao orifício do ouvido (Ankrum & Nemeth, 2000; Sommerich et al., 2002). A maioria dos estudos de medição da flexão/extensão do pescoço não define o ponto zero.

As marcas para medição dos ângulos de flexão do tronco e do pescoço estão ilustradas na figura 20.

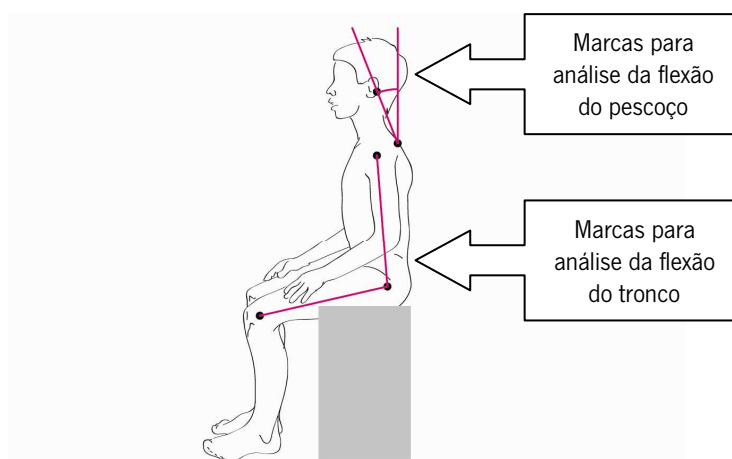


Figura 20 – Localização das marcas utilizadas para análise postural

Baseado na metodologia utilizada por Murphy et al. (2002), foi utilizada uma folha de acetato, na qual foram desenhados os ângulos de análise: 90° para estudo do ângulo formado entre tronco e coxas e 30° e 45° para o ângulo de flexão da cabeça, a partir do plano frontal. Esta transparência foi colocada diretamente no monitor do computador e ajustado ao plano ao longo da análise, consoante a criança se movia para trás ou para a frente.

Em intervalos de 15 segundos, a imagem era parada e os registos efetuados, para o tronco e o pescoço e para os casos em que a postura não era alterada. Caso nesse período ocorresse uma

alteração de postura, era registado o tempo de duração da postura da criança até ela se ter movido para a postura seguinte.

Para cada tipo de combinação, foi registado o tempo em que as crianças da amostra assumiam posturas nas quais se registavam ângulos do tronco com as coxas inferiores a 90° ou superiores ou iguais a 90° . Em relação ao pescoço foram registados os tempos em que as crianças formavam um ângulo menor ou igual a 30° , entre 30° e 45° e maior ou igual a 45° .

No final foram contabilizados os tempos totais registados em termos posturais para cada situação e partes do corpo estudadas.

Esta avaliação das posturas teve como objetivo verificar qual das três combinações de mobiliário utilizada confere uma melhor postura às crianças durante as suas atividades.

Tal como já foi referido, a posição sentada, com flexão do tronco para a frente é, considerada por Keegan (1953), anatómica e fisiologicamente incorreta, uma vez que anula a lordose lombar natural, com um conseqüente aumento da pressão interdiscal e uma deslocação do centro de gravidade, provocando um aumento significativo da atividade muscular. Aquele autor defende que o ângulo formado entre a coxa e o tronco deve ser superior a 90° , admitindo um valor mínimo de 105° .

Os passos da metodologia da 3ª fase estão descritos no fluxograma da figura 21.

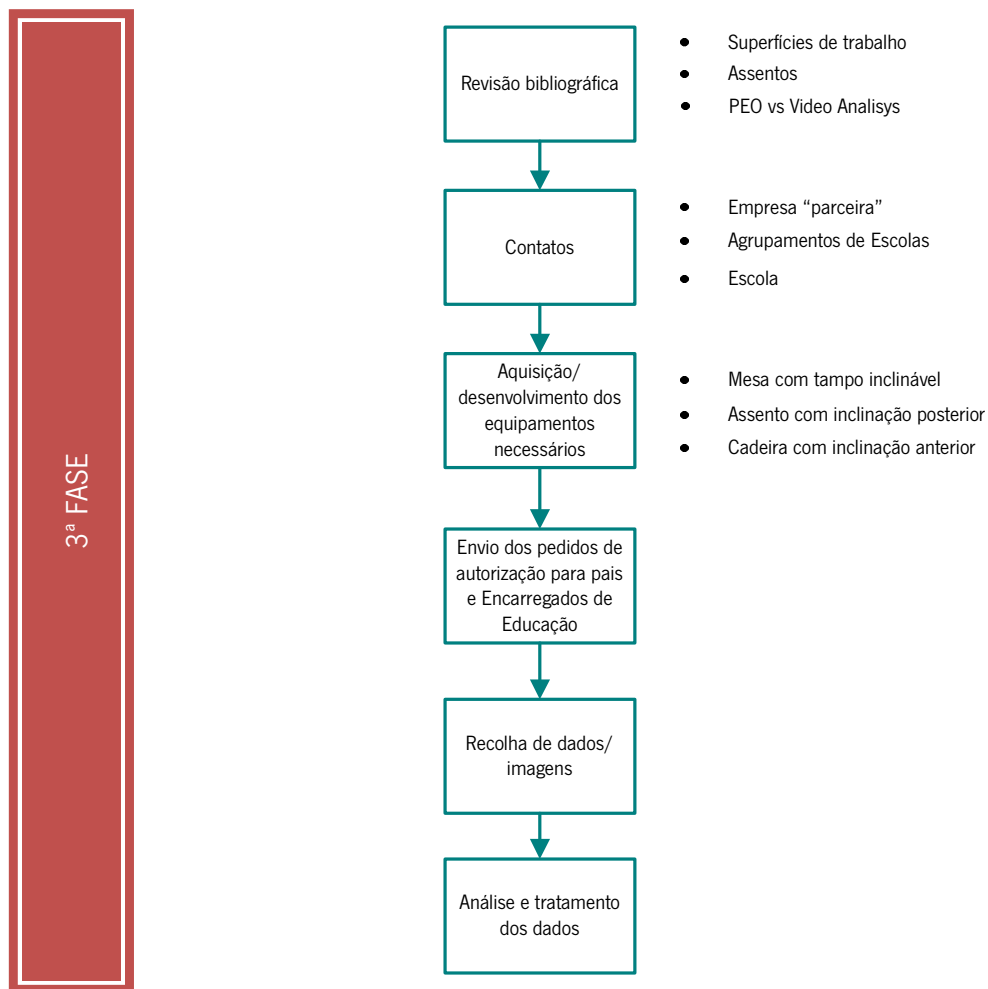


Figura 21 - Fluxograma das atividades realizadas na 3ª fase do trabalho

6.4. Quarta fase: Tratamento e análise dos dados e conclusões

Nesta última fase procedeu-se à análise e tratamento dos dados e à elaboração das conclusões retiradas para a conceção de mobiliário escolar.

A última fase da atual tese incidiu sobre a análise dos dados antropométricos recolhidos, bem como da sua aplicabilidade prática. Estudaram-se as possíveis relações entre as diferentes medidas antropométricas e seus percentis e estabeleceu-se um conjunto de parâmetros para o dimensionamento do mobiliário escolar, de tal forma que o mesmo seja compatível com as medidas antropométricas dos seus utilizadores.

O tratamento estatístico dos dados foi feito com recurso ao software PASW for Windows version 18.0 (SPSS Inc., an IBM Company, Chicago), com o qual foi efetuada a análise estatística e a validação dos resultados obtidos.

A correlação existente entre a estatura e as medidas antropométricas relevantes permitiu, através da aplicação da função de regressão linear e a partir desta medida antropométrica como variável independente, estimar o valor da medida antropométrica requerida (variável dependente).

Com base nos critérios ergonómicos para o dimensionamento do mobiliário escolar, foram estabelecidos os níveis de ajustabilidade para o mobiliário, em função da estatura, com a respetiva aplicação na conceção e construção do mobiliário escolar.

Foi também estudada a possibilidade de compatibilizar o uso do computador portátil, modelo Magalhães, distribuído pelo governo português às crianças frequentadoras do 1º ciclo do ensino básico, com o mobiliário projetado e nas características do equipamento, como resultado da investigação e com base nas recomendações ergonómicas para o uso deste tipo de equipamento.

Em posse dos dados relevantes para a investigação, passou-se então à definição dos parâmetros funcionais e dimensionais para a conceção do mobiliário ergonómico para as EB1.

Esta fase culminou com a elaboração de um guia metodológico (Anexo V), destinado aos professores das EB1, para a utilização correta do mobiliário ergonómico. Será expectável que com este guia seja possível obter os resultados desejados na interface aluno/mobiliário nas EB1.

CAPÍTULO 7 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

7.1. Caracterização das salas de aula

7.1.1. EQUIPAMENTOS EXISTENTES

De acordo com a análise feita ao mobiliário escolar existente nas salas de aula, nas escolas pertencentes à amostra, verificou-se que estas estão equipadas com mesas duplas (isto é, onde trabalham duas crianças em simultâneo), de forma retangular e com cadeiras individuais. A superfície das mesas é horizontal e fixa. As cadeiras possuem assento horizontal ou com uma inclinação posterior de 5° e um encosto com uma ligeira concavidade.

As mesas e cadeiras estão dispostas, por norma, em linhas/filas. No entanto, cerca de metade dos 26 docentes que responderam ao inquérito, afirmam não ter uma disposição fixa do mobiliário, fazendo-a variar em função das atividades que são realizadas ao longo do ano letivo.

As dimensões do mobiliário são variadas, quer entre escolas, quer dentro na mesma escola. Também foi verificado que os materiais de construção variam, nomeadamente das cadeiras, havendo registo da existência de cadeiras em material plástico, outras em madeira e outras ainda numa combinação de madeira e metal.

A existência de equipamentos de apoio, tal como cacifos ou cabides, também foi analisada. Das escolas visitadas apenas 7,7% tem cacifos para guardar objetos, não sendo em nenhum caso, cacifos individuais. Já no que toca a cabides, 88,5% das escolas afirmam ter estes equipamentos em número suficiente para as crianças que frequentam a escola.

As salas de aula estão ainda munidas do quadro escolar, sendo que 23,1% das escolas possuem quadros interativos. Quanto a meios informáticos, todas as salas de aula têm, pelo menos, um computador de secretária para uso do(a) professor(a).

7.1.2. AMBIENTE FÍSICO

Questionados os docentes relativamente às condições ambientais das salas de aula (conforto térmico, iluminação e conforto acústico). A tabela 4 resume a perceção destes em relação a estas condições.

Tabela 4 - Perceção dos docentes relativamente aos parâmetros analisados da sala de aula

Avaliação	Bom	Aceitável	Mau
Parâmetro			
Conforto Térmico	26,9%	65,4%	7,7%
Iluminação	76,9%	23,1%	0%
Conforto Acústico	3,8%	92,3%	3,8%

Das escolas analisadas todas elas possuíam fontes de aquecimento dos espaços (aquecimento central/ar condicionado ou aquecimento portátil) e ventilação natural, isto é, janelas, que são também as entradas da iluminação natural. Para atenuação da intensidade da luz natural, as janelas estão equipadas com cortinas. Quando esta não é suficiente, existe a iluminação artificial, composta por lâmpadas fluorescentes.

Relativamente ao conforto acústico, apenas dois docentes reportaram fontes de ruído nas imediações da escola. No entanto, quando inquiridos sobre a necessidade de aumentar o volume da voz em sala de aula, mais de metade deles (53,8%) admitiu essa necessidade, sendo que 26,9% afirma ter problemas do foro vocal.

7.1.3. ORGANIZAÇÃO DAS ACTIVIDADES LECTIVAS

O horário escolar apresenta-se de duas formas distintas: horário duplo (só manhãs ou só tardes) e o horário normal. No horário duplo da manhã as atividades decorrem das 8h00 às 13h00 e no horário duplo da tarde o horário é das 13h00 às 18h00. Em ambas as situações, há um intervalo de 30 minutos, por volta das 10h30, e das 15h30, respetivamente. No horário normal, as aulas decorrem em dois períodos distintos: de manhã das 9h00 às 12h00 e recomeçam das 13h30 até às 15h30. No período da manhã ocorre um intervalo de 30 minutos, por volta das 10h30, existindo depois o período do almoço entre as 12 e as 13h30.

A este período letivo, segue-se um período de duas horas, em que os alunos têm as AEC – Atividades de Enriquecimento Curricular (Inglês, Música, Tecnologias da Informação e da Comunicação, Educação Rodoviária, Apoio ao Estudo, Artes Plásticas, entre outras), também em sala de aula. Estas atividades são de frequência facultativa, tendo, em Vila Nova de Gaia, uma adesão de cerca de 93% (segundo informação obtida através de contacto pessoal com a Divisão de Educação do Município Gaiense).

Da amostra das escolas deste estudo, 42,3% destas têm as suas atividades letivas distribuídas em horário duplo, tendo as restantes um horário normal.

Inquiridos os docentes sobre a estimativa do tempo em que os seus alunos permanecem sentados, conclui-se que em média os alunos permanecem sentados cerca de 87,6% do tempo letivo (desvio padrão de 9,5%). 76% dos docentes afirmaram ter preocupações com as posturas adotadas pelas crianças, fomentando a mudança postural ou chamando a atenção para a adoção de posturas incorretas. Os restantes 24% não têm essa preocupação, apesar de reconhecerem maus hábitos posturais dos seus alunos.

Foi ainda possível constatar que em 93,7% dos casos, as crianças permanecem os quatro anos letivos na mesma sala de aula, utilizando o mesmo mobiliário durante esse período.

7.2. Recolha dos dados antropométricos

7.2.1. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS RELEVANTES PARA A CONCEÇÃO DO MOBILIÁRIO ESCOLAR

Para o dimensionamento do mobiliário escolar, e tendo em conta outros trabalhos realizados (Garcia-Acosta & Lange-Morales, 2007; Gouvali & Boudolos, 2006; Panagiotopoulou et al., 2004; Molenbroek et al., 2003; Miller, 2000; Parcels et al., 1999; Knight e Noyes, 1999), foram tomadas como relevantes as medidas constantes na tabela 5.

Tabela 5 - Medidas antropométricas e relação com o mobiliário

Id	Medida antropométrica	Dimensão do mobiliário
1	Altura do poplíteo	Altura do assento
2	Largura das ancas	Largura do assento
3	Comprimento glúteo-poplíteo	Profundidade do assento
4	Distância cotovelo-assento	Altura da mesa
6	Espessura da coxa	Espaço livre entre a parte superior da coxa e a parte inferior do tampo da mesa

Por limitações da cadeira antropométrica, dimensões como a altura do cotovelo ou a altura dos ombros (na posição sentado) não foram possíveis de aferir através de medição direta.

A altura do cotovelo é descrita como sendo a distância vertical entre o chão e o ponto mais baixo do osso na dobra do cotovelo, na posição sentada. A altura do ombro é a distância vertical entre o chão e o acrómio, também na posição sentada. Estas dimensões podem, no entanto, ser calculadas pelo somatório da altura do poplíteo com a distância cotovelo-assento e distância ombro-assento, respetivamente.

7.2.2. AFERIÇÃO DA CADEIRA ANTROPOMÉTRICA

Para aferir os resultados fornecidos pela cadeira antropométrica, foram efetuados ensaios de reprodutibilidade em laboratório, através de um estudo piloto.

O estudo de reprodutibilidade permitiu verificar o grau de concordância entre os resultados das medições da mesma variável antropométrica, onde as medições individuais são efetuadas variando-se apenas o instrumento de medida, uma vez que o estudo foi efetuado por um só avaliador.

Assim, para o levantamento das medidas antropométricas do estudo, recorreu-se a três dispositivos, nomeadamente: um antropómetro portátil (Holtain) e um antropómetro fixo ou de parede (desenvolvido pela Universidade do Minho) e a cadeira antropométrica (Figura 22).

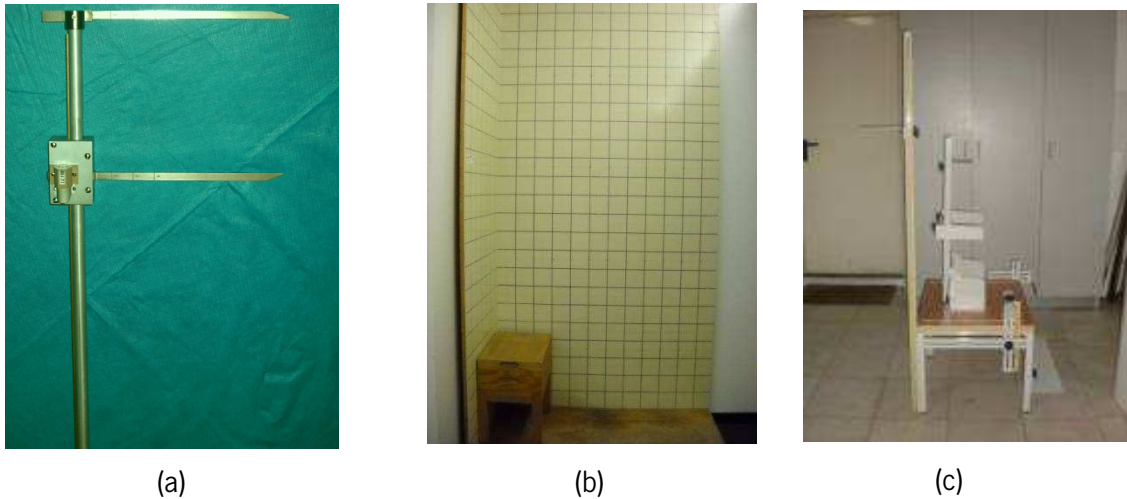


Figura 22 - Instrumentos utilizados: (a) Antropómetro portátil, (b) Antropómetro fixo ou de parede e (c) Cadeira antropométrica

Foram registadas as medidas de cada uma das variáveis antropométricas de uma amostra de 20 sujeitos, frequentadores dos 3º e 4º anos de escolaridade, com uma média de idade de 9 anos.

Com recurso ao software PASW Statistics 18, foi realizado um teste ANOVA, para comparar as diferenças entre os grupos definidos pelos três equipamentos de medição utilizados para registar os valores das 13 medidas antropométricas consideradas para o estudo (tabela 6).

Tabela 6 – Análise ANOVA às medidas antropométricas recolhidas através dos três equipamentos de medição

	Soma dos quadrados	g.l.	Média dos quadrados	F	Sig.
Entre grupos	1,004	2	0,502	<0,001	1,000
Dentro dos grupos	59157,852	36	1643,274		
Total	59158,856	38			

Como resultado, foi possível constatar que, em todas as variáveis medidas, não há diferenças significativas entre os valores obtidos, seja qual for o equipamento utilizado ($p < 0,01$).

7.2.3. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra é constituída por 432 alunos voluntários (216 masculinos, 216 femininos) de 9 escolas, pertencentes ao 1º ciclo do ensino básico. Os alunos têm idades compreendidas entre os 6 e os

10 anos (média 8.5 ± 1.2 anos). Estas escolas foram selecionadas aleatoriamente, havendo apenas a preocupação que abrangessem zonas do interior até ao litoral.

A limitação do tamanho da amostra ao número utilizado foi imposta pelo limite temporal estipulado para esta tarefa, de forma a não comprometer as tarefas subsequentes, previstas no plano de trabalhos.

Sabendo que os dados antropométricos de uma população seguem uma distribuição normal (Pheasant & Haslegrave, 2006), e considerando o tamanho da amostra referido, foi determinado o nível de confiança associado à mesma, através da equação 1, utilizada também por Arezes et al. (2006):

$$Z_{\alpha/2} = \sqrt{\frac{N' \times \varepsilon^2}{\left(\frac{s}{m}\right)^2}} \quad \text{Equação (1)}$$

na qual:

- N' = Número de observações registadas
- m = média da amostra para a dimensão considerada
- s = desvio padrão da amostra para a dimensão considerada
- Z = variável da distribuição normal que dá o nível de confiança
- α = nível de significância
- ε = erro considerado para a amostra

Para este cálculo, utilizou-se a medida antropométrica estatura, dado esta representar a maior das medidas antropométricas recolhidas, sendo, por isso, a mais crítica em termos de erro considerado. Foi ainda considerado um erro não superior a 5 mm. Considerando este erro, teremos, para a estatura (a maior das dimensões), $\varepsilon=5/1313=0,0038$.

Aplicando a equação 1, temos que a dimensão da amostra considerada (432 crianças) tem um nível de confiança associado de 87,8%. Este nível de confiança foi considerado razoável para prosseguir com o trabalho de investigação.

A divisão dos indivíduos da amostra por ano escolar é apresentada na tabela 7.

Tabela 7 - Distribuição da amostra por ano escolar e por sexo

Ano escolar	Nº total de crianças		Sexo feminino		Sexo masculino	
	Total	%	Total	%	Total	%
1º	108	25,0%	50	23,1%	58	26,9%
2º	115	26,6%	50	23,1%	65	30,1%
3º	108	25,0%	56	25,9%	52	24,1%
4º	101	23,4%	60	27,8%	41	19%

A entrada no 1º ciclo do ensino básico é permitida a crianças com 6 anos completos ou a completar até ao final do ano civil em que se matricula. O término deste ciclo é, na generalidade, atingido quando as crianças completam 10 anos (ou os vão completar até ao final do ano civil).

Foi feita uma análise sobre as idades que tipicamente frequentam cada ano escolar (6/7 anos para o 1º ano, 7/8 anos para o 2º ano, 8/9 anos para o 3º ano e 9/10 anos para o 4º ano) e os resultados apresentam desvios pouco relevantes (média 1,1%, para 1º, 2º e 3º anos) em relação à análise efetuada na tabela 7. A maior discrepância verifica-se no 4º ano (cerca de 14,8%), onde se podem encontrar crianças com idade superior a 10 anos, fruto de reprovações nesse ano ou em anos anteriores.

7.2.4. NORMALIDADE DOS DADOS

É assumido que a maioria das medidas antropométricas configure numa distribuição normal, desde que a população se apresente homogénea (Pheasant & Halsegrave, 2006). No entanto, no atual estudo esta assunção foi testada utilizando-se o teste estatístico Kolmogrov-Smirnoff (K-S).

Para um nível de significância de 95%, e erro inferior a 5%, apenas duas das medidas não apresentam uma distribuição normal: a largura das ancas e a espessura da coxa (tabela 8).

Tabela 8 - Resultado do teste estatístico K-S à normalidade dos dados

Medida antropométrica	Sig.	Normal
Estatura	0,449	N
Altura dos olhos	0,308	N
Altura ombro	0,530	N
Altura do poplíteo	0,306	N
Comprimento glúteo- poplíteo	0,383	N
Altura sentado	0,827	N
Largura dos ombros	0,050	N
Largura das ancas	0,003	NN
Espessura da coxa	0,009	NN
Distância cotovelo-assento	0,222	N
Altura dos olhos sentado	0,834	N
Distância ombro-assento	0,748	N
Comprimento glúteo-rótula	0,414	N

N – Normal

NN – Não Normal

7.2.5. TABELAS ANTROPOMÉTRICAS DA POPULAÇÃO ESTUDADA

As tabelas antropométricas abaixo são apresentadas por faixa etária característica das crianças frequentadoras dos 4 anos que constituem o 1º ciclo do ensino básico e por sexo (tabelas 9, 10, 11 e 12).

Tabela 9 - Tabela antropométrica de crianças com 6-7 anos de idade

6-7 anos	População masculina				População feminina			
	P5	P50	P95	dp	P5	P50	P95	dp
Medida antropométrica								
Estatura	113,8	122,4	131,0	5,3	113,4	121,9	130,4	5,2
Altura dos olhos	104,4	112,8	121,2	5,1	105,0	113,1	121,1	4,9
Altura ombro	89,6	98,0	106,5	5,1	91,5	98,7	106,0	4,4
Altura sentado	58,8	63,4	67,9	2,8	58,4	62,9	67,4	2,7
Altura do poplíteo	27,9	31,0	34,1	1,9	28,2	31,0	33,8	1,7
Altura dos olhos sentado	49,5	53,8	58,2	2,6	49,9	54,1	58,3	2,6
Comprimento glúteo- poplíteo	31,1	34,7	38,3	2,2	31,9	35,8	39,8	2,4
Comprimento glúteo-rótula	37,9	42,0	46,1	2,5	38,6	43,1	47,6	2,7
Largura dos ombros	27,0	30,0	32,9	1,8	26,2	29,9	33,6	2,2
Largura das ancas	22,6	26,2	29,8	2,2	22,0	26,4	30,8	2,7
Espessura da coxa	8,1	10,0	11,9	1,1	8,5	10,6	12,7	1,3
Distância cotovelo-assento	12,7	15,3	17,8	1,5	12,8	15,8	18,8	1,8
Distância ombro-assento	36,4	41,0	45,6	2,8	37,8	41,7	45,6	2,4

Tabela 10 - Tabela antropométrica de crianças com 7-8 anos de idade

7-8 anos	População masculina				População feminina			
	P5	P50	P95	dp	P5	P50	P95	dp
Medida antropométrica								
Estatura	119,5	129,6	139,8	6,2	116,8	128,1	139,5	6,9
Altura dos olhos	109,9	119,8	129,6	6	108,1	119,3	130,5	6,8
Altura ombro	95,6	104,8	114,0	5,6	93,5	104,3	115,0	6,5
Altura sentado	61,4	66,5	71,6	3,1	59,6	65,5	71,4	3,6
Altura do poplíteo	29,1	33,0	37,0	2,4	28,9	32,5	36,3	2,3
Altura dos olhos sentado	51,5	56,6	61,8	3,1	50,8	56,7	62,6	3,6
Comprimento glúteo- poplíteo	32,9	36,7	40,6	2,3	33,0	37,4	41,9	2,7
Comprimento glúteo-rótula	40,2	44,6	49,0	2,7	40,0	44,9	49,7	3
Largura dos ombros	28,1	31,4	34,8	2,1	27,3	31,1	34,9	2,3
Largura das ancas	24,2	27,6	30,9	2	23,2	27,4	31,5	2,5
Espessura da coxa	9,2	11,0	12,8	1,1	8,9	11,3	13,7	1,5
Distância cotovelo-assento	13,2	16,1	18,9	1,7	13,5	16,4	19,3	1,8
Distância ombro-assento	38,6	43,7	48,7	3,1	37,7	43,6	49,5	3,6

Tabela 11 - Tabela antropométrica de crianças com 8-9 anos de idade

8-9 anos	População masculina				População feminina			
	P5	P50	P95	dp	P5	P50	P95	dp
Medida antropométrica								
Estatura	124,6	135,1	145,5	6,4	124,0	134,4	144,7	6,3
Altura dos olhos	115,8	125,6	135,4	6	115,5	125,6	135,8	6,2
Altura ombro	100,7	109,7	118,7	5,5	100,4	110,1	119,7	5,9
Altura sentado	63,6	68,5	73,5	3	62,6	68,1	73,6	3,4
Altura do poplíteo	31,5	35,3	39,1	2,3	31,0	34,6	38,2	2,2
Altura dos olhos sentado	54,4	59,1	63,7	2,8	53,7	59,4	65,1	3,5
Comprimento glúteo- poplíteo	34,7	38,8	42,9	2,5	35,4	39,8	44,3	2,7
Comprimento glúteo-rótula	42,4	47,2	51,9	2,9	42,6	47,9	53,1	3,2
Largura dos ombros	28,6	32,7	36,7	2,5	28,1	32,1	36,2	2,5
Largura das ancas	24,7	29,0	33,3	2,6	25,1	29,2	33,3	2,5
Espessura da coxa	9,2	11,4	13,6	1,3	9,7	12,0	14,3	1,4
Distância cotovelo-assento	12,7	16,2	19,7	2,1	13,8	17,2	20,6	2,1
Distância ombro-assento	41,3	45,2	49,1	2,4	40,5	45,8	51,1	3,2

Tabela 12 - Tabela antropométrica de crianças com 9-10 anos de idade

9-10 anos	População masculina				População feminina			
	P5	P50	P95	dp	P5	P50	P95	dp
Medida antropométrica								
Estatura	131,5	140,6	149,8	5,6	129,6	139,6	149,6	6,1
Altura dos olhos	121,9	130,8	139,7	5,4	120,3	130,1	140,0	6
Altura ombro	106,4	114,7	123,0	5,1	105,3	114,6	123,9	5,7
Altura sentado	66,0	70,3	74,7	2,6	64,7	70,7	76,6	3,6
Altura do poplíteo	32,2	36,5	40,9	2,7	32,4	36,0	39,7	2,2
Altura dos olhos sentado	56,3	60,5	64,7	2,6	55,0	61,2	67,4	3,8
Comprimento glúteo- poplíteo	36,3	40,7	45,1	2,7	37,4	41,4	45,4	2,4
Comprimento glúteo-rótula	43,9	49,3	54,7	3,3	45,1	49,8	54,5	2,9
Largura dos ombros	29,3	34,5	39,7	3,1	28,7	33,6	38,5	3
Largura das ancas	25,5	30,4	35,2	3	24,4	29,9	35,5	3,4
Espessura da coxa	9,4	12,4	15,3	1,8	9,8	12,6	15,5	1,8
Distância cotovelo-assento	14,3	16,7	19,1	1,5	14,1	17,9	21,8	2,4
Distância ombro-assento	42,8	46,4	50,0	2,2	42,1	47,7	53,2	3,4

7.2.6. COMPARAÇÃO COM OUTROS ESTUDOS ANTROPOMÉTRICOS

A pesquisa efetuada sobre outros estudos antropométricos realizados, quer a nível nacional quer de outros países, especialmente europeus, levou a autora ao contacto com um estudo antropométrico, feito na freguesia de Odivelas e que serviu de base a um trabalho de mestrado, da autoria de Froufe, M. T. (2002), bem como à tabela antropométrica de crianças britânicas publicadas em Pheasant & Haslegrave (2006) e ainda a uma base de dados on-line sobre dados

antropométricos de crianças holandesas, da autoria de Molenbroek (1993). O trabalho realizado por Fragoso (1992) disponibilizava um número ínfimo de variáveis antropométricas coincidentes (apenas estatura e altura sentado), pelo que não foi alvo de análise.

Foi calculado o coeficiente de variação (CV) dos resultados do estudo antropométrico realizado neste trabalho de investigação determinando, por comparação, a homogeneidade da amostra. Este índice é independente quer da magnitude, quer das unidades de medida utilizadas e permite-nos ter uma noção da variabilidade inerente a uma dimensão (Pheasant & Haslegrave, 2006).

O cálculo do CV faz-se através da aplicação da equação 2.

$$CV = \frac{s}{m} \times 100\% \quad \text{Equação (2)}$$

s = desvio padrão da amostra
m = média da amostra

A tabela 13 mostra os intervalos característicos de CV para alguns tipos de dados antropométricos mais característicos, de acordo com Pheasant & Haslegrave (2006).

Tabela 13 - Coeficientes de variação característicos dos dados antropométricos (adaptado de Pheasant & Haslegrave, 2006)

Dimensão	CV (%)
Estatura	3-4
Comprimentos do corpo (altura sentado, altura do cotovelo, etc.)	3-5
Partes dos membros	4-5
Larguras do corpo (ancas, ombros, etc.)	5-9
Profundidades do corpo (abdominal, peito, etc.)	6-9

Estes dados não refletem qualquer população em concreto e devem ser vistos como um guia de aproximação aos valores esperados.

Tipicamente, na maioria das populações, a estatura é a medida antropométrica que apresenta um menor CV (Pheasant & Haslegrave, 2006). Por outro lado, a relação entre o desvio padrão e a média de medidas de comprimento e largura tende, em geral, a ser curvilínea, ou seja, o CV tende

a decrescer com o aumento do valor da média. Esta tendência poderá estar relacionada com o erro de medição (Roebuck et al., 1975; Pheasant & Haslegrave, 2006).

A tabela 14 mostra os CV das populações estudadas, por comparação entre elas e o valor característico.

Tabela 14 - Comparativo dos coeficientes de variação para as populações estudadas

Medida antropométrica	Intervalo dos CV				
	Intervalo CV característico	Atual estudo	Pheasant & Haslegrave (2006)	Molenbroek, (1993)	Froufe, (2002)
Estatura	3-4	4-5	5	4-5	4-6
Altura dos olhos	3-5	4-6	5-6	ND	ND
Altura ombro	3-5	4-6	5-6	4-5	5-7
Altura do popliteo	4-5	5-7	5-7	5-7	7-9
Comprimento glúteo- popliteo	4-5	6-7	6-8	6-7	6-9
Altura sentado	3-5	4-5	4-5	4	ND
Largura dos ombros	5-9	6-9	6-9	4-6	ND
Largura das ancas	5-9	8-11	9-11	5-7	ND
Espessura da coxa	6-9	10-15	11-13	9-11	12-16
Distância cotovelo-assento	3-5	9-13	11-14	10-11	ND
Altura dos olhos sentado	3-5	4-6	5-6	4-5	ND
Distância ombro-assento	3-5	5-8	6-7	5-6	ND
Comprimento glúteo-rótula	4-5	6-7	6-7	5-6	6-7

ND – Não disponível

Da análise à tabela anterior, podemos constatar que, se por um lado se confirma o menor valor de CV para a estatura, por outro, e para o conjunto das populações, a dimensão distância cotovelo-assento e espessura da coxa, apresenta valores muito dispares em relação ao valor característico, apesar de não tão dispares assim entre as populações estudadas.

De uma forma geral, os CV das populações possuem valores mínimos e máximos acima dos valores característicos do intervalo, mas ainda assim próximos entre populações. Na dimensão “altura do poplíteo”, o CV é igual para a população deste estudo, o de Pheasant & Halsegrave (2006) e o de Molenbroek, (1993).

Os valores de CV da população considerada na amostra apresentam, de uma forma geral, valores mais próximos dos valores característicos do intervalo, particularmente no que respeita a dimensões de alturas. Para valores de largura, os valores da população holandesa, estudada por Molenbroek (1993), estão mais próximos dos valores característicos.

7.3. (In)compatibilidade entre as dimensões do mobiliário escolar e as medidas antropométricas das crianças

7.3.1. DIMENSÕES DO MOBILIÁRIO DAS EB1

Em 2004, com a requalificação dos espaços escolares, o Ministério da Educação homologou um conjunto de modelos de mobiliário e respetivas características, destinados ao uso em estabelecimentos de ensino (Despacho n° 20841/2004 – Qualificação de mobiliário escolar).

Os parâmetros dimensionais do mobiliário segue as orientações da norma europeia EN 1729 part 1 – Functional dimensions. As figuras 23 e 24 mostram a correspondência entre a referência/ tipologia do mobiliário (01, 02, 03, 04, 05 e 06) e o intervalo de estaturas dos utilizadores, segundo a norma EN 1729 - 1:2001.

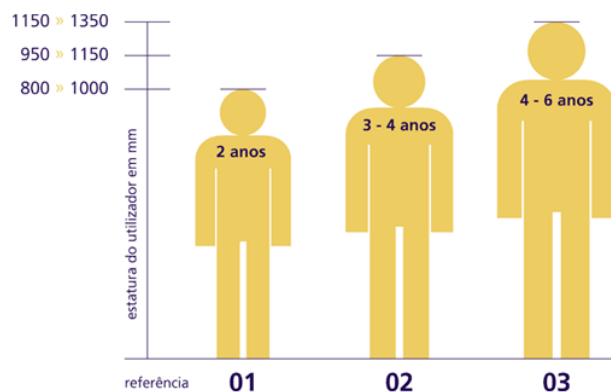


Figura 23 - Referência do mobiliário pré-escolar, de acordo com a Norma EN 1729 - 1:2001 (reproduzido de Mobapec, 2012)

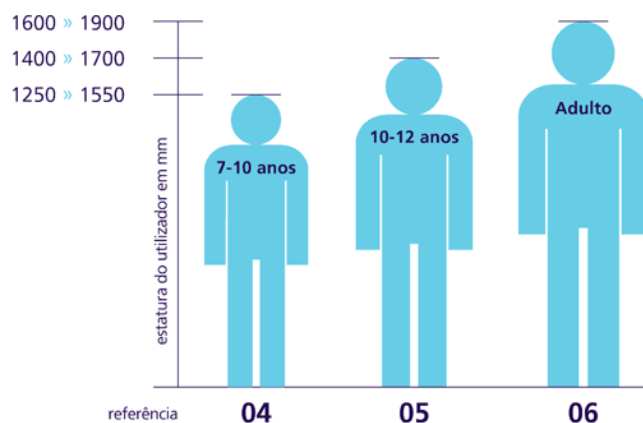


Figura 24 - Referência do mobiliário escolar, de acordo com a Norma EN 1729 - 1:2001 (reproduzido de Mobapec, 2012)

Nas escolas visitadas verificou-se que, ao contrário do que seria de prever, não existe uma tipologia única para as EB1. De acordo com a figura 24, o mobiliário a utilizar nestes estabelecimentos de ensino devia ser da referência 04, que contempla crianças com idades dos 7 aos 10 anos. No entanto, o que foi constatado foi que cerca de 80% das escolas apresentavam mobiliário da referência 03, destinado ao ensino pré-escolar (crianças dos 4 aos 6 anos). Segundo fonte do Município de Vila Nova de Gaia, a utilização do mobiliário do tipo 04 ronda os 25%, sendo este um valor estimado e que corresponde aproximadamente ao que foi constatado neste estudo.

As tabelas 15 e 16 definem as dimensões utilizadas para cadeiras e mesas, respetivamente, de acordo com a tipologia de mobiliário utilizado nos estabelecimentos de ensino.

Tabela 15 - Dimensões das cadeiras, de acordo com tipologia/referência

Dimensões (LxPxA)	Referência	Nível de Ensino
34x34x32	Aa 03	Pré-escolar
34x34x36	Aa 04	EB1

Tabela 16 - Dimensões das mesas, de acordo com tipologia/referência

Dimensões (LxPxA)	Referência	Nível de Ensino
120x60x54	Fb 03	Pré-escolar
120x60x61	Fb 04	EB1

Com base nas dimensões para o modelo de cadeiras e mesas destinados aos estabelecimentos de ensino do 1º ciclo do ensino básico, foi analisada a (in)compatibilidade entre estas e as medidas antropométricas da população utilizadora, relevantes para cada dimensão.

Recorrendo à equação do percentil de ordem p (equação 3)

$$P_p = m + s \times z_p \quad \text{Equação (3)}$$

m = média

s = desvio padrão

z = constante para o percentil considerado, obtido a partir de tabelas estatística (dist. Normal)

foi determinado o percentil a que corresponde a dimensão considerada. A partir do valor obtido e do que ele representa, conclui-se sobre a percentagem de crianças para as quais a dimensão em análise é considerada como compatível/incompatível com as medidas antropométricas das mesmas.

7.3.2. APLICAÇÃO DAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS ÀS DIMENSÕES DO MOBILIÁRIO

Para avaliar a (in)compatibilidade do mobiliário escolar, recorrendo à antropometria aplicada e de acordo com os princípios ergonómicos, foram definidos critérios de compatibilidade, que estabelecem os limites máximo e mínimo entre os quais cada dimensão do mobiliário é

considerado apropriada (equações de dois sentidos ou *two-way*) ou, para as situações em que apenas é requerido um valor máximo ou mínimo, equações de um sentido ou *one-way*.

7.3.2.1. *Altura do assento*

A altura do assento é medida como a distância vertical desde o solo até ao ponto médio do bordo frontal do assento, sendo considerada por vários autores como o ponto de partida para a conceção do mobiliário escolar, sendo a medida “âncora” dos conjuntos escolares (Molenbroek et al., 2003; Garcia-Acosta & Lange-Morales, 2007).

Considerando os pressupostos antropométricos, a altura do assento deve ser adaptada à altura do poplíteo - AP (Oxford, 1969; Molenbroek & Ramaeekers, 1996; Helander, 1997; Dul & Weerdmeester, 1998) de modo a permitir que os pés fiquem perfeitamente assentes no chão.

Parcells et al. (1999), consideram que existe incompatibilidade se a altura do assento for maior do que 95% (incompatibilidade superior) ou menor do que 88% da altura do poplíteo (incompatibilidade inferior). Ou seja, a altura do assento deve estar compreendida no intervalo de valores entre 88% e 95% da altura do poplíteo (compatibilidade) (equação 4).

$$88\% AP \leq \text{Altura do Assento} \leq 95\% AP \quad \text{Equação (4)}$$

A partir da equação anterior e das dimensões do mobiliário existente em sala de aula, podemos inferir sobre a percentagem de indivíduos para os quais a altura do assento é compatível, considerando as recomendações ergonómicas para o uso do mobiliário, a partir dos critérios antropométricos.

Os gráficos apresentados nas figuras 25 e 26 ilustram a percentagem de crianças para as quais a altura do assento do mobiliário estudado (referências Aa03 e Aa04) está abaixo do valor mínimo (88% AP) – incompatibilidade inferior - ou acima do valor máximo (95% AP) – incompatibilidade superior. Entre os valores máximo e mínimo encontra-se a percentagem de crianças para as quais a altura do assento é compatível, ou seja, existe compatibilidade.

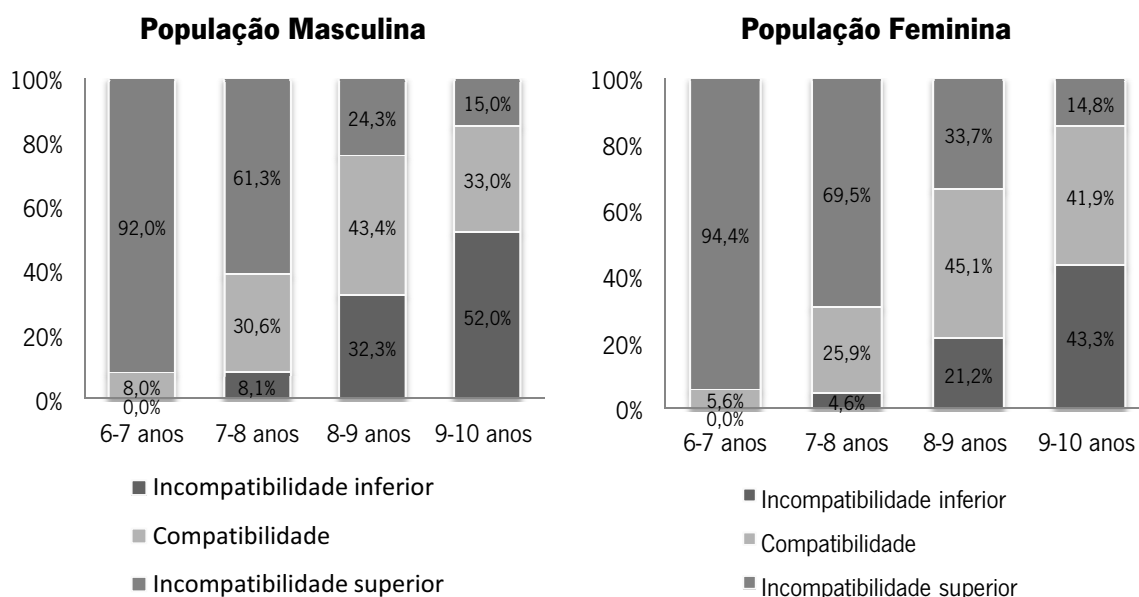


Figura 25 - (In)compatibilidade da altura do assento (Refª Aa03) com a altura do poplíteo

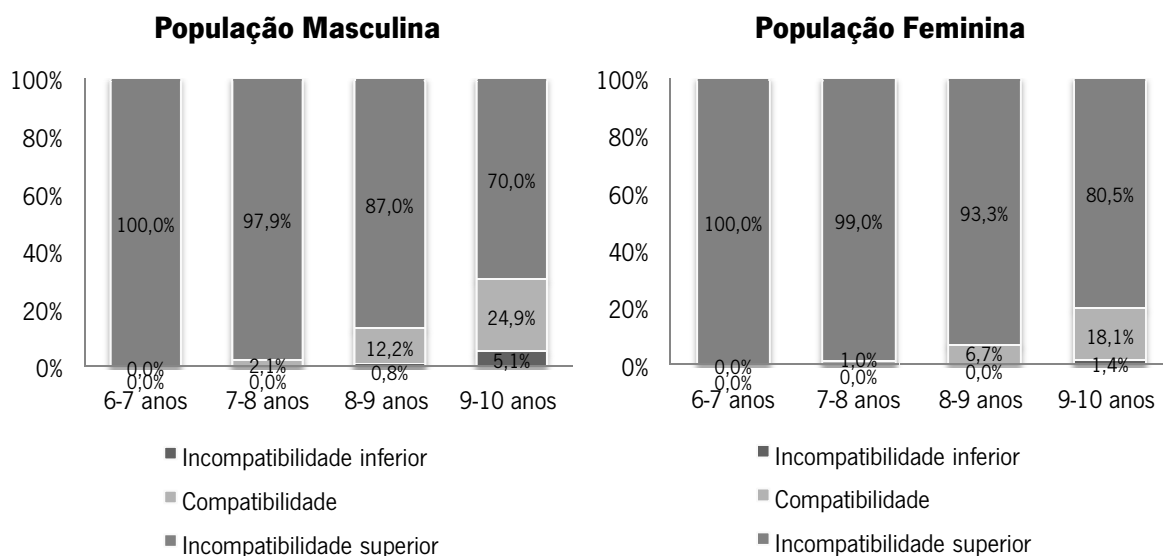


Figura 26 – (In)compatibilidade da altura do assento (Refª Aa04) com a altura do poplíteo

Da análise do gráfico da figura 25, podemos inferir que o assento da referência Aa03, que tem uma altura de 32 cm é demasiado alto para as crianças entre os 6 e os 7 anos (com uma percentagem de incompatibilidade superior a 90%, encontrando na faixa etária dos 8-9 anos a maior percentagem de compatibilidade com a altura do poplíteo (entre 43 a 45%). Nas crianças da faixa etária superior (9-10 anos), verifica-se que a incompatibilidade se deve essencialmente ao facto da altura do assento ser demasiado baixa.

É na faixa etária dos 8-9 anos que se encontra a maior percentagem de crianças com uma altura do poplíteo para a qual a altura do assento se considera, de acordo com os critérios apresentados, compatível.

Ao passarmos à análise da referência Aa04, seria expectável que houvesse um percentual mais elevado de crianças com uma altura de poplíteo menor do que o mínimo requerido para que haja compatibilidade (Incompatibilidade Inferior), já que a altura do assento é superior à da referência Aa03. Efetivamente, e olhando para o gráfico da figura 26, constata-se que para as faixas etárias 7-8 anos e 8-9 anos, a incompatibilidade é superior a 87% (Incompatibilidade Inferior), chegando mesmo a ser 100% na faixa etária dos 6-7 anos. Nas crianças com 9-10 anos a incompatibilidade é de 70% nas crianças do sexo masculino e de 80,5% nas crianças do sexo feminino (Incompatibilidade Inferior), registando-se apenas compatibilidades de 24,9% e 18,1% nas crianças do sexo masculino e feminino, respetivamente.

7.3.2.2. Largura do assento

A largura do assento é a distância, medida na horizontal, entre os bordos laterais do assento.

Para que a criança se consiga sentar comodamente, o assento deve ser suficientemente largo para acomodar as crianças com ancas mais largas (Evans et al., 1988; Helander, 1997; Mondelo et al., 2000; Pheasant & Haslegrave, 2006), sendo a largura das ancas (LA) a medida antropométrica relevante para este aspeto do assento.

Assim, o critério de compatibilidade é dado pela equação 5.

$$LA < \text{Largura do Assento} \quad \text{Equação (5)}$$

Esta medida é igual nos dois modelos analisados: 34 cm e é com base nesta medida que foi analisada a (in)compatibilidade desta dimensão do assento relativamente à amostra estudada. Os gráficos da figura 27 mostram os resultados obtidos.

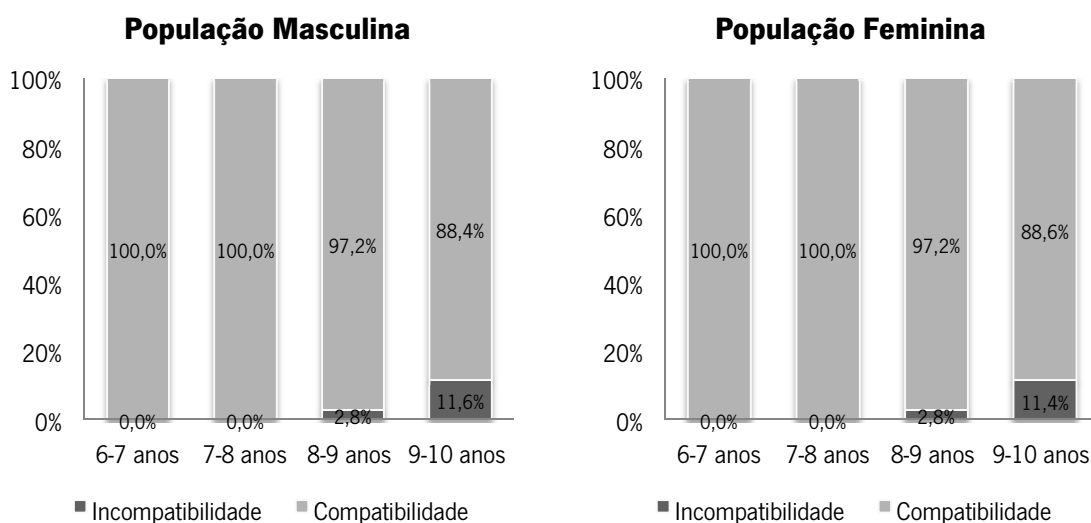


Figura 27- (In)compatibilidade da largura do assento (Refª Aa03 e Aa04) com a largura das ancas

Da análise resulta que, esta dimensão apresenta uma elevada percentagem de compatibilidade com a largura das ancas.

A percentagem de maior incompatibilidade regista-se na faixa etária 9-10 anos. Assim, 11,4% e 11,6% das crianças do sexo feminino e masculino respetivamente, apresentam uma largura de ancas superior à largura do assento, contrariando assim o critério de compatibilidade. Para estas crianças, a utilização de um assento estreito originará, muito provavelmente, um desconforto e restrições na mobilidade (Helander, 1997; Evans et al., 1988).

7.3.2.3. Profundidade do assento

Por profundidade do assento, entende-se a distância, medida na horizontal, entre a parte anterior e posterior da superfície do assento.

Para que a criança se consiga sentar comodamente, o assento deve permitir que a criança se sente com os membros inferiores fletidos a 90° (ou superior) sem contudo comprimir a zona do poplíteo e, simultaneamente, consiga apoiar as costas no apoio lombar.

Para que tal situação se verifique é necessário que a profundidade do assento seja inferior ao comprimento glúteo-poplíteo, (Pheasant & Haslegrave, 2006; Milanese & Grimmer, 2004, Helander, 1997), tornando-se esta a medida antropométrica relevante para este estudo.

No entanto, se a profundidade do assento for demasiado pequena relativamente ao comprimento glúteo-poplíteo (CGP), as coxas não terão o suporte adequado. Assim, Parcels et al. (1999), definiram o critério de compatibilidade de acordo com a equação 6.

$$80\% \text{ CGP} \leq \text{Profundidade do Assento} \leq 95\% \text{ CGP} \quad \text{Equação (6)}$$

De acordo com este critério, foi analisada a profundidade dos assentos das duas referências de mobiliário em análise. Os gráficos da figura 28 mostram o grau de (in)compatibilidade encontrado.

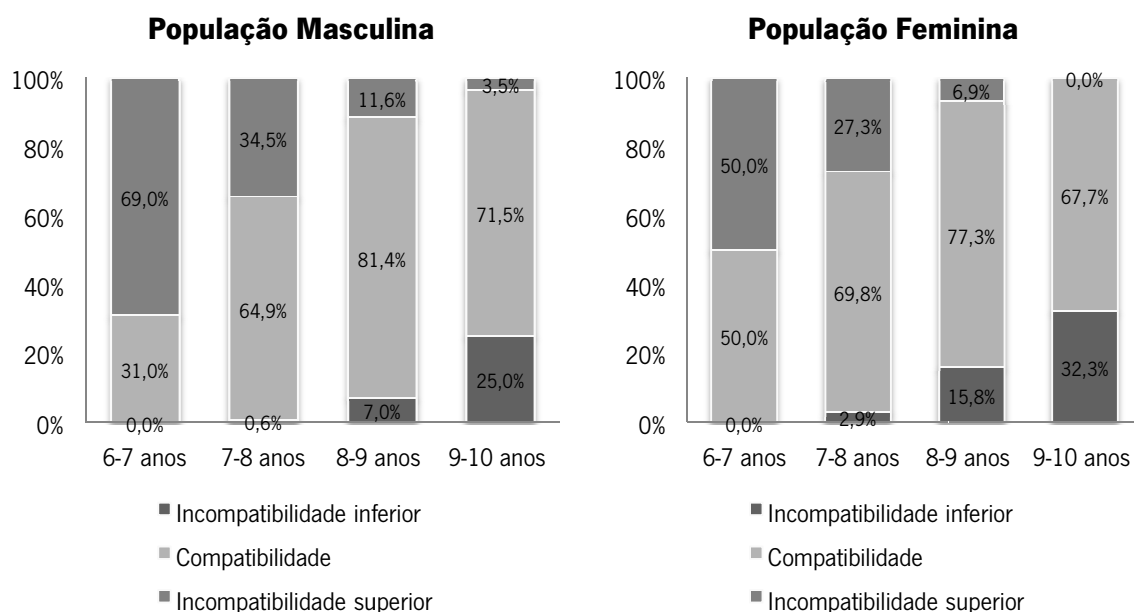


Figura 28 - (In)compatibilidade da profundidade do assento (Ref^a Aa03 e Aa04) com o comprimento glúteo-poplíteo

De acordo com os resultados dos gráficos anteriores, há, nas crianças mais novas (6/7 anos), uma percentagem ainda significativa (cerca de 60%), para as quais o assento é demasiado profundo, ou seja, ao comprimento glúteo-poplíteo destas crianças é menor do que o valor mínimo compatível com a profundidade do assento, sendo por isso incompatível. Nesta situação, há uma pressão na zona do poplíteo que provoca constrição dos vasos sanguíneos, dificultando a circulação sanguínea para pernas e pés (Pheasant & Haslegrave, 2006; Panero & Zeinik, 2002; Soares, 2001).

7.3.2.4. Altura da superfície de trabalho

A altura da superfície de trabalho (mesa) é entendida como a distância, medida na vertical, entre o solo e a parte superior do bordo frontal da mesa.

No entanto, a altura da superfície de trabalho está fortemente relacionada com a altura do assento, uma vez que esta dimensão é analisada para o trabalho na posição sentado e funciona como um sistema interligado. O seu dimensionamento é assim dependente da altura do assento, sendo que a medida a analisar mais adequada será a distância mesa-assento. Esta medida é definida como a distância, medida na vertical, desde a parte superior do bordo frontal do assento até a parte superior do bordo frontal da mesa. Assim, a altura da mesa será o somatório desta dimensão com a altura do assento.

São vários os autores que defendem a distância cotovelo-assento (DCA) como a medida antropométrica relevante para o dimensionamento da altura da mesa (Molenbroek et al., 2003; Milanese & Grimmer, 2004; Garcia-Acosta & Lange-Morales, 2007). Parcels et al. (1999) desenvolveram uma equação de verificação da (in)compatibilidade, utilizando os valores máximos aceitáveis para os ângulos de flexão e de abdução dos ombros sugeridos por Chaffin & Anderson (1991), de modo a que a altura da mesa seria mínima quando ombros não estão fletidos ou abduzidos (0°), e máxima quando os ombros estão fletidos a 25° e com um ângulo de abdução de 20°.

Poulakakis & Marmaras (1998) e Pheasant & Haslegrave (2006) recomendam que a altura da superfície de trabalho (desde o assento) esteja entre a distância cotovelo-assento e 3 a 5 cm abaixo desta medida antropométrica. Assumindo o valor mais extremo desta última condição, o critério (in)compatibilidade é traduzido pela equação 7.

$$DCA - 5 \leq \text{Distância mesa-assento} \leq DCA \quad \text{Equação (7)}$$

Para o conjunto assento, da referência Aa03 (altura de 32 cm), e mesa, da referência Fb03 (altura de 54 cm), a distância mesa - assento é assim de 22 centímetros.

Os gráficos da figura 29 mostram a percentagem de crianças para as quais a altura da superfície de trabalho, analisada na perspetiva do sistema assento-mesa, é (in)compatível.

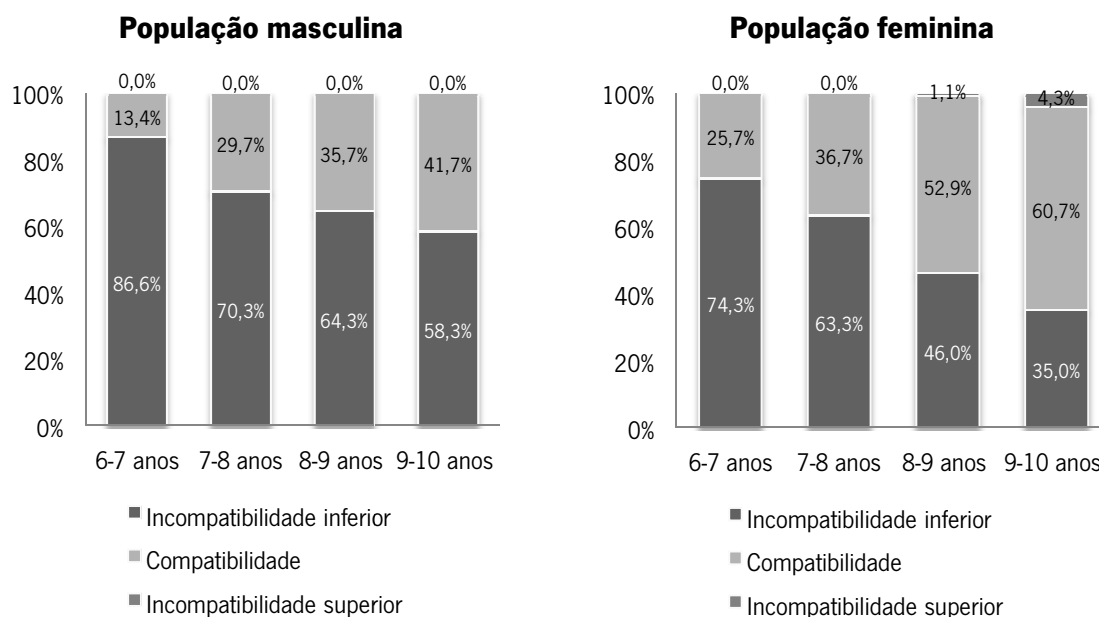


Figura 29 - (In)compatibilidade da distância mesa-assento com a distância cotovelo-assento (assento Ref^a Aa03 e mesa Ref^a Fb03)

Desta análise verifica-se que a mesa é demasiado alta, sobretudo para os primeiros anos do nível de ensino analisado.

Apresentando o conjunto assento, referência Aa04, e mesa, referência Fb04, com medidas superiores (36 cm e 61 cm, respetivamente), seria expectável que aumentasse a percentagem de crianças cuja distância cotovelo-assento fosse menor que o valor mínimo requerido, ou seja, a superfície de trabalho fosse demasiado alta, já que o critério ergonómico usado exige que o cotovelo fique acima da superfície de trabalho. A figura 30 apresenta os gráficos que confirmam essa expectativa. Pode verificar-se a elevada percentagem de crianças cuja distância cotovelo-assento é menor do que o valor mínimo requerido para a compatibilidade desta medida antropométrica com a distância assento-mesa, o que classifica a mesa como demasiado alta para os utilizadores a quem se destinam.

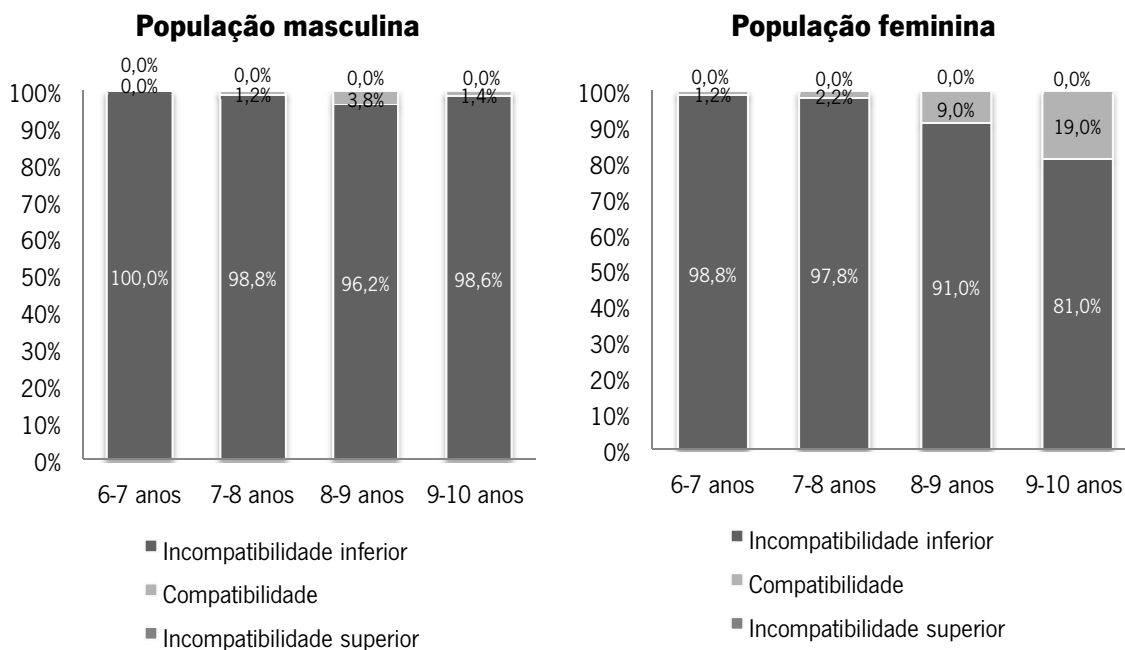


Figura 30 - (In)compatibilidade da distância mesa-assento com a distância cotovelo-assento (assento Ref^a Aa04 e mesa Ref^a Fb04)

7.3.2.5. Espaço livre entre o assento e a superfície de trabalho

O espaço livre existente entre o assento e a superfície de trabalho é a distância, medida na vertical, desde a parte superior do bordo frontal do assento até ao ponto mais baixo da estrutura por baixo da mesa.

É requerido que este espaço livre entre o assento e a superfície de trabalho permita o livre movimento das pernas devendo, para tal, ser pelo menos superior à espessura da coxa – EC (Molenbroek et al., 2003; Garcia-Acosta & Lange-Morales, 2007). Para Parcels et al., este espaço livre é considerado confortável se exceder a altura do joelho em 2 centímetros.

Com base nestas considerações, o critério de (in)compatibilidade é definido pela equação 8.

$$EC + 2 \leq \text{Espaço livre assento-mesa} \quad \text{Equação (8)}$$

Considerando as informações fornecidas pela Nautilus, o tampo em aglomerado de madeira tem cerca de 21 mm de espessura, está revestido a termolaminado com uma espessura de 1,1 mm e está apoiado numa estrutura metálica de 40 mm de altura, a medição dos dois conjuntos foi

efetuada entre a altura do assento (32 cm na referência Aa03 e 36 cm na referência Aa04) e o ponto mais baixo da estrutura da mesa (47,8 cm na referência Aa03 e 54,8 cm na referência Aa04).

Os gráficos apresentados nas figuras 31 e 32 mostram os resultados da aplicação da equação anterior aos conjuntos Aa03 e Fb03 e Aa04 e Fb04, respetivamente.

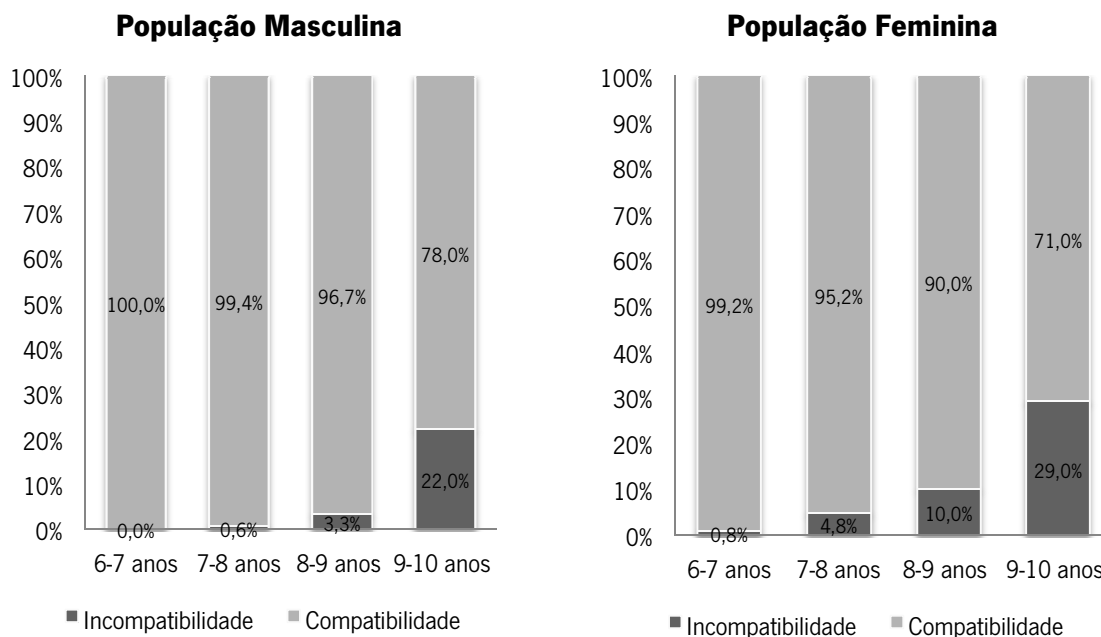


Figura 31 - (In)compatibilidade do espaço livre assento-mesa com a espessura da coxa (assento Ref^a Aa03 e mesa Ref^a Fb03)

O espaço livre entre o assento e a parte inferior da mesa tem uma compatibilidade superior a 70% no que respeita ao conjunto assento Aa03 e mesa Fb03, sendo esta compatibilidade superior a 98,6% no caso do conjunto assento Aa04 e mesa Fb04, nas crianças da faixa etária mais elevada (figura 32).

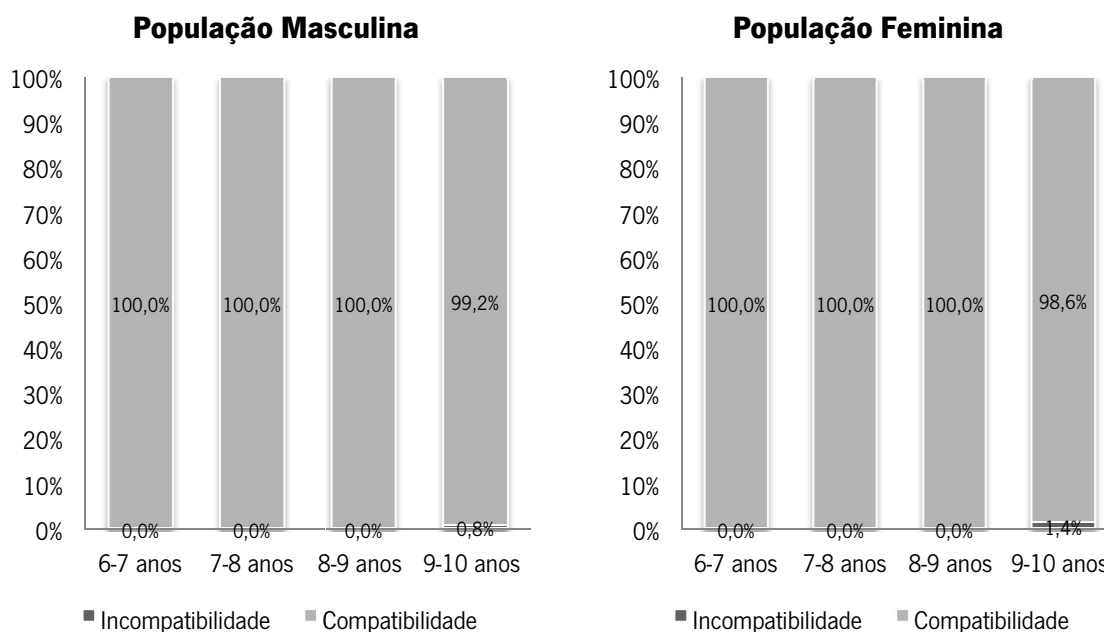


Figura 32 - (In)compatibilidade do espaço livre assento-mesa com a espessura da coxa (assento Ref^a Aa04 e mesa Ref^a Fb04)

Face ao exposto anterior, os elevados valores de percentagem de incompatibilidade entre as dimensões do mobiliário das EB1 face às medidas antropométricas da população utilizadora, nomeadamente no que diz respeito à altura e à profundidade do assento e à altura da superfície de trabalho, induz à necessidade urgente de introduzir adaptações no mobiliário escolar existente e comercializado atualmente.

7.4. Projeto ergonómico para o mobiliário escolar das EB1

7.4.1. VARIABILIDADE DAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS INTRA E INTER ANOS ESCOLARES

O desenho de mobiliário escolar, sobretudo o assento e a superfície de trabalho devem ter em conta o crescimento díspar dentro da mesma faixa etária (Pereira, 2010).

Foi efetuada uma análise à variabilidade das medidas antropométricas que parece existir quer entre os alunos que frequentam os quatro anos letivos que compõem o 1º ciclo do ensino básico, quer dentro da mesma faixa etária (tabela 17).

Tabela 17 - Variabilidade das medidas antropométricas (em cm) intra e inter anos letivos

	Ano Escolar	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV	Amplitude
Estatura	1º	108	109,4	141,1	122,2	5,5	4,5%	31,7
	2º	115	110,6	150,5	129,1	6,8	5,3%	39,9
	3º	108	117,5	150,7	134,7	6,3	4,7%	33,2
	4º	101	125,5	152,0	140,1	5,8	4,1%	26,5
Altura do poplíteo	1º	108	25,6	35,9	31,0	1,8	5,9%	10,3
	2º	115	26,7	39,3	32,9	2,4	7,4%	12,6
	3º	108	27,6	41,6	35,0	2,3	6,5%	14,0
	4º	101	29,9	42,1	36,4	2,4	6,5%	12,2
Largura das ancas	1º	108	21,5	35,0	26,3	2,5	9,3%	13,5
	2º	115	23,3	38,0	27,6	2,5	8,9%	14,7
	3º	108	23,0	36,5	29,1	2,5	8,6%	13,5
	4º	101	25,1	38,1	29,9	3,1	10,3%	13,0
Comprimento glúteo- poplíteo	1º	108	29,6	45,9	35,3	2,4	6,8%	16,3
	2º	115	30,0	44,4	37,1	2,6	7,0%	14,4
	3º	108	33,2	44,6	39,4	2,6	6,7%	11,4
	4º	101	31,0	47,3	41,1	2,5	6,0%	16,3
Distância cotovelo-assento	1º	108	11,8	20,0	15,5	1,7	11,2%	8,2
	2º	115	12,8	22,1	16,2	1,7	10,7%	9,3
	3º	108	11,3	21,7	16,7	2,1	12,8%	10,4
	4º	101	13,8	25,8	17,5	2,1	12,0%	12,0
Espessura da coxa	1º	108	7,0	14,2	10,3	1,2	12,0%	7,2
	2º	115	8,2	15,5	11,2	1,3	11,8%	7,3
	3º	108	9	15,6	11,7	1,4	11,7%	6,3
	4º	101	9,0	16,3	12,5	1,8	14,2%	7,3

Os valores de dispersão referidos na tabela 17 mostram que, efetivamente, as medidas antropométricas têm variações assinaláveis que, para este estudo, não podem ser negligenciadas. A variação entre anos letivos foi ainda analisada com recurso ao teste estatístico ANOVA, utilizando o software PASW Statistics 18, para comparar as diferenças entre os grupos definidos pelos quatro

anos letivos para as medidas antropométricas consideradas relevantes para relacionar com as dimensões do mobiliário (tabela 18)

Tabela 18 - Análise ANOVA às medidas antropométricas nos quatro anos letivos

		Soma dos quadrados	g.l.	Média dos quadrados	F	Sig.
Estatura	Entre grupos	18641,726	3	6213,909	165,610	<0,001
	Dentro dos grupos	16059,091	428	37,521		
	Total	34700,818	431			
Altura do poplíteo	Entre grupos	1766,993	3	588,998	116,784	<0,001
	Dentro dos grupos	2158,601	428	5,043		
	Total	3925,594	431			
Largura das ancas	Entre grupos	819,989	3	273,330	39,582	<0,001
	Dentro dos grupos	2955,542	428	6,905		
	Total	3775,531	431			
Comprimento glúteo-poplíteo	Entre grupos	2084,338	3	694,779	109,113	<0,001
	Dentro dos grupos	2725,288	428	6,367		
	Total	4809,626	431			
Distância cotovelo-assento	Entre grupos	210,075	3	70,025	18,819	<0,001
	Dentro dos grupos	1592,598	428	3,721		
	Total	1802,673	431			
Espessura da coxa	Entre grupos	262,194	3	87,398	42,718	<0,001
	Dentro dos grupos	875,656	428	2,046		
	Total	1137,851	431			

Assim, o resultado permite concluir que, em todas as variáveis medidas, as médias dos vários grupos não são todas iguais, o que quer dizer que existem diferenças significativas entre os valores obtidos, entre os quatro anos letivos ($p < 0,01$).

Conclui-se, portanto, que as medidas antropométricas dos alunos variam não só nos vários anos escolares existentes no primeiro ciclo, mas também quando se comparam indivíduos com a mesma idade, pertencentes ao mesmo ano escolar.

Desta forma, é pouco provável que um mobiliário escolar único e de dimensões fixas consiga ser compatível com a grande maioria dos alunos (Panagiotopoulou et al., 2004). O tamanho *standard*, ainda que segmentado, dificilmente fará face a esta disparidade do crescimento, sendo que os ajustes múltiplos parecem ser a solução mais acertada (Pereira, 2010).

O recurso a mobiliário ajustável parece ser, desta forma, a solução mais acertada para dar resposta à variabilidade antropométrica registada.

É, assim, expectável que esta ajustabilidade possa fazer face às diferenças encontradas, conferindo às crianças que venham a utilizar esse tipo de mobiliário uma melhor acomodação e uma maior facilidade no uso (usabilidade) do mobiliário. Esta condição aumentará o conforto e poderá, dessa forma, fazer diminuir os casos de queixas de dores corporais (Yeats, 1997).

Para a determinação da ajustabilidade do mobiliário escolar é necessário recorrer às medidas antropométricas da população utilizadora. Como já foi referido na revisão bibliográfica, dimensões antropométricas específicas, tais como a altura do popliteo, comprimento glúteo-popliteo, distância cotovelo-assento ou largura das ancas, são determinantes para a conceção ergonómica do mobiliário escolar, possibilitando ao utilizador a adoção de posturas anatomicamente corretas e, consequentemente, saudáveis (Knight & Noyes, 1999; Parcels et al., 1999; Miller, 2000).

Durante o estudo foi possível aferir que, na grande maioria das escolas da amostra, as crianças utilizam a mesma sala do 1º ao 4º ano de escolaridade, o que vem reforçar a mais-valia que poderá representar o mobiliário ajustável.

7.4.2. CORRESPONDÊNCIA ENTRE PERCENTIS NAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

O uso dos percentis é de incontestável e comprovada utilidade em antropometria aplicada, nomeadamente, em projetos de conceção. Tal como já foi referido, o *p*-ésimo percentil (ou percentil de ordem *p*) de uma amostra identifica um valor tal que *p*% dos sujeitos têm valores menores ou iguais a este e que $(100 - p)\%$ têm valores maiores.

Devido à variabilidade das medidas antropométricas entre sujeitos, a média é uma medida de pouca relevância, sendo por isso necessário trabalhar com os limites de variação. Por este motivo, utiliza-se habitualmente uma abordagem de dimensionamento considerando os indivíduos extremos em termos de uma da dimensão e, nesse sentido, os dados antropométricos são, em geral, apresentados sob a forma de percentis.

No entanto, quando se usam os percentis há, segundo Pheasant & Haslegrave (2006), que ter em consideração duas questões importantes: (1) os percentis são específicos das populações que caracterizam e (2) são específicos da dimensão que descrevem.

Esta segunda consideração é corroborada pela investigação feita por Vasu & Mital (1999), que concluem ser errado assumir a invariabilidade dos percentis, ou seja, que um indivíduo com uma dimensão antropométrica num determinado percentil, terá as restantes dimensões no mesmo percentil.

Numa tentativa de comprovar esta situação para o caso específico dos dados obtidos na atual tese, foi efetuado um estudo com as duas medidas antropométricas que apresentam a mais forte correlação (Correlação de Pearson = 0,897, $p < 0,01$): a estatura e a altura do poplíteo.

Os resultados, apresentados na tabela 19, comprovam efetivamente que no universo das 432 crianças da amostra, apenas 248 (57,4%) apresentam correspondência do mesmo valor de percentil para as duas variáveis antropométricas analisadas. Ou seja, um indivíduo cuja estatura se situe num percentil específico não tem necessariamente a altura do poplíteo no mesmo percentil, sendo estas duas medidas antropométricas aquelas que apresentam maior correlação entre si. Estes valores confirmam, de alguma forma, as conclusões do estudo de Vasu & Mital (1999).

Tabela 19 – Correspondência entre os percentis e as medidas antropométricas

Percentil	Estatura (cm)	Altura do Poplíteo (cm)	Nº de casos (N) com correspondência
P ₅	117,2	29,2	14
P ₂₅	124,5	31,5	59
P ₅₀	131,3	33,6	65
P ₇₅	138,4	35,9	60
P ₉₅	145,7	38,8	50

A variabilidade significativa existente no intervalo de valores das dimensões corporais, mesmo quando a estatura está no mesmo percentil, indicia que assumir que não existe variabilidade nos percentis, pode causar problemas graves de acomodação das crianças no mobiliário escolar o que, certamente, levaria à sensação de desconforto.

Esta constatação leva a assumir que é necessário encontrar outra relação entre as medidas antropométricas, que não a correspondência de percentis, de tal forma que permita estabelecer um compromisso entre estas, que levará posteriormente ao estabelecimento das dimensões requeridas para o mobiliário escolar.

7.4.3. RELAÇÃO ENTRE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

As medidas antropométricas tomadas como relevantes estão identificadas na tabela 5.

No entanto, a antropometria aplicada pressupõe limitações que condicionam a sua aplicação (Pheasant & Haslegrave, 2006), como se descreve de seguida.

A largura das ancas e da espessura da coxa representam medidas antropométricas relevantes para dimensionar espaços (espaço mínimo ou espaço livre), e determinam o valor mínimo para dimensionar a largura do assento e o espaço livre entre o assento e o bordo inferior da mesa. É, segundo Pheasant & Haslegrave (2006), uma limitação majorante de um só sentido (*one-way*). Independentemente de qualquer outra medida antropométrica, quer a largura do assento quer o espaço livre entre o assento e a parte posterior da mesa, deve assumir um valor mínimo correspondente ao valor de um percentil elevado (por exemplo, 95º ou 99º percentil).

Para as restantes medidas antropométricas (altura do poplíteo, comprimento glúteo-poplíteo e distância cotovelo-assento), a compatibilidade pressupõe um intervalo, com um valor mínimo e máximo, por terem implicações na postura. Para tal, é necessário considerar as crianças maiores e as mais pequenas (limitação nos dois sentidos, *two-way*), dependendo assim das dimensões dos segmentos do corpo dos utilizadores. Assim, são estas dimensões aquelas que se pretendem relacionar.

Para Roebuck et al. (1975), alguns segmentos corporais podem ser expressos como uma proporção da estatura.

Ao analisar a correlação entre as medidas antropométricas em causa, constata-se que a estatura é a que apresenta o coeficiente de correlação estatisticamente mais significativo ($p < 0,01$) com a

maioria das medidas antropométricas, sendo esta o principal indicador preditivo para outras medidas antropométricas (tabela 20).

Tabela 20 – Correlação de *Pearson* para as medidas antropométricas em estudo

Estatura	Altura do poplíteo	Distância glúteo-poplíteo	Distância cotovelo-assento	Distância ombro-assento
Estatura	0,897**	0,840**	0,461**	0,771**
	Altura do poplíteo	0,724**	0,306**	0,641**
		Distância glúteo-poplíteo	0,296**	0,599**
			Distância cotovelo-assento	0,622**

**Correlação significativa ($p < 0,01$)

Tal como evidenciado no ponto anterior, não é correto assumir a invariabilidade de percentis, pelo que se tornou necessário estudar outra relação entre as medidas antropométricas, nomeadamente a partir do valor da estatura.

Recorreu-se, então, ao método estatístico da regressão linear. A análise de regressão é uma metodologia estatística que utiliza a relação entre duas ou mais variáveis quantitativas (ou qualitativas) de tal forma que uma variável pode ser predita a partir da outra ou outras. Assim, o objectivo é prever a medida antropométrica requerida a partir da estatura.

A função de regressão linear utilizada é dada pela aplicação da equação 9.

$$Y = a + b X + N (0,s) \quad \text{Equação (9)}$$

Y = Valor da medida antropométrica que se pretende determinar;
a = Constante que representa a intersecção da reta com o eixo vertical
b = Constante que representa o declive da reta
X = Variável independente (Estatura)
N (0,s) = Variável que inclui todos os fatores residuais mais os possíveis erros de medição

O resultado da aplicação desta função aos dados da amostra, com recurso ao software PASW, é assim traduzido pelas equações 10, 11 e 12, para a altura do poplíteo, o comprimento glúteo-

poplíteo e a distância ombro-assento respectivamente, como variáveis dependentes da estatura (variável independente). Os valores do coeficiente de determinação, R^2 , indicam a proporção da variação das variáveis dependentes (altura do poplíteo, comprimento glúteo-poplíteo e distância ombro-assento), que é explicada em termos lineares pela variável independente (estatura).

$$\text{Altura do Poplíteo (AP)} = -5,89 + 0,302 * \text{Estatura (E)}, (R^2 = 0,805) \quad \text{Equação (10)}$$

$$\text{Comprimento glúteo-poplíteo (CGP)} = -2,919 + 0,313 * \text{Estatura (E)}, (R^2 = 0,706) \quad \text{Equação (11)}$$

$$\text{Distância ombro-assento (DOA)} = 2,670 + 0,318 * \text{Estatura (E)}, (R^2 = 0,594) \quad \text{Equação (12)}$$

7.4.4. REQUISITOS DE DIMENSIONAMENTO PARA A CONCEÇÃO DO MOBILIÁRIO ESCOLAR

De acordo com outros estudos realizados (Molenbroek et al., 2003; Panagiotopoulou et al., 2004; Parcels et al., 1999) foram considerados relevantes para o projeto do mobiliário escolar, os requisitos constantes na tabela 21.

Tabela 21 – Requisitos relevantes para o mobiliário escolar

REQUISITOS PARA O MOBILIÁRIO		
Dimensionais		Forma
Altura do assento	Altura da mesa	Inclinação do assento
Largura do assento	Profundidade do tampo	Inclinação do tampo da mesa
Profundidade do assento	Espaço livre debaixo da mesa	
Encosto/Apoio lombar		

No mobiliário escolar, o elemento “assento” assume um papel primordial, uma vez que é neste elemento que se baseia o trabalho sentado. Será, assim, com base no dimensionamento deste elemento, nomeadamente na altura do assento, que todo o sistema “carteira escolar”, composto por mesa e cadeira, irá ser projetado.

7.4.4.1. Assento

Quando se dimensiona um assento em altura deve partir-se do pressuposto que os seus utilizadores fiquem com os pés completamente assentes no solo (Pheasant & Haslegrave, 2006). Esta condição, para além de permitir uma postura mais estável, reduz o peso sobre as tuberosidades isquiáticas, pois parte desse peso é suportado pelos pés, diminuindo ainda a pressão das coxas sobre o assento.

A altura do assento – distância entre o solo e a superfície do assento - deve ser o mais próximo possível ou ligeiramente inferior à altura do poplíteo (AP), considerando os indivíduos do 5º percentil, calçados (Keegan, 1962; Helander, 1997; Evans et al., 1988; Pheasant & Haslegrave, 2006).

Desta forma, esta altura do assento garante que as crianças com o poplíteo mais pequeno ficarão sentadas com os pés apoiados no chão.

Parcells et al. (1999) consideram que existe incompatibilidade entre a altura do poplíteo e a altura do assento quando esta última é maior do que 95% ou menor do que 88% da altura do poplíteo (equação 4).

Para estimar a altura do poplíteo, em função da estatura, foi aplicada a equação 10. Aos valores estimados foram aplicados os critérios de compatibilidade utilizados por Parcells et al. (1999) e as resultantes alturas máxima e mínima para a altura do assento (tabela 22).

A equação de regressão 10 apresenta um valor de R^2 (coeficiente de determinação) de 0,805. Este valor significa que a equação utilizada tem um "poder explicativo" de aproximadamente 81%, ou seja, estima de forma correta cerca de 81% dos valores da altura do poplíteo, o que é um valor bastante satisfatório.

Os intervalos da estatura foram estabelecidos, após análise de várias combinações. Nesta análise, procurou-se que a amplitude dos valores da altura do poplíteo fosse menor do que os valores da amplitude da estatura. Daí resultaram cinco intervalos para a estatura. Por um lado, quanto menor for a amplitude da altura do poplíteo, mais rigoroso será o dimensionamento da altura do assento;

por outro, o número de intervalos encontrados é razoável para determinação dos níveis de ajustamento, uma vez que muitos níveis de ajustabilidade podem tornar impraticável a conceção do assento e pôr em causa a simplicidade que se pretende para o procedimento a adotar nas EB1.

Tabela 22 –Altura do poplíteo e altura do assento (em cm)

Estatura	N	Altura do Poplíteo		Altura do Assento	
		(obtida a partir da equação 10)		(obtida a partir da equação 4)	
		Min	Máx	Min	Máx
<120	45	—	30,32	—	28,80
120-129,9	149	30,35	33,34	26,71	31,67
130-139,9	156	33,37	36,36	29,37	34,54
140-149,9	75	36,39	39,38	32,02	37,41
≥150	7	39,41	—	34,68	—

Há ainda a ter em consideração as correções para o calçado. Neste aspeto, não há um valor consensual entre os investigadores da área, havendo sugestões de valores entre 20 a 45 mm. A importância destas correções tem a ver com o incremento para os saltos dos sapatos, que deve ser acrescentado a todas as medidas retiradas na vertical desde o solo (Pheasant & Haslegrave, 2006). Na prática, a variabilidade da altura do salto é pequena se comparada com a variabilidade antropométrica, o que torna adequado o estabelecimento de um incremento/correção uniforme para todos os percentis: 2,5 cm para homens e 4,5 cm para mulheres (Pheasant & Haslegrave, 2006). Para tipos de calçado específicos, as correções devem ser estabelecidas numa base *ad-hoc* (Pheasant & Haslegrave, 2006). Para o caso das crianças, e tendo em conta o tipo de calçado usado, a correção para calçado utilizada foi de 2 cm (Gouvali & Boudolos, 2006).

Quando analisamos os intervalos de estatura estudados, constata-se que a dimensão da amostra no extremo superior tem pouca expressão (apenas 7 crianças com uma estatura superior a 150 cm, num total de 432). Apesar de a análise da compatibilidade ser feita com base nos cinco intervalos fixados, para estipular os níveis de ajustabilidade para a conceção do mobiliário ajustável, optou-se por englobar as crianças com estatura superior a 150 cm no grupo das crianças com estatura maior ou igual a 140 cm, resultando daqui a existência de apenas 4 níveis.

Os valores assumidos para a altura do assento (tabela 23) foram estabelecidos depois de se testarem os valores possíveis, no intervalo entre o máximo e o mínimo ou, quando existe apenas um deles, para valores considerados razoáveis, por aplicação dos critérios de compatibilidade de Parcels et al. (1999) e com os dados antropométricos da amostra. O valor para o qual se registou maior percentagem de compatibilidade foi assumido como o valor de dimensionamento da altura do assento.

Tabela 23 - Níveis de ajustamento da altura do assento (em cm)

Estatura	Nível	Altura do assento
<120	1	27,0
[120-130[	2	29,0
[130-140[	3	31,5
≥140	4	34,5

A (in)compatibilidade destes níveis de ajustabilidade foi analisada de acordo com os critérios de Parcels et al. (1999) e com base na altura do popliteo da amostra em estudo e, ainda, segundo os intervalos da estatura previstos. A tabela 24 mostra a percentagem de crianças que ficariam acomodadas num assento com as dimensões previstas.

Tabela 24 – Percentagem de (in)compatibilidade da altura do assento com a altura do popliteo

Estatura (cm)	Nível	Altura do assento (cm)	Incompatibilidade Inferior	Incompatibilidade Superior
<120	1	27,0	17,8%	13,3%
[120-130[	2	29,0	18,8%	18,8%
[130-140[	3	31,5	12,8%	27,6%
≥140	4	34,5	17,1%	18,3%

Tal como se pode inferir da tabela anterior, com estes níveis de ajustabilidade do assento, ter-se-ia, no mínimo, 59,6% das crianças ergonomicamente acomodadas, num assento cuja altura está dimensionada de acordo com os critérios definidos por Parcels et al. (1999), definidos na equação (4).

No entanto, quando se utiliza outro critério, ou seja, quando se analisa a percentagem de crianças cuja altura do popliteo é inferior à altura do assento (critério ergonómico citado por um vasto

conjunto de autores, como Dul & Weerdmeester, 1998; Helander, 1997; Molenbroek & Ramaeekers, 1996; Oxford, 1969), o cenário é bem mais favorável, como é possível verificar na tabela 25.

Tabela 25 - Percentagem de crianças com altura do poplíteo inferior à altura do assento

Estatura (cm)	Nível	Altura do assento (cm)	Nº crianças com AP < Altura do assento	% da amostra
<120	1	27,0	3	6,7%
[120-130[	2	29,0	3	2,0%
[130-140[	3	31,5	1	0,6%
≥140	4	34,5	1	1,2%

A largura do assento – distância entre ambos os lados da superfície do assento – deve poder acomodar os indivíduos com a maior largura de ancas. Trata-se de uma limitação majorante de um só sentido (*one-way*). Daí dever ser concebido em consonância com a medida equivalente ao 95º percentil desta dimensão antropométrica (Pheasant & Haslegrave, 2006; Mondelo et. al, 2000; Helander, 1997; Evans et al., 1988). Se esta largura consegue acomodar os indivíduos com maior largura de ancas, obviamente acomodará também aqueles com ancas menos largas, não sendo necessário qualquer ajustabilidade desta dimensão.

No entanto, uma vez que a largura do assento só representa incompatibilidade se não acomodar as crianças com as ancas mais largas, pode-se optar por um valor de percentil maior, permitindo assim alargar a percentagem de crianças que ficam acomodadas. Se se pensar em acomodar os indivíduos do percentil 99 (P99) da largura de ancas, o assento será suficientemente largo para que a quase totalidade das crianças se sente confortavelmente e com facilidade de movimentos na mudança de posição, não havendo necessidade de ajustabilidade.

Analisando as dimensões correspondentes aos percentis 95 e 99 da amostra em estudo, podemos verificar, através dos dados constantes na tabela 26, que utilizando a dimensão correspondente ao percentil 95, que apenas 6% das crianças não ficarão ergonomicamente acomodadas. Esta percentagem reduz-se significativamente se utilizarmos o valor correspondente ao percentil 99.

Tabela 26 - Percentagem de crianças com largura de ancas superior à largura do assento

Percentil	Largura do assento	Nº crianças com largura de ancas > Largura do assento (%)	% da amostra
95	33,3	26	6,0%
99	36,4	4	0,9%

Sendo o valor correspondente ao percentil 99, da dimensão antropométrica largura das ancas de 36,4 cm, pode assumir-se por arredondamento e por excesso, um valor de 36,5 cm para dimensionar a largura do assento.

A profundidade do assento – distância entre a extremidade frontal do assento até ao extremo traseiro - deve ser inferior à distância glúteo-poplíteo, considerando os indivíduos do 5º percentil (Pheasant & Haslegrave, 2006; Milanese & Grimmer, 2004; Evans et al., 1988; Helander, 1997; Keegan, 1962). Se o assento for concebido nesta perspectiva, ele acomodará corretamente os utilizadores com o comprimento glúteo-poplíteo (CGP) menor, garantindo assim que estes poderão facilmente alcançar o encosto, sem prejuízo da parte inferior da perna poder estar num ângulo de 90° ou superior em relação à parte superior da mesma e continuar com os pés apoiados no chão.

Esta dimensão deve ainda ter em conta a existência de um espaço livre entre a parte posterior da perna e a parte frontal do assento. Esta condição, aliada a um rebordo de forma côncava, permite uma melhor irrigação sanguínea à zona inferior da perna e pés, que de outra forma poderia ficar comprometida pela constrição dos vasos sanguíneos.

É considerado que existe incompatibilidade entre a profundidade do assento e ao comprimento glúteo-poplíteo, segundo os critérios de (in)compatibilidade utilizados por Parcels et al. (1999), quando esta dimensão do mobiliário é inferior a 80% ou superior a 95% da medida antropométrica considerada (equação 6).

Assim, em função da equação 11 chega-se até aos valores estimados para ao comprimento glúteo-poplíteo (CGP), com 70,6% da variação desta variável (CGP) a ser explicada pela variação da estatura ($R^2=0,706$). Aos valores obtidos, foram aplicados os critérios de (in)compatibilidade, utilizados por Parcels et al. (1999), ditados pela equação 6, e foi estabelecida a profundidade do assento máxima e mínima, para diferentes intervalos de valores da estatura (tabela 27).

Tabela 27 – Comprimento glúteo-poplíteo e profundidade do assento (em cm)

Estatuta	CGP (obtido a partir da equação 11)		Profundidade do Assento (obtida a partir da equação 6)	
	Min	Máx	Min	Máx
<120	–	34,33	–	32,61
120-129,9	34,64	37,46	27,71	35,59
130-139,9	37,77	40,59	30,22	38,56
140-149,9	40,90	43,72	32,72	41,53
≥150	43,72	–	34,97	–

Seguindo o mesmo raciocínio utilizado no dimensionamento da altura do assento, também aqui os valores da profundidade do assento (tabela 28) foram estabelecidos depois de se testarem os valores possíveis, no intervalo entre o máximo e o mínimo ou, quando existe apenas um deles, para valores considerados razoáveis, por aplicação dos critérios de compatibilidade de Parcels et al. (1999) e com os dados antropométricos da amostra. Após se testarem estes valores, o valor para o qual se registou maior percentagem de compatibilidade foi assumido como o valor de dimensionamento da profundidade do assento.

Assim, a tabela 28 associa a dimensão determinante – a estatura – a quatro níveis de profundidade do assento, tendo em conta a condição de acomodar os utilizadores com o comprimento glúteo-poplíteo (CGP) com dimensão menor em relação à dimensão da profundidade do assento, tal como referido anteriormente.

Tabela 28 – Níveis de ajustamento da profundidade do assento

Estatuta (cm)	Nível	Profundidade do Assento (cm)
<120	1	29,0
[120-130[	2	31,5
[130-140[	3	34,0
≥140	4	36,0

As dimensões previstas para os quatro níveis de profundidade do assento, com base na estatura, foram testadas tendo em conta a amostra estudada e de acordo com os critérios de (in)compatibilidade utilizado por Parcels et al. (1999). Os resultados obtidos são apresentados na tabela 29.

Tabela 29 – Percentagem de (in)compatibilidade da profundidade do assento com o comprimento glúteo-poplíteo

Estatura (cm)	Nível	Profundidade do assento (cm)	Incompatibilidade Inferior	Incompatibilidade Superior
<120	1	29,0	6,7%	8,9%
[120-130[	2	31,5	3,4%	4,1%
[130-140[	3	34,0	5,1%	5,1%
≥140	4	36,0	0,0%	2,4%

Estes resultados mostram que os valores estabelecidos para a profundidade do assento, e com base na medida antropométrica comprimento glúteo-poplíteo da amostra, uma grande percentagem destas ficarão corretamente acomodadas, de acordo com os critérios de (in)compatibilidade utilizados. Se analisarmos o critério ergonómico, utilizado em diversos estudos (Pheasant & Haslegrave, 2006; Milanese & Grimmer, 2004; Evans et al., 1988; Helander, 1997; Keegan, 1962) de que a profundidade do assento deve ser inferior à distância glúteo-políteo, a percentagem de crianças que ficarão acomodadas é maior, como revelam os dados apresentados na tabela 30.

Tabela 30 – Percentagem de crianças com o comprimento glúteo-poplíteo inferior à profundidade do assento

Estatura (cm)	Nº crianças	Profundidade do assento (cm)	Nº de crianças com CGP < PA	% da amostra
<120	45	29,0	0	0,0%
[120-130[	149	31,5	1	0,7%
[130-140[	156	34,0	3	1,9%
≥140	82	36,0	0	0,0%

Apesar de ter sido verificado que o encosto é pouco utilizado pelas crianças, uma vez que a maior parte do tempo em sala de aula é passado em tarefas de escrita, desenho e leitura, que requerem inclinação para a frente, este é considerado relevante se formar um ângulo obtuso (entre 95° e 110°) com o assento. Só desta forma é possível manter a curva lordótica na zona lombar, sem aumentar a tensão muscular (Oliver & Middledith, 1998).

A altura a que deve ser colocado o topo do encosto deve corresponder a 60-80% da altura do ombro medida a partir da superfície do assento (Gouvali & Boudolos, 2006), ou seja, a distância ombro-assento (DOA). O encosto deve localizar-se abaixo da escápula ou, no máximo, junto à parte superior da escápula. Assim, a (in)compatibilidade da altura do encosto deve respeitar a condição ditada pela equação 13.

$$60\%*DOA \leq \text{Altura do encosto} \leq 80\%*DOA \quad \text{Equação (13)}$$

Da equação 12 ($R^2=0,594$), e tendo em conta as indicações sugeridas para as alturas máxima e mínima do encosto referidas anteriormente, resultam as dimensões máxima e mínima para a altura do encosto, medida a partir do assento (tabela 31).

Tabela 31 - Distância ombro-assento e altura do encosto (em cm)

Estatura	Distância ombro-assento (obtida a partir da equação 12)		Altura do encosto (obtida a partir da equação 13)	
	Min	Máx	Min	Máx
<120	—	40,80	—	32,64
120-129,9	40,83	43,98	24,50	35,18
130-139,9	44,01	47,16	26,41	37,73
140-149,9	47,19	50,34	28,31	40,27
≥150	50,37	—	40,30	—

Os valores assumidos para a altura do encosto (tabela 32) resultaram de várias iterações com os valores do intervalo de valores entre o máximo e o mínimo ou, quando existe apenas um deles, para valores considerados razoáveis, por aplicação dos critérios de compatibilidade de Gouvali & Boudolos (2006), e com os dados antropométricos da amostra

Para os valores apresentados para a altura do encosto consegue-se obter bons resultados com apenas dois níveis de ajustabilidade (tabela 32). Com estes dois níveis conseguem-se valores satisfatórios de compatibilidade, cumprindo com a condição de o encosto dever ficar localizado abaixo da escápula, de acordo com os critérios referenciados por Gouvali & Boudolos (2006), conforme mostra a tabela 33.

Tabela 32 – Níveis de ajustamento da altura do encosto

Estatura (cm)	Nível	Altura do encosto (cm)
<120		
[120-130[	1	30,0
[130-140[
≥140	2	34,5

Tabela 33 – Percentagem de (in)compatibilidade da altura do encosto em relação à distância ombro assento

Estatura (cm)	Nível	Altura do encosto (cm)	Incompatibilidade Inferior	Incompatibilidade Superior
<120				
[120-130[	1	30,0	3,1%	0,9%
[130-140[
≥140	2	34,5	2,4%	0,0%

7.4.4.2. Superfície de trabalho

No dimensionamento das superfícies de trabalho, parâmetros como a largura e a profundidade são, por norma, determinados por critérios funcionais, em função da quantidade de material que a superfície deve acomodar, não tendo um impacto significativo, ao contrário da altura, cujo dimensionamento influencia a postura adotada pelos seus utilizadores.

Há no entanto a questão dos alcances, nomeadamente do alcance máximo, cujo valor não deve ser ultrapassado, em termos de profundidade da mesa. Apesar de, neste estudo, a medida antropométrica “alcance máximo” não ter sido recolhida, podemos fazer uma análise simples para avaliar a profundidade atual, recorrendo a outros estudos antropométricos realizados, onde conste esta medida antropométrica, como é o caso das tabelas antropométricas de Pheasant & Haslegrave (2006). As limitações dos alcances determinam o máximo valor aceitável para um projeto. Trata-se de uma limitação minorante e, na conceção usando indivíduos extremos, *one-*

way, que deve ser determinada por um membro pequeno da população, como por exemplo, o 5º percentil.

Os valores apresentados nas tabelas de Pheasant & Haslegrave (2006), para o 5º percentil, vão desde os 435 mm (valor mínimo) até aos 525 mm (valor máximo), para as crianças dos 6 aos 10 anos de idade. Quando comparados estes valores com os valores da profundidade das mesas atuais, verifica-se que esta última (60 cm) apresenta valores que excedem o valor mínimo da variável antropométrica relevante para este dimensionamento. No entanto, esta disparidade não parece ser tão relevante, já que o aluno não deverá ter necessidade de alcançar a extremidade da mesa, mas apenas usar a sua profundidade para acomodar o material necessário para as suas atividades.

No que respeita à altura da superfície horizontal de trabalho, esta deve corresponder à altura do cotovelo. Este é um pressuposto comum aos vários trabalhos de investigação levados a cabo na área (Garcia-Acosta & Lange-Morales, 2007; Chung & Wong, 2007; Gouvali & Boudolos, 2006; Panagiotopoulou et al., 2004; Molenbroek et al., 2003), baseado no facto de existir uma redução significativa da carga sobre a coluna, se os braços ficarem apoiados na mesa. Poulakakis & Marmaras (1998) e Pheasant & Haslegrave (2006) recomendam que a altura da superfície de trabalho (desde o assento) esteja entre a distância cotovelo-assento e 3 a 5 cm abaixo desta medida antropométrica, permitindo assim um melhor apoio dos cotovelos, garantindo uma postura do tronco mais adequada e uma melhor eficiência das tarefas escolares, tais como leitura, escrita e desenho.

O dimensionamento da altura da superfície de trabalho será sempre em função da altura do assento, já que este funciona como um sistema integrado com a superfície de trabalho. Assim, a altura da superfície de trabalho é determinada pela altura do assento, acrescido do valor máximo para a espessura da coxa, para cada um dos intervalos das estaturas, retirados da amostra em estudo. A este valor acresce ainda os 2 cm previstos na equação 8 de compatibilidade. A tabela 34 mostra os resultados obtidos.

Tabela 34 – Distância assento-mesa em função da altura do assento, espessura da coxa e espaço livre (em cm)

Estatura	Altura do assento	Valor máximo da EC	Altura da superfície de trabalho (acrescido de 2 cm)	Distância assento-mesa	
				Min	Máx
<120	27,0	12,2	41,2	14,2	19,2
[120-130[	29,0	14,2	45,2	16,2	21,2
[130-140[	31,5	15,6	49,1	17,6	22,6
≥140	34,5	16,3	52,8	18,3	23,3

Os valores assumidos para a distância assento-mesa, constantes na tabela 35, resultam de diversas iterações efetuadas com os valores do intervalo (entre o mínimo e o máximo), da tabela 34. Os valores assumidos foram aqueles que apresentaram valores de compatibilidade maiores com a dimensão antropométrica relevante – distância cotovelo-assento, de acordo com o critério estabelecido na equação 7.

Tabela 35 – Distância assento-mesa para dimensionamento da superfície de trabalho (em cm)

Estatura	Distância assento-mesa
<120	18,0
[120-130[	18,0
[130-140[	18,0
≥140	20,0

A (in)compatibilidade dos valores obtidos para a distância assento-mesa com a medida antropométrica relevante – distância cotovelo-assento (DCA) – por aplicação do critério de compatibilidade definido na equação 7, são apresentadas na tabela 36.

Tabela 36 – Percentagem de (in)compatibilidade da distância assento-mesa em relação à distância cotovelo-assento

Estatura (cm)	Distância assento-mesa (cm)	Incompatibilidade Inferior	Incompatibilidade Superior
<120			
[120-130[	18,0	4,9%	5,7%
[130-140[
≥140	20,0	6,1%	17,1%

A aplicação dos critérios de (in)compatibilidade aos valores da distância cotovelo-assento registados na amostra em estudo, resulta em valores de compatibilidade superiores a 89% na grande maioria das crianças, cuja estatura se situa entre 120 e 140 cm. Em crianças com estatura igual ou superior a 140 cm, verifica-se que a compatibilidade decresce para valores de cerca de 76%, conforme evidencia a tabela 36.

Assim, as mesas de trabalho deveriam ter 4 níveis de ajustabilidade em altura, em função da altura do assento e as dimensões são as que constam da tabela seguinte (tabela 37).

Tabela 37 – Níveis de ajustamento para mesa

Estatura (cm)	Nível	Altura da mesa (cm)
<120	1	45,0
[120-130[	2	47,0
[130-140[	3	49,5
≥140	4	54,5

7.4.4.3. Requisitos de forma para a conceção

Determinados os requisitos dimensionais para o mobiliário escolar das escolas do 1º ciclo do ensino básico, outra questão em análise foi a forma, mais concretamente a inclinação do assento, e da superfície de trabalho.

O assento tradicional apresenta uma superfície horizontal ou com uma inclinação posterior de aproximadamente 5° e está associado a uma superfície de trabalho com uma superfície plana. Um assento inclinado para trás origina a inclinação da coluna lombar sobrecarregando os discos e ligamentos. Quando associado a uma superfície de trabalho também plana, a exigência das tarefas em sala de aula, faz aumentar a flexão quer do tronco quer do pescoço (Mandal, 1981).

Mandal (1981) estudou a inclinação da superfície do assento e sugeriu que, quando o assento é utilizado em conjunto com uma mesa, ele deve inclinar-se para a frente de forma a obrigar a que o sistema coxa-tronco forme um ângulo superior a 90°, mantendo assim o tronco em posição ereta. O ângulo de flexão do pescoço, deve rondar os 15° (Chaffin, 1973; Grandjean, 1987), entre a cabeça e o tronco, em situações de posturas estáticas prolongadas. Uma superfície de trabalho

inclinada proporciona boas posturas para o pescoço e as costas, mas depende da tarefa que se está a realizar.

Na posição sentada com flexão lombar de pelo menos 30° , inclinado para a frente em mais de 50% do tempo de aula, pode aumentar o risco de dor no pescoço e nas costas das crianças (Murphy et al., 2002). Estudos posteriores destes autores mostraram haver uma maior incidência de indicação de dor lombar pelas crianças, quando estas assumiam posturas de tronco fletido a 20° , situação que ocorria quando estavam a trabalhar sobre a mesa.

Na atual tese, e como já descrito na secção da metodologia, foram observados 20 alunos, do 3º e 4º ano de escolaridade nas suas atividades letivas normais (89% do tempo gasto em tarefas de leitura e escrita), onde cada um deles utilizou, durante 15 minutos, cada uma das combinações de mobiliário (figura 33) e o registo foi efetuado em vídeo.

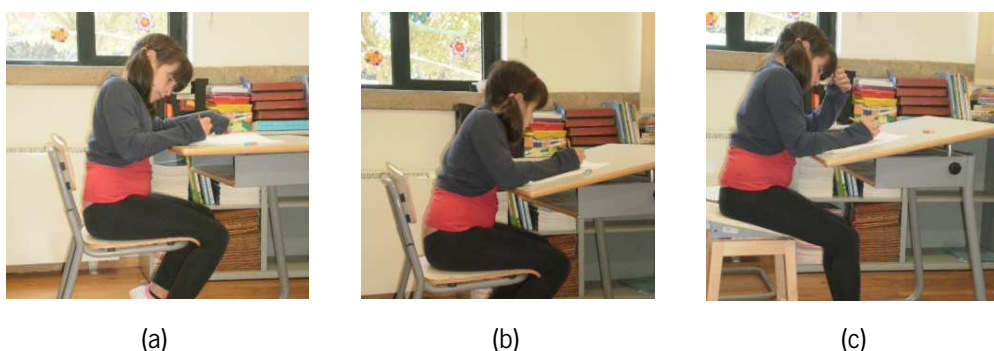


Figura 33 – Imagens das situações posturais em análise

A análise foi efetuada em duas fases. Para cada tipo de combinação, foi analisado, numa primeira fase, o ângulo formado pelo sistema tronco-coxas, em função das posturas adquiridas pelas crianças e registado o tempo durante o qual o elemento de análise (sistema tronco-coxas) formava ângulos menores a 90° ou maiores ou iguais a 90° .

Na fase seguinte, foi analisada a flexão do pescoço, seguindo um procedimento idêntico ao anterior. Foi registado o tempo durante o qual a postura das crianças, relativamente aos ângulos de flexão do pescoço, se registava com valores menores ou igual a 30° , entre 30° e 45° e maiores ou igual a 45° . O ângulo de inclinação do pescoço, a que obedece o limite natural do eixo de visão, vai até 30° abaixo da linha horizontal, segundo Bendix et al. (1996). Quando a inclinação da cabeça é maior que 30° , em relação à vertical, será expectável que surjam dores na região

cervical. O tempo para o aparecimento destas dores diminui significativamente quando os valores de flexão são superiores a 45° (Chaffin, 1973).

A tabela 38 mostra os resultados da análise efetuada, em percentagem do tempo que as crianças mantiveram uma determinada postura, em relação ao tronco e ao pescoço, dentro de um intervalo angular dos que estavam definidos para este estudo, em função da combinação do mobiliário que estava a ser utilizado.

Da análise aos resultados obtidos, pode constatar-se que a melhor postura para o tronco é conseguida através da combinação de mobiliário com mesa e assento inclinado, idênticas às da combinação (c). Estes resultados demonstram que só em 4,7% do tempo se observou um ângulo entre o tronco e as coxas inferior a 90° e este valor percentual refere-se à postura adotada por uma criança específica. Estas constatações parecem ir de encontro às conclusões de Mandal et al. (1976, 1982, 1987, 1994) em alguns de seus estudos publicados sobre a utilização de mesas e assentos com os tampos inclinados.

Tabela 38 - Percentagem de tempo gasto pelas crianças, para cada postura definida em cada combinação de mobiliário

Combinação de mobiliário escolar	Ângulo Tronco-Coxas		Ângulo de flexão do pescoço		
	<90°	≥90°	≤30°	30°- 45°	≥45°
Combinação (a)	74,1%	25,9%	11,5%	22,8%	65,8%
Combinação (b)	59,1%	40,9%	8,2%	19,1%	72,7%
Combinação (c)	4,7%	95,3%	8,8%	52,4%	38,8%

A combinação (b) também provou ser uma boa solução, em comparação com as superfícies horizontais tradicionais. Também deve ser referenciado que, durante o estudo, as crianças foram convidadas a expressar a sua opinião sobre a combinação mais confortável. Como resultado desta questão, 95% das crianças, ou seja, 19 das 20, referiram gostar da combinação (b) – Mesa com inclinação de 12° e assento com inclinação de 5° para trás - e apenas uma parecia sentir-se mais confortável com a combinação (a) - modelo tradicional. Resultados idênticos foram obtidos por Pereira (2010) que, na observação e análise de campo que efetuou, constatou que as crianças que tiveram oportunidade de experimentar o tampo inclinado, preferem-no e defendem-no.

O modelo tradicional parece ser o mais penalizador para a postura sentada. As crianças passam quase 75% do tempo com valores de ângulo entre tronco e coxas inferiores a 90°, provocando assim uma maior pressão nos discos intervertebrais.

Em relação à combinação (c), ao longo desta etapa do trabalho de investigação, verificou-se que o conforto melhoraria com um suporte para fixar os pés, evitando assim que a criança escorregasse, e passando grande parte do peso corporal para os pés.

Quando analisamos a flexão do pescoço, esta revela que as posturas dependem essencialmente da atividade que está a ser realizada. Quando a criança está a olhar para o quadro ou a ouvir a professora, a cabeça está elevada e o grau de flexão do pescoço é inferior a 30°. No entanto, em atividades de leitura e escrita, as crianças tendem a fletir mais o pescoço para conseguirem uma visualização adequada do trabalho que estão a realizar.

Verifica-se que nas combinações (a) e (b), na maior parte do tempo, as crianças fletem o pescoço a mais de 45°, o que torna a postura prejudicial para a coluna cervical. Neste aspeto, a combinação (c) parece voltar a ser a mais favorável, já que a flexão que é exigida ao pescoço é menor, situando-se nos valores entre 30 e 45°, durante mais de 50% dos casos.

A combinação (a), ou seja, a combinação mais usual nas escolas básicas do primeiro ciclo, parece ser, mais uma vez, uma solução ergonomicamente desfavorável.

Desta análise pode inferir-se que os tampo inclinados são a solução mais favorável no que diz respeito às posturas adotadas, nomeadamente nas tarefas de leitura e escrita. A inclinação de 12° do tampo da mesa utilizada neste estudo permite que a criança desenvolva estas atividades sem alguns dos inconvenientes normalmente associados a este tipo de tampo de mesa, nomeadamente no que diz respeito ao deslizamento do material utilizado em sala de aula.

A distância focal parece ser uma variável importante, quer na flexão do tronco, quer na flexão da cabeça. Esta constatação advém do facto de se ter utilizado mobiliário de dimensões fixas em crianças com idades entre os 7 e os 10 anos, com diferenças de estatura assinaláveis e de se registar que as mais altas, para as quais a superfície de trabalho fica abaixo na altura do cotovelo, têm tendência a fletir mais tronco e cabeça para conseguir ler e escrever, ao passo que as mais

baixas, para as quais a altura da mesa era um pouco acima do recomendável (altura do cotovelo), não tinham essa necessidade, adquirindo posturas mais favoráveis.

Esta situação tem a sua maior manifestação na combinação (a), sendo que nas restantes combinações os valores são aproximados. Isto justifica-se porque a reclinção do tampo baixa o bordo da superfície do lado da criança e sobe o bordo oposto. Nestas condições, a altura da superfície de trabalho fica aproximadamente, e na grande maioria dos casos (apenas num caso esta situação não ocorreu), à altura do cotovelo. Ou seja, quando se inclina o tampo da mesa, aproxima-se o objeto à visão da criança e esta tem menos necessidade de se aproximar, situação normalmente conseguida pela inclinação/flexão do tronco e da cabeça/pescoço, como é evidenciado nos resultados obtidos na análise, que constam da tabela 39.

Assim, de acordo com a metodologia utilizada anteriormente, foi analisada a percentagem de tempo despendido pelas crianças, em cada postura, consoante a superfície de trabalho, na posição plana, se situava acima ou abaixo da altura do cotovelo, na posição sentada, classificando a mesa como alta ou baixa, respetivamente.

Tabela 39 – Percentagem de tempo gasto pelas crianças, para cada postura definida, na combinação (a) do mobiliário, em função da altura da mesa vs altura do cotovelo

	Combinação (a)				
	ÂNGULO TRONCO-COXAS		ÂNGULO DE FLEXÃO DO PESCOÇO		
	<90º	≥90º	≤30º	30º- 45º	≥45º
MESA ALTA	69,6%	30,4%	15,0%	23,8%	61,2%
MESA BAIXA	78,3%	21,7%	10,4%	20,7%	68,9%

Assim, pode inferir-se que as crianças tendem a aumentar a flexão do pescoço e a diminuir a flexão do tronco, quando a superfície da mesa é ligeiramente superior à altura do cotovelo, em superfícies planas, o que vai de encontro à conclusão de estudo levado a cabo por Mandal (1981).

No entanto, é considerado que a correlação entre a postura assumida e a distância focal, deverá ser um tema a desenvolver numa investigação mais específica para retirar conclusões mais robustas e completas e, dessa forma, potencialmente mais fiáveis.

7.5. Uso de Computadores

É um facto que o trabalho com computadores nas escolas do primeiro ciclo do ensino básico torna-se um hábito cada vez mais enraizado e com tendência para se estender à generalidade das escolas, nomeadamente a utilização de computadores portáteis, segmento no qual se encontram os computadores portáteis modelo Magalhães (figura 34).



Figura 34 - Imagens do computador portátil, modelo Magalhães – versão 2 (reproduzido de J.P.Sá Couto, 2011)

Este tipo de equipamento apresenta vantagens no que à portabilidade diz respeito, mas em termos ergonómicos aporta alguns problemas. Pelas suas reduzidas dimensões, a altura do monitor não está, normalmente, dentro dos valores do ângulo de conforto da visão formado pela linha normal de visão – linha formada quando uma pessoa descontraída e sem fixar um objecto dirige a visão para a frente.

A recomendação ergonómica para a altura do topo do monitor é de que esta esteja ao nível dos olhos das crianças, quando sentados (Straker et al., 2008, 2009), justificada pelo facto de, nestas condições, estarem reunidas as condições para uma postura da cabeça e do pescoço na vertical, que provocará uma menor pressão ao nível da coluna cervical (Jaschinski et al., 1998; Straker et al., 2008).

Com base nesta recomendação, foi verificada a (in)compatibilidade da altura do topo do computador portátil Magalhães com a medida antropométrica relevante – a altura dos olhos sentado, recorrendo à equação do percentil de ordem p (equação 3).

Foi medida a altura do monitor, desde a superfície de trabalho até ao topo, obtendo-se um valor de 18,5 cm.

A altura do topo do monitor, em relação ao assento, foi considerada como sendo a soma da altura do monitor com distância assento-mesa, à qual foi adicionada a espessura do tampo (tabela 40).

Tabela 40 – Altura do topo do monitor do computador portátil na mesa com tampo plano

Estatura (cm)	Nível	Dist. Assento-mesa (cm)	Espessura do tampo da mesa (cm)	Altura do monitor	Altura do topo do monitor
<120	1	18,0			38,7
[120-130[	2	18,0			38,7
[130-140[	3	19,5	2,2	18,5	40,2
≥140	4	20,5			41,2

A incompatibilidade é de aproximadamente 100%, ou seja, a altura do topo do monitor, em relação ao assento, está abaixo da altura dos olhos sentado (média=57,5; desvio padrão=4,1), para todos os níveis de altura da mesa, isto é, abaixo da recomendação para a altura do topo do monitor.

O facto de o monitor estar fixado ao teclado impede a ajustabilidade deste periférico, nomeadamente no que respeita à altura e mesmo à distância de visão ao monitor. No entanto, se o tampo da mesa for inclinado, o topo do monitor pode ser elevado, melhorando assim a compatibilidade ergonómica requerida para o uso deste equipamento.

Partindo das constatações de vários estudos realizados no campo da utilização de computadores, pode inferir-se que o topo do monitor deve estar colocado ao nível dos olhos da criança, na posição sentada. Nesta posição, a cabeça e o pescoço tendem a estar na vertical, provocando uma menor pressão nos discos da coluna cervical (Jaschinski et al., 1998; Straker et al., 2008).

Por outro lado, Kroemer & Grandjean (1997) recomendam que os objetos a visualizar fiquem num ângulo de visão entre 5° acima e 30° abaixo de uma linha imaginária horizontal perpendicular ao olho (linha de visão). Por seu lado, Pheasant & Haslegrave (2006) e Cook & Burgess-Limerick (2003) consideram três zonas distintas para as condições de visão: (1) zona de repouso, situada entre a linha horizontal de visão e 15° abaixo desta linha, (2) zona preferida, situada entre a linha horizontal e 30° abaixo e (3) zona aceitável, situada entre os 30° e os 45° abaixo da linha horizontal de visão.

A distância de visão a que o monitor se encontra é também um requisito importante, já que monitores colocados muito perto ou longe demais podem levar a assumir posturas inadequadas e levar a fadiga ocular. Efetivamente, se o monitor estiver muito distante, a tendência do utilizador é inclinar-se para a frente para melhorar a visualização do trabalho que está a ser realizado. No entanto, caso a distância dos olhos ao monitor for muito curta, vai haver um esforço visual, provocando tensão ocular, ofuscamento da visão, dores de cabeça e ardor em volta do olho (Pheasant & Haslegrave, 2006). Nestas condições, poderá haver a tendência para inclinar a cabeça para trás ou afastar a cadeira para se distanciar do monitor.

Segundo Mandal (1981), a distância focal deve situar-se entre os 20 e os 30 cm do objeto a visualizar, quando este se encontra a 90° em relação à linha de visão.

No entanto, uma distância de 50 cm é, para a maioria dos casos, a distância mínima recomendada (Pheasant & Haslegrave, 2006; Kroemer & Hill, 1986). As orientações expressas pela OSHA –Occupational Safety and Health Administration (EUA) e pela ANSI/HFES 100 (2007) vão no mesmo sentido, ou seja, recomendam uma distância entre 20 e 40 polegadas (aproximadamente 50 e 100 cm) do olho ao topo do monitor do computador.

As condições anteriormente relatadas (zonas de visão e distância mínima ao monitor) estão ilustradas na figura 35.

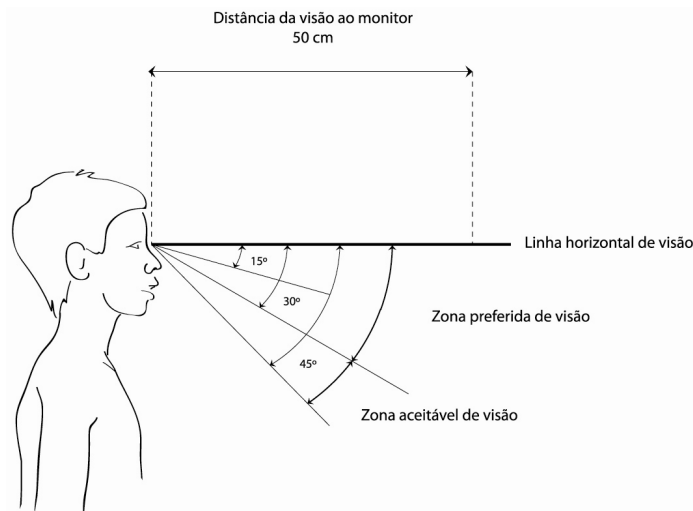


Figura 35 – Zonas de visão e distância ao monitor consideradas (Adaptada de Pheasant & Haslegrave, 2006)

No entanto, dado que o modelo de computador (Magalhães) é um computador portátil, a distância de visualização ao monitor é provavelmente menor, para potenciar um maior conforto visual, requerendo maiores ângulos de visão (Pheasant & Haslegrave, 2006).

Considerando os seguintes pressupostos (figura 36):

- A linha horizontal de visão é ditada pela linha horizontal formada entre o olho, à altura dos olhos sentado (AOS) e o objeto a visualizar;
- Assumindo a distância focal como metade da profundidade da mesa (30 cm), atendendo ao pressuposto de Pheasant & Haslegrave (2006) para o caso dos computadores portáteis e indo, ainda assim, de encontro às recomendações de Mandal (1981), quanto à distância focal;
- Os ângulos de olhar situados 5° acima da linha horizontal de visão (Kroemer & Grandjean, 1997) e 15° abaixo da mesma linha, são zonas consideradas como zonas repouso visual (Pheasant & Haslegrave, 2006).

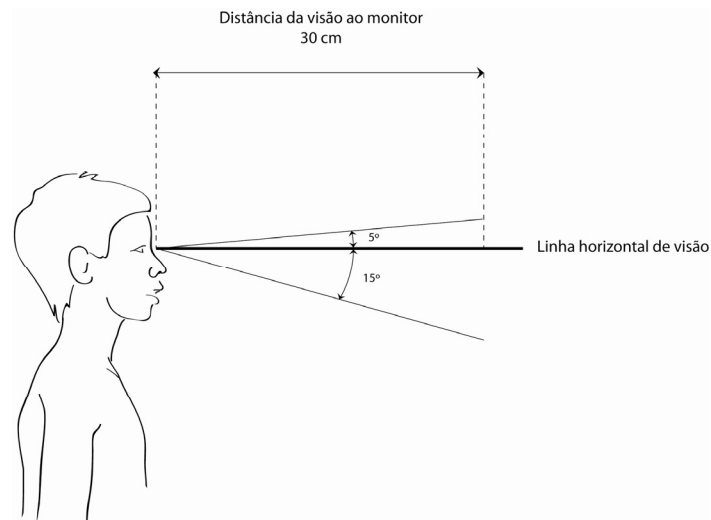


Figura 36 – Ilustração dos pressupostos para a equação de (in)compatibilidade

pode estabelecer-se a equação de (in)compatibilidade para a altura do topo do monitor, em relação à medida antropométrica altura dos olhos sentado (AOS) (equação 14):

$$\text{AOS} - 30 \cdot \text{tg}(15^\circ) \leq \text{Altura do topo do monitor} \leq \text{AOS} + 30 \cdot \text{tg}(5^\circ) \quad \text{Equação (14)}$$

Na tentativa de compatibilizar a altura do monitor do computador, utilizando a mesa de trabalho projetada, esta deveria ser capaz de elevar o topo do monitor, para que este fique o mais aproximado possível da altura dos olhos sentado. Esta condição é conseguida através da inclinação do tampo, em diferentes ângulos, tal como mostra a tabela 41. Os valores de elevação estabelecidos foram resultado de várias iterações testadas com base na amostra do estudo.

Tabela 41 – Altura do topo do monitor do computador portátil, na mesa com tampo de inclinação ajustável

Estatura (cm)	Altura do topo do monitor, mesa plana	Elevação da mesa	Inclinação correspondente	Altura do topo do monitor final	AOS correspondente (de acordo com equação 14)	
					min	máx
<120	38,7	14	25°	52,7	50,1	60,7
[120-130[	40,2	16	28°	56,2	53,6	64,2
≥140	41,2	18	31°	59,2	56,6	67,2

Na tabela 42 encontram-se as percentagens de incompatibilidade em relação aos valores estipulados para a altura do topo do monitor, nas mesas com tampo de inclinação regulável.

Neste caso, a incompatibilidade inferior corresponde à percentagem de crianças da amostra que apresentam uma altura dos olhos sentado menor que o valor mínimo, ditado pela equação de (in)compatibilidade (equação 14), ou seja, o topo do monitor vai ficar acima da linha de visão; por outro lado, a incompatibilidade superior indica a percentagem de crianças da amostra que têm uma altura dos olhos sentado superior ao valor máximo, e para as quais o topo do monitor vai ficar abaixo da sua linha de visão. Os resultados obtidos constam da tabela seguinte (tabela 42).

Tabela 42 – Percentagem de (in)compatibilidade da altura do topo do monitor, em função da altura dos olhos sentado

Estatura (cm)	Altura do topo do monitor	Incompatibilidade Inferior	Incompatibilidade Superior
<120	52,7	4,6%	0,5%
[120-130[
[130-140[	56,2	0,6%	0,6%
≥140	59,2	1,3%	8,0 %

O ideal seria que o monitor pudesse ser regulável, através de um braço articulado, que colocasse o monitor à altura e distância recomendável dos olhos. No entanto, a solução preconizada anteriormente é uma solução satisfatória, ao nível da altura do monitor. Assim, resultam três níveis de ajustabilidade para a inclinação do tampo, para as atividades desenvolvidas com o computador portátil, modelo Magalhães (tabela 43).

Tabela 43 – Níveis de ajustamento da inclinação do tampo da mesa, para uso do computador portátil

Estatura (cm)	Nível	Inclinação do tampo da mesa
<120	B	25°
[120-130[
[130-140[	C	28°
≥140	D	31°

Com a inclinação do tampo da mesa, consegue-se ainda que o bordo posterior, voltado para a criança, baixe (figura 37). Cook & Burgess-Limerick (2003) constatam num dos seus estudos que uma mesa com uma altura ligeiramente abaixo da altura do cotovelo, quando se trabalha sentado, favorece o apoio dos antebraços, sem comprometer a postura do tronco. Com os antebraços

apoiados há uma redução da atividade muscular, durante o trabalho com os computadores, reduzindo também o desconforto e os sintomas de dores músculo-esqueléticas (Straker et al., 2010). A eficácia do apoio dos antebraços durante o uso dos computadores mostrou ser particularmente notado nas crianças (Straker et al., 2009).

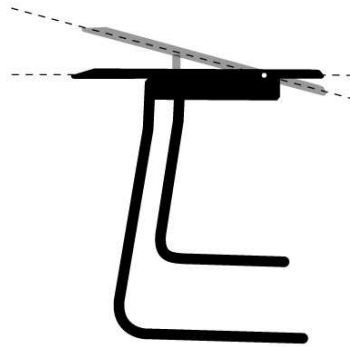


Figura 37 – Ilustração da mesa com tampo inclinado

A abordagem à questão da compatibilização do uso do computador portátil com o mobiliário escolar proposto, pode ser uma das linhas de investigação que poderá ser desenvolvida futuramente em trabalhos específicos.

O uso do teclado e do rato nesta superfície inclinada e a sua implicação dos membros superiores não foi alvo de estudo, por não haver uma mesa protótipo para tal. O maior impacto, a nível ergonómico, tem a ver com os valores angulares que o braço e antebraço possam assumir durante o trabalho. No entanto, esta questão parece ser de menor importância quando comparada com o impacto que a altura do topo do monitor pode ter na postura adotada. Esta é uma limitação deste trabalho que carece de estudo subsequente para comprovar se é suficiente esta alteração no mobiliário para compatibilizar o uso deste computador portátil com as características antropométricas dos utilizadores.

(Página propositadamente deixada em branco)

CAPÍTULO 8 – CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Esta tese revela a incompatibilidade ergonómica do mobiliário escolar atual com as medidas antropométricas das crianças frequentadoras das escolas do primeiro ciclo do ensino básico e apresenta soluções de dimensionamento e forma, a partir do projeto ergonómico deste equipamento, com uma base científica que se considera adequada.

O facto de em Portugal não existir, ou pelo menos não estar publicada, uma base de dados com as medidas antropométricas de crianças, ditou a necessidade de recolher os dados considerados relevantes para a consecução deste projeto de investigação. Foi por isso necessário proceder, numa primeira fase, ao levantamento dos dados antropométricos das crianças portuguesas, com idades compreendidas entre os 6 e os 10 anos de idade, faixa etária característica da população frequentadora das escolas do primeiro ciclo do ensino básico. Para que esta recolha fosse efetuada de forma simples e célere, foi concebida e construída uma cadeira antropométrica. Os dados recolhidos foram validados por comparação do coeficiente de variação da amostra, com aqueles que são considerados os intervalos característicos, e com os valores do mesmo indicador de outras populações estudadas.

Em posse das medidas antropométricas, nomeadamente daquelas que têm impacto no dimensionamento do mobiliário escolar, e utilizando critérios de compatibilidade utilizados em estudos congéneres entre medidas antropométricas e dimensões do mobiliário, foi feita uma análise às duas tipologias de mobiliário utilizadas nas EB1, aprovadas pelo Ministério da Educação. Os resultados revelam que nestes estabelecimentos de ensino, e nomeadamente nas escolas consideradas na amostra, há uma percentagem significativa de incompatibilidade entre as dimensões corporais das crianças e o mobiliário que atualmente garante as escolas. Verifica-se que grande parte das crianças estão sentadas em cadeiras cujo assento é demasiado alto ou demasiado baixo e com mesas que são demasiado altas. De todas as dimensões do mobiliário, consideradas relevantes para o estudo, apenas a largura do assento e o espaço livre entre a coxa e a parte inferior do tampo da mesa, apresentam valores de compatibilidade elevados. Esta constatação é similar à de outros estudos do género, analisados na revisão bibliográfica. De realçar que, em todas as situações, o mobiliário analisado possuía dimensões fixas.

Este estudo revelou também a variabilidade das dimensões corporais existente quer entre as crianças dos quatro anos letivos, quer mesmo das crianças frequentadores de um mesmo ano/faixa etária. Este facto demonstra que o mobiliário de dimensões fixas não conseguirá acomodar ergonomicamente as crianças que o vão utilizar, o que torna a escolha do tipo de mobiliário um compromisso: o compromisso das dimensões do sistema assento-mesa, com impacto direto nas posturas adotadas pelo corpo. Assim, em qualquer sala de aula, pode ser requerido mobiliário de diferentes dimensões. A situação torna-se mais complexa, quando há mobilidade das crianças entre espaços, dentro da escola. Por norma, no primeiro ciclo do ensino básico, as crianças ficam no mesmo espaço (sala de aula) durante os quatro anos letivos, utilizando sempre a mesma tipologia de mobiliário. Neste estudo, 93,7% dos docentes revelaram permanecer no mesmo espaço, ao longo dos quatro anos letivos.

Por outro lado, a forma do mobiliário será igualmente importante, tendo em conta as atividades que são realizadas em ambiente de sala de aula. A utilização de mesas de tampo horizontal, isto é, sem qualquer inclinação na direção do utilizador, durante as tarefas de leitura e escrita, que ocupam a grande parte das atividades letivas, em sala de aula, forçam o corpo a adotar um posição inclinada, com flexão acentuada do tronco, com os ombros arqueados, postura que exerce uma enorme pressão nos discos inferiores da coluna vertebral e nos ligamentos que os suportam. Verifica-se também uma flexão do pescoço acentuada. Por outro lado, a inclinação do assento no sentido oposto ao da mesa, cria condições para que o sistema tronco-coxas assumam valores angulares superiores a 90°, posição que é anatomicamente favorável, pois evita a compressão dos pulmões e do estômago e, conseqüentemente, a restrição da passagem quer do oxigénio quer do sangue ao cérebro. O resultado será, potencialmente, um maior conforto e uma conseqüente melhor concentração.

Estas são razões mais do que suficientes para promover a inclinação dos tamos das mesas, aproximando o objeto de trabalho das crianças, potenciando assim, a adoção de posturas mais corretas e saudáveis. A solução será ainda mais flexível se ainda for possível ajustar esta inclinação ou até usar o tampo na horizontal, para efetuar trabalhos de grupo.

A questão do uso dos computadores foi também abordada, nomeadamente na tentativa de conciliar os benefícios da sua utilização nas escolas do primeiro ciclo do ensino básico, com a otimização da envolvente, garantindo às crianças o melhor conforto físico e mental. Apesar das

crianças deste nível de ensino não passarem ainda grandes períodos de tempo neste tipo de atividade, mesmo assim pode resultar em desconforto. Igualmente importante é o facto de, nestas idades, as crianças estarem a aprender hábitos e práticas que adotarão noutros locais e nomeadamente no seu futuro, onde é expectável venham a passar muito mais tempo em tarefas que envolvam o uso de computadores.

Tendo por base o uso do computador portátil adotado nas escolas básicas do primeiro ciclo, o modelo Magalhães, distribuído pelo governo português, foi abordado neste trabalho de investigação, a questão da compatibilização do uso deste equipamento com o mobiliário projetado, de acordo com os princípios ergonómicos previstos na literatura. Sendo este equipamento um computador portátil, aportou logo à partida os inconvenientes que os computadores portáteis apresentam a nível ergonómico, nomeadamente o facto de ter dimensões reduzidas e de o monitor estar fixo ao teclado, dificultando a ajustabilidade destes elementos.

Apesar da dificuldade assumida, numa mesa de tampo inclinado, com níveis de inclinação superiores relativamente àquele que foi considerado no estudo para as atividades de leitura e escrita, em função da estatura da criança, consegue-se colocar o topo do monitor a uma altura próxima da altura dos olhos, ou com as variações previstas na literatura para ângulos de conforto. Tal como foi referido, esta parte do estudo foi limitada à altura do topo do monitor, não tendo sido avaliado o impacto, do ponto de vista ergonómico, que poderia ter a utilização de um teclado e rato numa superfície com tal inclinação.

A estatura provou ser um bom preditor para determinação de outras medidas antropométricas. Foram usadas duas medidas de avaliação da qualidade do ajuste – o coeficiente de correlação e o coeficiente de determinação, constatando-se que entre a estatura e as medidas antropométricas consideradas relevantes para o dimensionamento do mobiliário, existe uma correlação de significativa ($p < 0,01$). Na análise de regressão linear, foi determinado o coeficiente de determinação, R^2 , da estatura com a altura do poplíteo ($R^2 = 0,895$), com o comprimento glúteo-poplíteo ($R^2 = 0,706$) e com a distância ombro-assento ($R^2 = 0,594$) para a altura do poplíteo. Assim, recorrendo a equações de regressão, com a estatura como variável independente, foram determinados os valores das dimensões antropométricas pretendidas (variáveis dependentes). De acordo com os princípios de adequação ergonómica propostos pela literatura, foram usadas

equações de compatibilidade entre as dimensões do mobiliário e as medidas antropométricas, para chegar a valores dimensionais para mesas e assentos, para diferentes níveis de ajustabilidade.

Da análise que foi feita a partir das equações de regressão e quando se confrontam esses valores com os dados antropométricos da amostra, verifica-se existir um nível de compatibilidade bastante significativo.

Apesar de o mobiliário escolar ser um aspeto de primordial importância em sala de aula, as condições ambientais (iluminação, conforto térmico e acústico) são também importantes para o processo ensino-aprendizagem e para o conforto e saúde das crianças. Neste âmbito, foi feito um inquérito aos docentes, no sentido de analisar a perceção destes em relação a estes parâmetros. De uma forma geral, há uma classificação positiva por parte dos docentes. Há no entanto, neste campo, algum trabalho de maior rigor que pode ser efetuado, com medições nos locais e comparação com os valores normativos de referência para estes locais de trabalho, bem como outros aspetos recomendados para cada um dos fatores.

Deste inquérito ressalta ainda que, em média, as crianças despendem mais de 87% do tempo letivo na posição sentada, o que valoriza ainda mais a necessidade do mobiliário proporcionar aos seus utilizadores a adoção de posturas cómodas e saudáveis durante o período letivo, facilitando a concentração, diminuindo a probabilidade de problemas músculo-esqueléticos e, igualmente importante, a aquisição de hábitos posturais corretos e saudáveis.

Neste sentido, os resultados conseguidos com este trabalho de investigação para as especificações a ter em conta na construção do mobiliário escolar destinado às escolas do primeiro ciclo do ensino básico, revelam-se de uma primordial importância, na medida em que proporcionam uma base científica para a construção de um novo conceito de mobiliário escolar, ajustável e compatível com as dimensões antropométricas da população utilizadora, construída a partir de uma amostra de utilizadores-alvo e baseada nas diversas contribuições das investigações ergonómicas efetuadas até à data.

Desta forma foi possível definir um guia metodológico, destinado aos docentes das EB1, que lhes permitirá, em função da estatura da criança, adequar a altura da cadeira e da mesa, bem como inclinar o tampo, em função da atividade que estão a realizar.

Do exposto, pode afirmar-se que estão reunidas as condições para a conceção de uma tipologia de mobiliário, que acompanha o crescimento das crianças, sem comprometer o bom desenrolar da sua aprendizagem, o seu conforto e a sua saúde.

Colocar os conhecimentos científicos advindos da investigação fundamental ao serviço da investigação e desenvolvimento das empresas, através da investigação aplicada, pode resultar em avanços que permitirão chegar a outros patamares de evolução. Espera-se que este trabalho possa ter sido um bom exemplo disso.

Apesar disso, este trabalho apresenta algumas limitações. O facto da amostra de basear na população escolar do 1º ciclo do ensino básico do concelho de Vila Nova de Gaia e da não existência de dados passíveis de comparação de outras populações portuguesas, não permite inferir estes resultados para a população portuguesa.

Outra limitação, entretanto já relatada, tem a ver com o impacto da utilização dos computadores portáteis, com teclado e rato acoplados, em superfícies de tampo inclinado, nomeadamente na questão das implicações que esta situação pode ter na postura dos membros superiores.

Tendo em consideração algumas das limitações referidas e outros dados surgidos ao longo deste projeto, parece poder ser possível referir-se algumas perspetivas de desenvolvimento deste trabalho, nomeadamente:

- Complementar a base de dados antropométrica com outras medidas antropométricas que para este trabalho não foram tidas como relevantes, para constituir uma base de dados completa para crianças dos 6 aos 10 anos;
- Aumentar a dimensão da amostra, bem como a sua abrangência geográfica, por forma a melhorar a significância e assim os valores da amostra sejam o mais próximos possível dos valores da população;

- Estender o estudo aos ciclos superiores do ensino básico e ensino secundário. Para tal, será necessário recolher dados antropométricos para as faixas etárias entre os 10 e os 18 anos;
- Com base no mobiliário proposto, analisar e estudar as questões posturais que advêm sobretudo da inclinação dos tampos, bem como durante a utilização dos computadores portáteis;
- Estudar a influência da visão, mais concretamente da distância focal, na postura adotada.

BIBLIOGRAFIA

Aagaard-Hansen, J., Storr-Paulsen, A. (1994). The working positions of schoolchildren. Technical Note. *Applied Ergonomics*, 25 (1), 63-64.

Aagaard-Hansen, J., Storr-Paulsen, A. (1995). A comparative study of three kinds of school furniture. *Ergonomics*, 38, 1025–1035.

Aarås, A., Fostervold, K.I., Ro, O., Thoresen, M., Larse, S. (1997). Postural load during VDU work: A comparison between various work postures. *Ergonomics*, 40, 1255-1268

Aarås, A., Westgaard, R.H., Stranden, E. (1988). Postural angles as an indicator of postural load and muscular injury in occupational work situations. *Ergonomics*, 31 (6), 915-933

Achour, A.J. (1995). Estilo de vida e desordem da coluna lombar: Uma resposta dos componentes da aptidão física relacionada à saúde. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 1 (1), 36-56.

Alves da Silva, O., Quércia, P., Robichon, F. (2004). Dislexia de evolução e propriocepção. Abordagem clínica e terapêutica. Minerva Comercial Sintrense, Lisboa, 401 pgs.

Alves, G.L. (2005). O Trabalho Didático na Escola Moderna. Formas Históricas. Campinas: Autores Associados, 170 pgs.

Andersson, G.B.J., Örtengren, R., Nachemson, A., Elfström, G. (1974). Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 6 (3), 104-114.

Andersson, G.B.J., Örtengren, R., Schultz, A. (1980). Analysis and measurement of the loads on the lumbar spine during work at a table. *Journal of Biomechanics*, 13, 513-20.

Ankrum, D.R., Nemeth, K.J. (2000). Head and Neck Posture at Computer Workstations-What's neutral? Proceedings of the 14th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, 5, 565-568.

ANSI/HFES 100-2007. Human Factors Engineering of Computer Workstations. Human Factors and Ergonomics Society.

Arezes, P.M., Barroso, M., Cordeiro, P., Costa, L.G., Miguel, A.S. (2006). Estudo Antropométrico da População Portuguesa, Lisboa – ISHST, 51 pgs.

Ashton-Miller, J.A. (1999). Response of muscle and tendon to injury and overuse, In: “Work-related musculoskeletal disorders: report, workshop summary and workshop papers. National Research Council, National Academy Press, Washington DC, 73-79.

Assunção, A. (2011). Efeito do desajustamento das dimensões do mobiliário escolar em relação às características morfológicas de adolescentes com diferentes níveis de maturação na prevalência de sintomas músculo-esqueléticos na coluna vertebral. Tese de Mestrado, FMH-UTL, Lisboa.

Balague, F., Troussier, B., Salminen, J.J. (1999). Non-specific low back pain in children and adolescents: risk factors. *European Spine Journal*, 6, 429-438.

Barbosa, A. (2009). Avaliação da Influência do Mobiliário Escolar na Postura Corporal em Alunos Adolescentes. Tese de Mestrado, Universidade do Minho, 187 pgs.

Bendix, T., Poulsen, V., Klausen, K., Jensen, C.V. (1996). What does a backrest actually do to the lumbar spine? *Ergonomics*. 39(4), 533-542.

Borowski, E.J., Borwein, J.M., (2005). *Collins dictionary of Mathematics*. 2nd Ed., Collins, New York, 641 pgs.

Bridger, R.S., Von Eisenhart-Rothe, C., Henneberg, M. (1989). Effects of seat slope and hip flexion on spinal angles in sitting. *Human Factors*, 31(6), 679-688.

Brighetti, V., Bankoff, A.D. (1986). Survey of the incidence the of postural kyphosis and fallen shoulders in students from 1st to 4th levels. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 7, 93-97.

Buckle, P., Devereux, J., (1999). Work Related Neck and Upper Limb Musculoskeletal Disorders, repost number 92-828-8141-1. European Agency of Safety and Health at Work, Bilbao.

Cailliet, R. (1979). Lombalgias: síndromes dolorosas. Editora Manole, São Paulo, 151 pgs.

Canadian Centre for Occupational Health and Safety. What is new in the ergonomics of sitting at an office workstation and office chair design? Consultado em Dezembro de 2009, Disponível em http://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/office/sloping_chair.html.

Cardon, G., De Clercq, D., De Bourdeaudhuij, I., Breithecker, D. (2004). Sitting habits in elementary schoolchildren: a traditional versus a “Moving school”. *Patient Education and Counseling*, 54, 133–142.

Carnide, M.F. (2006). Ergonomia Escolar: Recomendações. Programa Nacional de Saúde Escolar: Programa Nacional Contra as Doenças Reumáticas, Direção Geral de Saúde, Faculdade de Motricidade Humana.

Castellucci, H.I., Arezes, P.M., Viviani, C.A. (2010). Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures in Chilean schools. *Applied Ergonomics*, 41 (4), 563-568.

Chaffin, D.B. (1973). Localized muscle fatigue – definition and measurement. *Journal of Occupational Medicine*, 15(4), 346-354.

Chaffin, D.B., Andersson G.B.J., Martin, B., (2006). *Occupational Biomechanics*. 4th Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 376 pages.

Chung, J.W.Y., Wong, T.K.S. (2007). Anthropometric evaluation for primary school furniture design. *Ergonomics*, 50 (3), 323-334.

Colombini, D., Occhipinti E., Frigo C., Pedotti A., Grieco A. (1986). Biomechanical, electromyographical and radiological study of seated postures, In: Corlett, N., Wilson, J., Manenica, I. (Ed.), *The ergonomics of working postures*. Taylor & Francis, London and Philadelphia, 331-344.

Cook, C., Burgess-Limerick, R. (2003). Guidelines for computer workstations. Ergonomics Australia, 17, 19-37.

Cotton, L.M., O'Connell, D.G., Palmer, P.P., Rutland, M.D. (2002). Mismatch of school desks and chairs by ethnicity and grade level in middle school. Work Journal, 18, 269-280.

Couto, H.A. (1995). Ergonomia aplicada ao Trabalho, Ed. Ergo Ltda, Volume I, Minas Gerais – MG.

Cruz, A.P. (2000). Trabalhar sentado: Como prevenir as dores na sua coluna. IDICT - Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das Condições de Trabalho, Lisboa.

Currie, C., Hurrelmann, K., Settertobulte, W., Smith, R., Tood, J. (1997). Health and health behaviour among young people. Health Behaviour in School-aged children: a WHO Cross-national study (HBSC). International Report, .36 pgs, Copenhagen.

Cushman, W.H., Nielsen, W.J., Pugsley, R.E. (1983). Workplace design. In: Rodgers, S.H., Eggleton, E.M., Ergonomic Place for people work, Van Nostrand Reinhold, 1, 12-77.

Despacho n° 20841/2004 – Qualificação de mobiliário escolar. Consultado em Abril de 2010, disponível em <http://dre.pt/pdf2sdip/2004/10/239000000/1499015001.pdf>.

DGS - Direcção-Geral da Saúde, Ministério da Saúde (2006). Plano Nacional de Saúde Escolar Consultado em Outubro de 2010, disponível em <http://www.min-saude.pt/NR/rdonlyres/4612A602-74B9-435E-B720-0DF22F70D36C/0/ProgramaNacionaldeSaudeEscolar.pdf>

DGS - Direcção-Geral da Saúde, Ministério da Saúde (2006). Programa Nacional de Saúde Escolar - Avaliação das Condições de Segurança, Higiene e Saúde dos Estabelecimentos de Educação e Ensino (2006). Circular normativa n° 12/DSE, de 29/11/2006. Consultado em Outubro de 2010, disponível em, <http://www.dgs.pt/upload/membro.id/ficheiros/i008418.pdf>.

Dul J., Weerdmeester, B. (1998). Ergonomics for Beginners – A Reference Guide. Taylor & Fancis, London.

Dul J., Weerdmeester, B. (2004). Ergonomia Prática, Editora Edgard Blucher

Dul, J. (1981). Improved body posture at sloping office desk (measurements). Ph.D. Dissertation - Department of Biomedical Engineering, Vanderbilt University, Nashville (USA).

Eastman, M.C., Kamon, E. (1976). Posture and Subjective Evaluation at flat and slanted desks. *Human Factors*, 18 (1), 15-26.

EN 1729 - 1:2001. Furniture — Chairs and tables for educational institutions. Part 1: Functional dimensions.

Evans, W.A., Courtney, A.J., Fok, K.F. (1988). The design of school furniture of Hong Kong school children: an anthropometric case study. *Applied Ergonomics*, 19 (2), 122–134.

Feathers, D.J., Paquet, V.L., Drury, C.G. (2004). Measurement consistency and three-dimensional electromechanical anthropometry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33, 181–190.

Ferronato, A., Candotti, C.T., Silveira R.P. (1998). A incidência de alterações de equilíbrio estático da cintura escapular em crianças entre 7 a 14 anos. *Movimento*, Porto Alegre, Vol. 5, n.9, 24-30.

Floyd, W.F., Ward, J.S. (1969). Anthropometric and physiological considerations in school, office and factory seating. *Ergonomics*, 12, 132-139.

Fragoso, M.I. (1992). Normas Antropométricas da População Infantil de Lisboa. Câmara Municipal de Lisboa. Vol. 1, 2 e 3.

Froufe, M.T. (2002). Recomendação para a conceção de mobiliário para o primeiro ciclo de escolaridade. Tese de Mestrado, FMH, UTL, Lisboa

Froufe, M.T., Ferreira, F., Rebelo, F. (2005). Collection of Anthropometric Data From Primary Schoolchildren. Consultado em Dezembro de 2008, disponível em <http://www.humanics-es.com/Cyberg2005/child5.pdf>.

Garcia-Acosta, G., Lange-Morales, K. (2007). Definition of sizes for the design of school furniture for Bogotá schools based on anthropometric criteria. *Ergonomics*, 50 (10), 1626-1642.

Geada, B., Farias, J. (2002). A postura sentada do aluno em sala de aula. Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto-ESTSP, Monografia de Graduação, Portugal.

Geldhof, E., De Clercq, D., De Bourdeaudhuij, I., Cardon, G. (2007). Classroom postures of 8-12 year old children. *Ergonomics*, 50 (10), 1571-1581.

GEPE - Gabinete de Estatística e Planeamento da Educação, Inquérito aos professores sobre a utilização do Magalhães 2009/2010. Consultado em Junho de 2011, disponível em <http://www.i.gov.org/index.php?article=14079&visual=1&id=&subject=265>.

Gouvali, M.K., Boudolos, K. (2006), Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. *Applied Ergonomics*, 37, 765-773.

Grandjean, E. (1987). *Ergonomics in Computerised Offices*. Taylor & Francis, London.

Grandjean, E. (1998). *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. 4ª Ed., Editora Bookman, Porto Alegre.

Grimmer, K., Williams, M. (2000). Gender-age environmental associates of adolescent low back pain. *Applied Ergonomics*, 31, 343-360.

Hakala, P., Rimpela, A., Salminen, J.J., Virtanen, S.M., Rimpela, M. (2002). Back, neck and shoulder pain in Finnish adolescents: national cross sectional surveys. *British Medical Journal*, 325, 743-745.

Hamill, J., Knutzen, K.M. (1999). *Bases biomecânicas do movimento humano*. Editora Manole, São Paulo, 532 pgs.

Harbison S., Forrester, C. (1995). Ergonomics of notebook computers. *Journal of Occupational Health and Safety - Australia and New Zealand*, 11, 481-487.

Harris, C., Straker, L. (2000). Survey of physical ergonomics issues associated with school childrens' use of laptop computers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26 (2), 337-346.

Hebert, S.K. (2004). Ortopedia para pediatras. Artmed, São Paulo, 192 pgs.

Helander, M. (1997). A Guide to the Ergonomics of Manufacturing. Taylor & Fancis, London, 210 pgs.

Hertzberg, H.T.E. (1972). Engineering Anthropology, In: H.P.Van Cott e R.G. Kincade (Ed.), Human Engineering Guide to Equipment Design. U.S. Government Printing Office, Washington D.C..

Hira, D.S. (1980). An ergonomic appraisal of educational desks. Ergonomics, 23 (3), 213-221.

IEA Ergonomics. What is Ergonomics – Definition of Ergonomics. Consultado em Maio de 2011, disponível em http://www.iea.cc/01_what/What%20is%20Ergonomics.html

IGE - Inspeção-Geral da Educação (2005). Programa Aferição. Segurança e Bem-Estar nas Escolas – Roteiro. Consultado em Março de 2007, disponível em <http://www.ige.min-edu.pt/upload/docs/SEBE-Roteiro.pdf>.

Itiro (1997). Ergonomia: projeto e produção. 4ª Ed., Editora Edgar Blucher, São Paulo.

Ingelmark, B.E. (1953). The influence of different forms of physical education upon the posture in childhood. FIEP Bull, 3, 18-26.

ISO 7250: 1996 – Medidas básicas do corpo humano para o design tecnológico.

ISO 9241-11:1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on usability

Jaschinski, W., Heuer, H., Kylian, H. (1998). Preferred position of visual displays relative to the eyes: a field study of visual strain and individual differences. Ergonomics, 41, 1034-1049

Jeong, B.Y., Park, K.S. (1990). Sex differences in anthropometry for school furniture design, Ergonomics, 33, 1511-1521.

J.P.Sá Couto S.A. (2011). Magalhães. Consultado em Novembro de 2011 e disponível em <http://www.mymagalhaes.com/>.

Karvonen, M.J., Koskela, A., Noro, L. (1962). Preliminary report on the sitting postures of school children. *Ergonomics*, 5, 471-477.

Kavalco, T.F., (2000). A manifestação de alterações posturais em crianças de primeira a quarta séries do ensino fundamental e sua relação com a ergonomia escolar, *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 2(4).

Keegan, J.J. (1953). Alterations of the lumbar curve related to posture and seating. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 35, 589-603.

Kendall, F.P., McCreary, E.K., Provance, P.G. (1995). *Músculos: provas e funções*. 4ª Ed., Editora Manole, São Paulo, 453 pgs.

Kisner, C., Colby, L.A. (1998). *Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas*. 3ª Ed., Editora Manole, São Paulo, 746 pgs.

Knight, G., Noyes, J. (1999). Children's behaviour and the design of school furniture. *Ergonomics*, 42, 747-760.

Knoplick, J. (1986). *Enfermidades da coluna vertebral*. São Paulo, Panamed, 452 pgs.

Kramer, J. (1985). Dynamic characteristics of the vertebral column effects of prolonged loading. *Ergonomics*, 28 (1), 95-97.

Kroemer, K.H.E, Hill, S.G. (1986). Preferred line of sight angle. *Ergonomics*, 29, 1129-1134.

Kroemer, K.H.E., Grandjean, E. (1997). *Fitting the task to the human: a textbook of occupational ergonomics*. 5th Ed. Taylor & Francis, London, 416 pgs.

Kumar, S., Mital, A. (1996). *Electromyography in ergonomics*. Taylor & Francis, London, 312 pgs.

Langlade, A. (1975). Gimnasia Especial: curso técnicos. Editoria Stadium, Buenos Aires

Lei de Bases do Sistema Educativo. Lei nº46/86 de 14 de Outubro. Consultada em Junho de 2007, disponível em <http://www.dges.mctes.pt/NR/rdonlyres/283BAF87-01C8-4EF4-A169-694533E63B0D/612/LeideBases4686.pdf>.

Limon, S., Valinsky, L.J., Bem-Shalom, Y. (2004). Children at risk: risk factors for low back pain in the elementary school environment, *Spine*, 29, 697-702.

Linton, S.J., Hellsing, A.L., Halme, T., Akerstedt, K. (1994). The effects of ergonomically designed furniture on pupils' attitudes, symptoms and behavior. *Applied Ergonomics*, 25, 299–304.

MacColnail, M.A., Basmajian, J.V. (1977). *Muscles and Movements, a basis for human kinesiology*. 2nd Ed., Robert&Krieger Publishing, New York, 400 pgs.

Mandal, A.C. (1976). Work chair with tilting seat. *Ergonomics* 19 (2), 157-164.

Mandal, A.C. (1981). The seated man (Homo Sedens) - The seated work position. Theory and practice. *Applied Ergonomics*, 12 (1), 19-26.

Mandal, A.C. (1982). The correct height of school furniture. *Human Factors* 24, 257-269.

Mandal, A.C. (1987). The influence of school furniture height on backpain. *Behaviour and Information Technology*, 3, 247.

Mandal, A.C. (1994). The prevention of back pain in school children, In: Lueder, R., Noro, K. (Eds.), *The Ergonomics of seating*. Taylor & Fancis, London, 269-277.

Marschall, M., Harrington, A.C., Steele, J.R. (1995). Effect of work station design on sitting posture in young children. *Ergonomics*, 38 (9), 1932-4190.

Marschall, W.A. (1974). Interrelationships of skeletal maturation, sexual development and somatic growth in man. *Annals of Human Biology*, 1(1), 29-40.

Milanese, S., Grimmer, K. (2004). School furniture and the user population: an anthropometric perspective. *Ergonomics*, 47, 416-426.

Miller, H. (2000). Workplace research. Consultado em Setembro de 2010, disponível em <http://hermanmiller.com/research/>.

Ministério da Educação (2011). Programa e.escolinha. Consultado em Maio de 2011, disponível em <https://www.portaldasescolas.pt/portal/server.pt/community/eescolinha-01iniciativa/271>.

Mobapec (2011). Dimensões Funcionais. Norma ENV 1729 - 1:2001. Consultado em Maio de 2011, disponível em <http://www.mobapec.pt/uebestore/dim1.asp>.

Molenbroek, J.F.M. (1993). Dataset 'Dutch children', TUDelft. Consultado em Dezembro de 2008 e disponível em <http://dined.io.tudelft.nl/en,kima1993>.

Molenbroek, J.F.M., Kroon-Ramaekers, Y.M.T, Snijders, C.J. (2003). Revision of the design of a standard for the dimensions of school furniture. *Ergonomics*, 46 (7), 681-694.

Molenbroek, J.F.M., Kroon-Ramaekers, Y.M.T. (1996). Anthropometric design of a size system for school furniture, In: Robertson, S.A., (Ed.), *Proceedings of the Annual Conference of the Ergonomic Society: Contemporary Ergonomics*. Taylor & Fancis, London, 130-135.

Mondelo, P., Gregori E., Barrau, P. (2000). *Ergonomía: Fundamentos*, 3rd Edition, Alfaomega Grupo Editor – UPC, México, 186 pgs.

Moraes, M.A.A. (2001). Modelo de avaliação físico-funcional da coluna vertebral. *Revista Latino-americana de Enfermagem*, 9 (2), 67-75.

Moro, A.R.P. (2000). Análise Biomecânica da postura sentada: uma abordagem ergonómica do mobiliário escolar. Tese de Doutorado Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-Rio Grande do Sul.

Moro, A.R.P., Ávila, A.O., Nunes, F. P. (1999). O design da carteira escolar e suas implicações na postura das crianças. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica, Sociedade Brasileira de Biomecânica: Florianópolis-SC, 125-130.

Muniz, A.M.S., Moro, A.R.P., Ávila, A.O. (1999). Um estudo comparativo da curvatura vertebral na posição em pé e sentada, Anais do VII Congresso Brasileiro da Biomecânica, Florianópolis-SC, 255-259.

Murphy S., Buckle, P., Stubbs, D. (2004). Classroom posture and self-reported back and neck pain in school children in the classroom. *Applied Ergonomics*, 35, 113-120.

Murphy, S., Buckle, P., Stubbs, D. (2002). "The use of the ergonomic observation method (PEO) to monitor the sitting posture of schoolchildren in the classroom. *Applied Ergonomics*, 33, 365-370.

Murphy, S., Buckle, P., Stubbs, D. (2007) A cross-sectional study of self-reported back and neck pain among English schoolchildren and associated physical and psychological risk factors. *Applied Ergonomics*, 38, 797-804.

Murphy, S.D., Buckle, P. (2000). The occurrence of back pain in schoolchildren and the risk factors in schools: Can they be measured? The Triennial Congress of the International Ergonomics Association and 44th Meeting of the Human Factors and Ergonomic Society, San Diego, CA, Vol. 5, 549–552.

Nachemson, A.L. (1990). Exercise, fitness, and back pain, In: Bouchard, C., Shephard, R.J., Stephens, T., Exercise, fitness, and health: consensus of current knowledge. Champaign: Human Kinetics, 533-537.

Oliveira, R. (1990). A lombalgia nas crianças e adolescentes: estudo epidemiológico na região de Lisboa. Dissertação de Mestrado, UTL-FMH, Lisboa.

Oliver, J, Middleditch, A. (1998). Anatomia funcional da coluna vertebral. Revinter Ltda, Rio de Janeiro, 325 pgs.

Oliver, J. (1999). Cuidados Com as Costas: Um Guia para Terapeutas. 1ª Ed., Editora Manole, São Paulo, 162 pgs.

Oxford, H.W. (1969). Anthropometric data for educational chairs. *Ergonomics* 12 (2), 140-161

Paiva, R. (2007). Contribuição metodológica para a coleta de dados antropométricos visando o mobiliário de informática em escolas públicas, para alunos do Ensino Fundamental. Monografia submetida à coordenação de curso de engenharia de produção da Universidade Federal de Juiz de Fora como parte dos requisitos necessários para a graduação em engenharia de produção. Juiz de Fora, MG – Brasil.

Panagiotopoulou, G., Christoulas K., Papanckolaou, A., Mandroukas, K. (2004). Classroom furniture dimensions and anthropometric measures in primary school. *Applied Ergonomics*, 35, 121-128.

Panero, J., Zeinik, M. (2002). Dimensionamento humano para espaços interiores – Um livro de consulta e referência para projetos. Editora Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 320 pgs.

Parcells, C., Stommel, M., Hubbard, R. (1999). Mismatch of Classroom Furniture and Student Body Dimensions: Empirical Findings and Health Implications. *Journal of Adolescent Health*, 24, 265–273.

Parush, S., Levanon-Erez, N., Weintraub, N. (1998). Ergonomic factors influencing handwriting performance, *Work: A Journal of Assessment, Prevention, and Rehabilitation*, 11, 295-305.

Patussi, A.P. (2005). Definição de critérios de avaliação ergonômica para mesas de trabalho informatizado. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 107 pgs.

Paulsen, A.S., Hensen, J.A. (1994). The working positions of school children. *Applied Ergonomics*, 25 (1), 63-64.

Pereira, C. (2003). Ergonomia da postura sentada. Pontifícia Universidade Católica: Rio de Janeiro. Consultado em Março de 2009 e disponível em www.maxwell.lambda.ele.pucRio.br/cgi_bin/PRG0599.EXE/5100_5.PDF?NrOcoSis=12870&CdLinPrg=pt.

Pereira, P. (2010). Recomendações para o projecto de design de mobiliário escolar para o 1º ciclo do ensino básico em Portugal. Tese de Mestrado, FMH, UTL, Lisboa.

Perez, V. (2002). A influência do mobiliário e da mochila escolar nos distúrbios músculo-esqueléticos em crianças e adolescentes. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 70 pgs.

Petroski, E.L. (1999). Antropometria - Técnicas e Padronizações, Porto Alegre-RS, Editora Palotti, 144 pgs.

Pheasant, S. (1991). Ergonomics - Work and Health. 1st Ed., Aspen Pub, 368 pgs.

Pheasant, S., Haslegrave, C. (2006). Bodyspace: anthropometry, ergonomics and the design of work, 3rd Edition, CRC Press, 332 pgs.

Poulakakis, G., Marmaras, N. (1998). A model for the ergonomic design of office, In: Scott, P.A., Bridger, R.S., Charteris, J. (Eds.), Proceedings of the Ergonomics Conference in Cape Town: Global Ergonomics. Elsevier Ltd., 500–504.

Prado-Leon, L.R., Avila-Chaurand, R., Gonzalez-Munoz, E.L. (2001). Anthropometric study of Mexican primary school children. Applied Ergonomics, 32, 339-345.

Projeto EU Kids Online – Portugal. Consultado em Novembro de 2010, disponível em <http://www.fcsh.unl.pt/eukidsonline/>.

Rasch, P.J., Burke, R.K. (1987). Cinesiologia e Anatomia Aplicada. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 204 pgs.

Reis, P.F., Moro, A.R.P, Silva, O.J., Cruz, R.M., Souza, E.R. (2002). O uso da média na construção do mobiliário escolar e a ilusão do conforto e saúde, In: VII Congresso Latino-Americano de Ergonomia, XII Congresso Brasileiro de Ergonomia, I Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral, Anais da ABERGO – ABERGO, Recife.

Roebuck, J., Kroemer, K.H.E., Thomson, W.G. (1975). *Engineering Anthropometry Methods*, John Wiley and Sons, New York, 459 pgs.

Sanders, M.S., McCormick, E.J. (1993). *Human Factors In Engineering and Design*. 7th Edition. McGraw-Hill, 704 pgs.

Santos, N., Dutra, A.R.A., Fialho, F.A.P., Proença, R.P.C., Righi, C.R. (1997) *Antropotecnologia, a ergonomia dos sistemas de produção*. Gênese, Curitiba, 353 pgs.

Seymour, M.B. (1995). The ergonomics of seating – posture and chair adjustment. *Nursing times*, 91 (9), 35-37.

Soares, M.M. (2001). Contribuições da ergonomia do produto ao design e avaliação de mobiliários escolares: carteira universitária; um estudo de caso. In: Moraes, A., Frisoni, B. (Eds.). *Ergodesign – Produtos e Processos*. Rio de Janeiro: 2AB – Série Design. 141-168.

Sommerich, C.M., Joines, S.M.B., Psihogios, J.P. (2001). Effects of computer monitor viewing angle and related factors of strain, performance and preference outcomes. *Human Factors*, 43, 39-55.

Sommerich, C.M., Starr H., Smith, C.A., Shivers, C. (2002). Effects of notebook computer configuration and task on user biomechanics, productivity and comfort. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 30, 7–31.

Storr-Paulsen, A., Aagaard-Hansen, J. (1994). The working position of school children. *Applied Ergonomics*, 25, 63-64.

Straker, L. (2000). VDU placement, In: Karwowski, W. (Ed) *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*. Taylor and Francis. London, 2016 pgs.

Straker, L., Burgess-Limerick, R., Pollock, C., Maslen, B. (2009). The effect of forearm support on children's head, neck and upper limb posture and muscle activity during computer use. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19, 965-974.

Straker, L., Burgess-Limerick, R., Pollock, C., Murray, K., Netto, K., Coleman, J., Skoss, R. (2008). The impact of computer display height and desk design on 3D posture during information technology work by young adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18 (2), 336-349.

Straker, L., Jones, K., Miller, J. (1997). A comparison of the postures assumed when using laptop computers and desktop computers. *Applied Ergonomics*, 28, 263-268.

Straker, L., Maslen, B., Burgess-Limerick, R., Johnson, P., Dennerlein, J. (2010). Evidence-based guidelines for the wise use of computers by children: Physical development guidelines, *Ergonomics*, 53 (4), 458-477.

Tanner, J. (1981). A history of the study of human growth. Editora Cambridge University Press, 512 pgs.

Tichauer, E. (1978). The biomechanical Basis of Ergonomics: Anatomy Applied to the Design of work situations. Wiley, New York, In: Parcels, C., Stommel, M., Hubbard, R. (1999) Mismatch of Classroom Furniture and Student Body Dimensions: Empirical Findings and Health Implications. *Journal of Adolescent Health*, 24, 265–273.

Troussier, B., Davoine, P., de Gaudermaris, R., Fauconnier, J., Phelip, X. (1994). Back pain in school children. A study among 1178 pupils. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 26 (3), 143-146.

Troussier, B., Tesniere, C., Fauconnier, J., Grisom, R., Juvin, R., Phelip, X. (1999). Comparative study of two different kinds of school furniture among children. *Ergonomics*, 42 (3), 516-526.

Vasu, M., Mital, A. (1999). Evaluation of the validity of anthropometric design assumptions. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26 (1), 19-37.

Viel, E., Esnault, M. (2000). Lombalgias e Cervicalgias da posição sentada. 1ª Ed., Editora Manole, São Paulo, 164 pgs.

Viver Quiroprática – Portugal (2005). Coluna Vertebral. Consultado em Março de 2011, disponível em http://www.zamsquiropatica.com/Fotos/V_rtebras.jpg.

Vuori, I. (1995). Exercise and physical health: Muskeletal Health and functional capabilities, *Research quarterly for exercise and sport*, 66 (4), 276-285.

Wall, M., van Riel, M.P., Snijders, C.J., van Wingerden, J.P. (1991). The effect on sitting posture of a desk with a 10-degree inclination for reading and writing. *Ergonomics*, 34 (5), 575-584.

Watkins, J. (2000). Estrutura e função do sistema musculoesquelético. Artmed, Porto Alegre, 383 pgs.

Wisner, A. (1987). Por dentro do trabalho. Ergonomia: método & técnica. FTD/Oboré, São Paulo.

Yeats, B. (1997). Factors who may influence the postural health of schoolchildren. *Work*, 9 (1), 45-55.

Zocchio, M. (1996). A dor dos ossos do ofício. *Revista Veja*, Ano 29, nº 39, edição 1460, Editora Abril, São Paulo, 48 – 53.

(Página propositadamente deixada em branco)

Pedido de autorização aos pais/encarregados de educação para a recolha das medidas antropométricas

(Página propositadamente deixada em branco)

Escola EB1 de _____

Data da recolha: _____ / _____ / _____

Vila Nova de Gaia, 12 de Janeiro de 2009

Prezado Pai/Mãe ou Encarregado de Educação:

Antes de mais, os meus respeitosos cumprimentos.

O meu nome é Maria Antónia Gonçalves, e estou a desenvolver um trabalho de investigação que visa efectuar um estudo ergonómico das salas de aula do primeiro ciclo do ensino básico, e que tem como principal objectivo adequar o mobiliário escolar às características dos alunos que o utilizam.

O mobiliário actual, por não ser compatível com as dimensões das crianças, leva-as a adoptarem posturas incorrectas, que terão reflexo, mais cedo ou mais tarde, na sua saúde e bem-estar. Com o estudo que estou a levar a cabo, e em conjunto com um fabricante de mobiliário escolar, desenvolverei um protótipo de mesa e cadeira que seja ergonomicamente "ideal" para cada criança, evitando assim as deficiências posturais que se verificam actualmente, por motivo de as mesas e cadeiras serem demasiado altas ou demasiado baixas para as crianças.

Para atingir tal objectivo, necessito de conhecer as características antropométricas das crianças cujas idades se situem entre os 6 e os 10 anos de idade. Tal implicará a obtenção das medidas do corpo humano e seus segmentos (medidas antropométricas) e, porque o seu educando faz parte desta população, necessito da sua colaboração.

Esta carta destina-se a pedir-lhe a devida autorização para a participação do seu filho/a neste estudo, o qual terá lugar na escola e na data acima mencionadas.

Se não concordar com a participação do seu filho/a no estudo, por favor preencha o destacável que se encontra abaixo, e envie-o para a escola, ao cuidado do Professor/a, até à data da efectuação da recolha dos dados (acima referida).

Estarei ao vosso dispor para qualquer esclarecimento que julguem conveniente, através do telefone 252.291700 ou do e-mail mag@eu.ipp.pt.

Agradeço por antecipação a vossa colaboração e reitero os meus melhores cumprimentos.

Maria Antónia Gonçalves

.....

Eu, _____, Encarregado de Educação do aluno _____,

não autorizo o meu educando a participar no estudo antropométrico que vai ser realizado na sua Escola.

O Encarregado de Educação,

(Página propositadamente deixada em branco)

Inquérito aos docentes das EB1

(Página propositadamente deixada em branco)

Inquérito ao docente

Escola: _____

Ano: 1º 2º 3º 4º

Mobiliário existente

- Mesas
 - Individual
 - Pares
- Cadeiras
 - Individual
 - Pares
- Cacifos
 - Individuais
 - Colectivos
- Cabides

Equipamentos didácticos existentes

- Quadro
 - Normal
 - Interactivo
- Computador
 - Secretária
 - Portátil
 - Magalhães

% tempo de utilização (aprox.)

_____%(Prof.) _____%(alunos)

Layout utilizado

- Fixo
 - Linha
 - Em U
 - Outro. Qual?

- Variável

Função do que varia: _____

Frequência com que muda:

Condições ambientais

1. Conforto térmico

- Aquecimento central
- Ar condicionado
- Lareira/Salamandra
- Aquecimento portátil
- Ventilação
 - Natural (janelas permitem ventilar)
 - Forçada (sistemas de ventilação)

De uma maneira geral, como considera o conforto térmico da sala de aula?

- Bom
- Aceitável
- Mau

2. Iluminação

- Luz natural
- Cortinas ou outros atenuadores de luz
- Luminárias
 - Fluorescentes
 - Incandescentes
 - Outras. De que tipo?

De uma maneira geral, como considera a iluminação da sala de aula?

- Boa
- Aceitável
- Má

3. Conforto acústico

Existe, nas imediações da escola, alguma fonte de ruído que perturbe o normal funcionamento das aulas?

- Sim
 Não

Tem problemas do foro vocal com frequência?

- Sim
 Não

Considera que tem necessidade de aumentar a intensidade da sua voz, na sala de aula?

- Sim
 Não

De uma maneira geral, como considera o conforto acústico da sala de aula?

- Bom
 Aceitável
 Mau
-

Organização do Trabalho

1. Tempo lectivo - Horário

- Duplo
 Manhã
 Das _____ às _____
 Tarde
 Das _____ às _____
 Normal
 Das _____ às _____

2. Pausas

Nº de pausas (intervalos): _____

Duração de cada pausa: _____ minutos

3. % do tempo sentados: _____% do tempo do tempo lectivo.

4. Fomenta aos seus alunos a mudança postural?

- Não
 Sim. De que forma? _____

5. Durante os quatro anos lectivos, é habitual mudarem de sala de aula?

- Não. Mantemo-nos na mesma sala durante os 4 anos lectivos
 Sim. Mudamos de sala, em função do ano lectivo.

Notas que considere pertinentes no âmbito deste inquérito: _____

Muito Obrigada.

Pedido de autorização aos pais/encarregados de educação para a recolha de imagens para a
avaliação postural

(Página propositadamente deixada em branco)

Escola EB1 de Francelos

Vila Nova de Gaia, 21 de Outubro de 2010

Prezado Pai/Mãe ou Encarregado de Educação:

Antes de mais, os meus respeitosos cumprimentos.

O meu nome é Maria Antónia Gonçalves, e estou a desenvolver um trabalho de investigação que visa efectuar um estudo ergonómico das salas de aula do primeiro ciclo do ensino básico, e que tem como principal objectivo adequar o mobiliário escolar às características antropométricas dos utilizadores.

O mobiliário actual, por não ser compatível com as medidas antropométricas das crianças, leva-os a adoptarem posturas incorrectas, que terão reflexo, mais cedo ou mais tarde, na saúde e bem-estar do seu educando. Com o estudo que estou a levar a cabo, e em conjunto com um fabricante de mobiliário escolar, desenvolverei um protótipo de mesa e cadeira que seja ergonomicamente "ideal" para cada criança, evitando assim as deficiências posturais que se verificam actualmente, por motivo de as mesas e cadeiras não estarem dimensionalmente adequadas às crianças.

O trabalho de investigação em causa, que já obtive a vossa autorização numa primeira fase, para a recolha dos dados antropométricos relevantes, focaliza-se agora no estudo das vantagens de um tampo inclinado em relação ao tampo horizontal. Serão recolhidas imagens, em vídeo, que servirão para efectuar uma análise postural do vosso educando quando trabalham com uma mesa de tampo horizontal e com uma mesa de tampo inclinado. Estas imagens serão utilizadas somente para análise e não serão publicadas. Findo este trabalho, as imagens serão destruídas.

Esta carta destina-se a pedir-lhe a devida autorização para a participação do seu filho/a neste estudo.

Por favor preencha o destacável que se encontra abaixo, e envie-o para a escola, ao cuidado da Professora.

Estarei ao vosso dispor para qualquer esclarecimento que julguem conveniente, através do telefone 252.291700 ou do e-mail mag@eu.ipp.pt.

Agradeço por antecipação a vossa colaboração e reitero os meus melhores cumprimentos.

Maria Antónia Gonçalves

.....

Eu, _____, Encarregado de Educação do aluno _____,

autorizo/ não autorizo¹ o meu educando a participar no estudo ergonómico que vai ser realizado na sua Escola.

¹ Riscar o que não interessa

O Encarregado de Educação,

(Página propositadamente deixada em branco)

Registro da preferência dos alunos em relação às três combinações de mobiliário experimentadas

(Página propositadamente deixada em branco)

Preferência dos alunos pela combinação de mobiliário experimentada

Faz uma cruz na combinação de mesa e assento na qual gostaste mais de trabalhar



CHD#1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CHD#22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

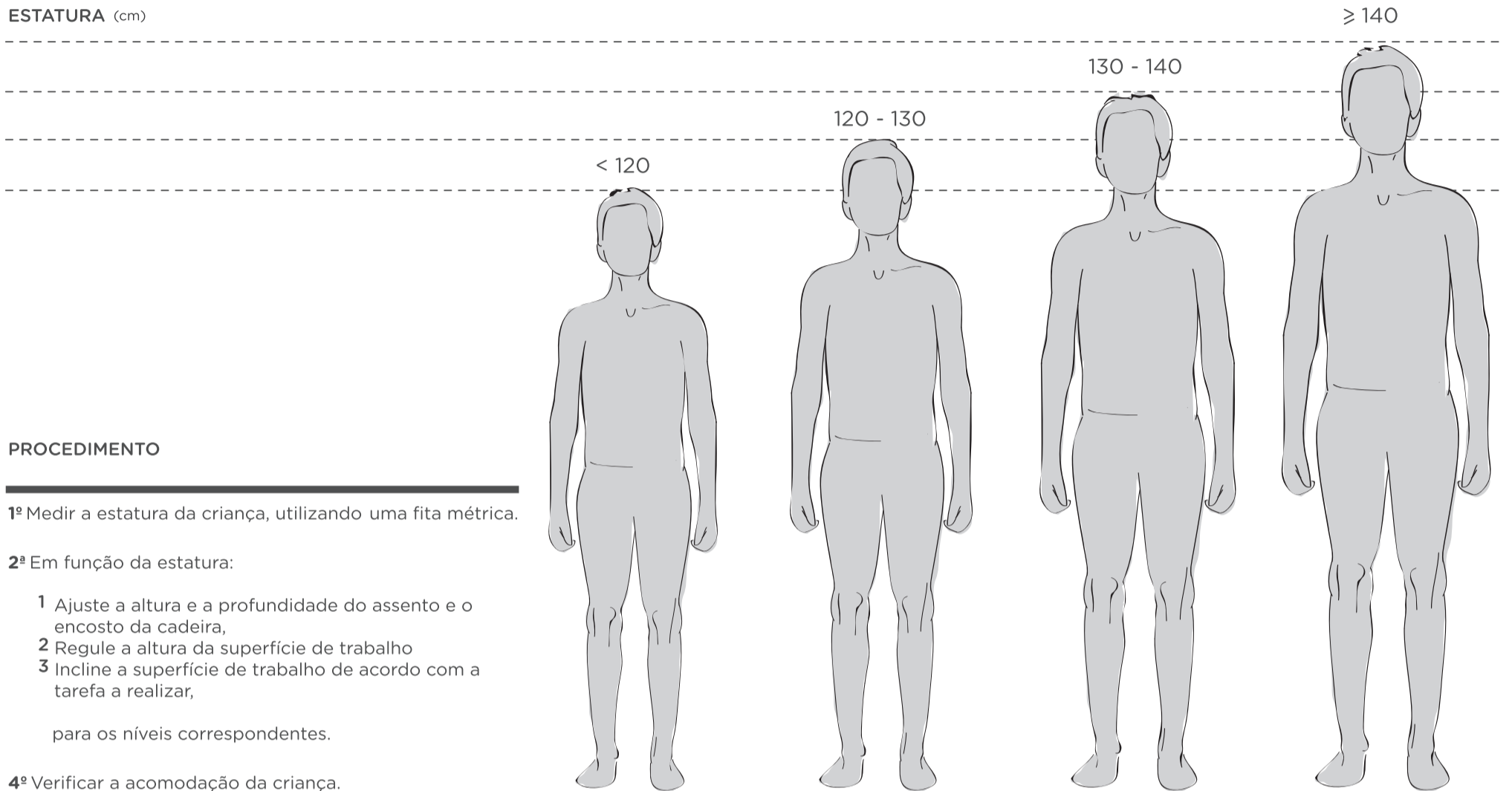
(Página propositadamente deixada em branco)

Guia metodológico para ajustamento do mobiliário escolar

(Página propositadamente deixada em branco)

GUIA METODOLÓGICO PARA AJUSTAMENTO DO MOBILIÁRIO ESCOLAR

ESTATURA (cm)



PROCEDIMENTO

1º Medir a estatura da criança, utilizando uma fita métrica.

2º Em função da estatura:

- 1 Ajuste a altura e a profundidade do assento e o encosto da cadeira,
- 2 Regule a altura da superfície de trabalho
- 3 Incline a superfície de trabalho de acordo com a tarefa a realizar,

para os níveis correspondentes.

4º Verificar a acomodação da criança.

		1	2	3	4
ALTURA DO ASSENTO		1	2	3	4
PROFUNDIDADE DO ASSENTO		1	2	3	4
ALTURA ENCOSTO			1		2
ALTURA MESA		1	2	3	4
INCLINAÇÃO DO TAMPO DA MESA* <small>*para atividades de escrita ou leitura</small>		A			
INCLINAÇÃO DO TAMPO DA MESA* <small>*para uso de computador portátil</small>		B		C	D