



VALIDAÇÃO DE MODELO DE MOBILIÁRIO AJUSTÁVEL ÀS CRIANÇAS DO 1º CICLO DO ENSINO BÁSICO E ANÁLISE COMPARATIVA AO MOBILIÁRIO TRADICIONAL

ANA SOFIA PINHEIRO ANDRADE

Outubro de 2018

VALIDAÇÃO DE MODELO DE MOBILIÁRIO AJUSTÁVEL ÀS
CRIANÇAS DO 1º CICLO DO ENSINO BÁSICO E ANÁLISE
COMPARATIVA AO MOBILIÁRIO TRADICIONAL

Ana Sofia Pinheiro Andrade

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento Engenharia Mecânica (DEM)



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

VALIDAÇÃO DE MODELO DE MOBILIÁRIO AJUSTÁVEL ÀS CRIANÇAS DO 1º CICLO DO ENSINO BÁSICO E ANÁLISE COMPARATIVA AO MOBILIÁRIO TRADICIONAL

Ana Sofia Pinheiro Andrade
1161397

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação da Professora Doutora Maria Antónia Maio Nunes da Silva Gonçalves.

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento Engenharia Mecânica (DEM)



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

<Grau Académico e Nome>

<Categoria, Instituição>

Orientador

Professora Doutora Maria Antónia Maio Nunes da Silva Gonçalves

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

<Grau Académico e Nome>

<Categoria, Instituição>

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer ao Colégio “Casa do Cuco” por me ter dado a oportunidade de efetuar a recolha de dados para o meu projeto. Sem isso, seria impossível validar os protótipos.

Em segundo lugar, quero agradecer à Nautilus por ter acedido ao meu pedido de parceria para a elaboração dos protótipos e por terem facilitado o contacto com o colégio. Na Nautilus quero agradecer a todos os meus colegas de trabalho, ao Diogo Belindro, Jorge Sousa por toda a ajuda e, particularmente, ao Vitor Carneiro, agradeço toda a colaboração e constante preocupação comigo e com o estado deste projeto.

Do corpo docente da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto, agradeço à Professora Matilde Rodrigues, por ter dispensado algum do seu tempo para me auxiliar nas questões em que tive dúvidas mais técnicas.

Do corpo docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto, agradeço à minha orientadora, Professora Doutora Maria Antónia Gonçalves, por todo o apoio prestado na realização da dissertação. Sem dúvida que foi um importante elemento para a realização da mesma.

Um “obrigada” enorme a todos os amigos a quem não prestei tanta atenção durante este tempo, obrigada por acreditarem sempre em mim! Em especial aos que no fim reviram toda a dissertação para detetar as possíveis gralhas, obrigada Hélder Ribeiro.

Por fim, e não menos importante, agradeço aos meus familiares mais próximos, em especial à minha mãe, sem a qual nada disto seria possível.

PALAVRAS CHAVE

Ergonomia, Mobiliário Ergonómico, Crianças

RESUMO

As crianças que frequentam o primeiro ciclo ensino básico despendem maior parte do seu dia na sala de aula, na posição sentada, a aprender os conteúdos aí lecionados. É nesta fase que começam a adotar posturas erradas devido à incompatibilidade do mobiliário com as suas medidas antropométricas. A utilização de mobiliário adequado aos seus utilizadores um fator muito relevante, uma vez que os bons hábitos posturais devem ser adquiridos em idade precoce.

O presente estudo pretende validar um modelo de mobiliário ajustável, proposto por (Gonçalves, 2012) e comparar as posturas adotadas pelas crianças utilizando o mobiliário ajustável e o mobiliário tradicionalmente utilizado.

Foram observados 59 alunos (33 do sexo masculino e 26 do sexo feminino), pertencentes ao 1º ciclo do ensino básico. A idade dos alunos observados encontra-se compreendida entre os 5 e 9 anos.

Para a observação dos alunos foi elaborada uma *checklist* com base nos princípios fundamentais a serem observados na postura sentada.

Quanto aos resultados, estes foram analisados agrupando os dados obtidos por turma, para se avaliar a necessidade de existir mais do que um tamanho de mobiliário fixo para equipar uma sala de aula e agrupados por nível de ajustamento para se validar as medidas propostas para os protótipos.

Com este estudo, verificou-se que as crianças preferiam o mobiliário ajustável ao mobiliário tradicional, afirmando sentir maior conforto (66%). Particularmente para o nível de ajustamento 3, os alunos cuja estatura fosse superior a 137cm, a cadeira do tamanho 3 era adequada, mas para a mesa, era necessário o tamanho 4.

Confirma-se assim que as salas de aula tradicionais, com mobiliário de dimensões fixas, não são compatíveis com a variabilidade antropométrica das crianças de uma

determinada faixa etária. Só o mobiliário ajustável permitirá acomodar de forma correta as crianças.

KEYWORDS

Ergonomic, Ergonomic Furniture, Children

ABSTRACT

Children in elementary school spend most of the time of the day in classroom, in a sitting position, doing their school tasks. In that stage, it is the best time to teach them the concept of “good posture”. Unfortunately, school furniture dimensions are not compatible with anthropometric characteristics of their users and it causes discomfort. Since good posture habits should be acquired at an early age, the present study intends to validate an adjustable furniture model proposed by Gonçalves (2012) and compare it with the traditionally furniture used in schools.

Fifty-nine students (33 males and 26 females) belonging to primary education were observed. The age of the students varied between 5 and 9 years old.

Before students observation, it was elaborated a checklist based on the fundamental principles to be observed in the sitting posture.

Results were analyzed grouping data by class, to evaluate the need of more than one size of furniture to equip a classroom and grouped by level of adjustment to validate the proposed measures for the prototypes.

With this study, it was verified that the children preferred the adjustable furniture traditional furniture, affirming to be more comfortable (66%). Particularly for level of adjustment 3, students whose height was higher than 137cm, the chair of size 3 was adequate, but for the table, size 4 was required. Finally, it has been confirmed that is necessary more than one furniture size to equip a classroom to properly accommodate the children in the classroom, only adjustable furniture can do that.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Unidades

cm	Centímetro
mm	Milímetro

Lista de Abreviaturas

IEA	International Ergonomics Association
NHCS	National Center for Health Statistics

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - POSTURA SENTADA DESADEQUADA	23
FIGURA 2 - POSTURA SENTADA DESADEQUADA	24
FIGURA 3 - MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS ESTÁTICAS NA POSIÇÃO DE PÉ (GONÇALVES, 2012)	32
FIGURA 4 - MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS ESTÁTICAS NA POSIÇÃO SENTADA(GONÇALVES, 2012)	32
FIGURA 5 - ZONAS DA COLUNA VERTEBRAL (GONÇALVES, 2012)	33
FIGURA 6 - PRINCIPAIS DESVIOS POSTURAIIS (PEQUINI, 2005)	35
FIGURA 7 - FATORES DE RISCO EM CONTEXTO ESCOLAR (CARNIDE, 2006)	36
FIGURA 8 - MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS RETIRADAS (PARVEZ ET AL., 2018)	43
FIGURA 9 - FASES DO ESTUDO DE COMPATIBILIDADE DO MOBILIÁRIO (GONÇALVES, 2012)	44
FIGURA 10 - CADEIRA ANTROPOMÉTRICA UTILIZADA (GONÇALVES, 2012)	44
FIGURA 11 – MOMENTOS DA PRIMEIRA FASE DO PROJETO	51
FIGURA 12 - DESENHO DE CONJUNTO DA MESA	53
FIGURA 13 - MESA: PORMENOR SISTEMA DE INCLINAÇÃO	53
FIGURA 14 - DESENHO DE CONJUNTO DA CADEIRA	54
FIGURA 15 - MESA E CADEIRA AJUSTÁVEL	55
FIGURA 16 – <i>CHECKLIST</i> DESENVOLVIDA PARA AVALIAÇÃO POSTURAL	57
FIGURA 17 -LAYOUT SALA 1º ANO	60
FIGURA 18 - LAYOUT SALA 2º ANO	60
FIGURA 19 -LAYOUT SALA 3º ANO	61
FIGURA 20 - LAYOUT SALA 4º ANO	61

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - COMPARAÇÃO DA EN 1729-1:2015 COM MEDIDAS PROPOSTAS POR (GONÇALVES, 2012)	39
TABELA 2 - PERCENTAGEM DE INCOMPATIBILIDADE NO MOBILIÁRIO EXISTENTE	41
TABELA 3 - PERCENTAGEM DE INCOMPATIBILIDADE NO MOBILIÁRIO PROPOSTO	41
TABELA 4 - PERCENTAGEM DE INCOMPATIBILIDADE DO MOBILIÁRIO ESCOLAR COMPARAÇÃO (PARVEZ ET AL., 2018)	43
TABELA 5 - MEDIDAS PARA O DIMENSIONAMENTO DO MOBILIÁRIO ESCOLAR PROPOSTAS POR (GONÇALVES, 2012)	45
TABELA 6 - MEDIDAS PROPOSTAS PARA DIMENSIONAMENTO DE MOBILIÁRIO (GONÇALVES, 2012)	54
TABELA 7 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA AMOSTRA	63
TABELA 8 - DIFERENÇAS DIMENSIONAIS DO MOBILIÁRIO TRADICIONAL UTILIZADO E O MOBILIÁRIO AJUSTÁVEL 1º ANO	65
TABELA 9 - RESULTADOS VALIDAÇÃO DO MOBILIÁRIO TURMA 1º ANO	66
TABELA 10 - DIFERENÇAS DIMENSIONAIS DO MOBILIÁRIO TRADICIONAL UTILIZADO E O MOBILIÁRIO AJUSTÁVEL 2º ANO	68
TABELA 11 - RESULTADOS VALIDAÇÃO DO MOBILIÁRIO TURMA 2º ANO	69
TABELA 12 - DIFERENÇAS DIMENSIONAIS DO MOBILIÁRIO TRADICIONAL UTILIZADO E O MOBILIÁRIO AJUSTÁVEL 3º ANO	71
TABELA 13 - RESULTADOS VALIDAÇÃO DO MOBILIÁRIO TURMA 3º ANO	72
TABELA 14 - DIFERENÇAS DIMENSIONAIS DO MOBILIÁRIO TRADICIONAL UTILIZADO E O MOBILIÁRIO AJUSTÁVEL 4º ANO	74
TABELA 15 - RESULTADOS VALIDAÇÃO DO MOBILIÁRIO TURMA 4º ANO	75
TABELA 16 - RESULTADOS VALIDAÇÃO DO MOBILIÁRIO NÍVEL AJUSTAMENTO 1	78
TABELA 17 - RESULTADOS VALIDAÇÃO DO MOBILIÁRIO NÍVEL AJUSTAMENTO 2	80
TABELA 18 - RESULTADOS VALIDAÇÃO DO MOBILIÁRIO NÍVEL AJUSTAMENTO 3	82
TABELA 19 - RESULTADOS VALIDAÇÃO DO MOBILIÁRIO NÍVEL AJUSTAMENTO 4	84

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	PERTINÊNCIA DO ESTUDO	23
1.2	OBJETIVOS	24
1.3	ESTRUTURA	25
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1	ERGONOMIA E ANTROPOMETRIA	29
2.1.1	COLUNA VERTEBRAL	33
2.1.2	POSTURAS CORPORAIS E ALTERAÇÕES POSTURAS	34
2.2	MOBILIÁRIO ESCOLAR	37
2.2.1	CONCEÇÃO DO MOBILIÁRIO ESCOLAR	37
2.2.2	ESTUDOS REFERENTES AO DIMENSIONAMENTO DO MOBILIÁRIO	40
2.2.3	EFEITOS DO DESAJUSTAMENTO DO MOBILIÁRIO ESCOLAR	46
3	DESENVOLVIMENTO	51
3.1	METODOLOGIA	51
3.1.1	PRIMEIRA FASE: DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA AO CONTACTO COM AS ESCOLAS	51
3.1.2	SEGUNDA FASE: CONCEÇÃO E PRODUÇÃO DO PROTÓTIPO	52
3.1.3	TERCEIRA FASE: RECOLHA DE DADOS	55
3.1.4	QUARTA FASE: TRATAMENTO, ANÁLISE DE DADOS E CONCLUSÕES	59
3.2	TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	60
3.2.1	CARACTERIZAÇÃO DAS SALAS DE AULA E ATIVIDADES LETIVAS	60
3.2.2	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	63
3.2.3	ANÁLISE DO MOBILIÁRIO AJUSTÁVEL E COMPARAÇÃO COM O MOBILIÁRIO TRADICIONAL	64
4	CONCLUSÕES	89
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	95
6	ANEXOS	99
6.1	DESENHO DE CONJUNTO DA MESA AJUSTÁVEL	99
6.2	DESENHO DE CONJUNTO DA CADEIRA AJUSTÁVEL	100

6.3	GUIA METODOLÓGICO PARA AJUSTAMENTO DE MOBILIÁRIO ERGONÓMICO	101
6.4	CHECKLIST VALIDAÇÃO MOBILIÁRIO	102

INTRODUÇÃO

1.1 PERTINÊNCIA DO ESTUDO

1.2 OBJETIVOS

1.3 ESTRUTURA

1 INTRODUÇÃO

1.1 PERTINÊNCIA DO ESTUDO

Apesar de as dores na coluna sentidas pelos estudantes possuírem uma origem multifatorial, as suas causas são conhecidas: peso transportado nas mochilas, mobiliário escolar desajustado, condição física, entre outros (Assunção, 2011; Grimes & Legg, 2004).

Além das alterações posturais provocadas, o desajustamento do mobiliário escolar afeta também o desempenho da criança na execução das tarefas na sala de aula, uma vez que não permite que o estudante se encontre devidamente acomodado e confortável, contribuindo para eventuais distrações e desconforto (Carneiro, 2015; Gonçalves, 2012).

Existe uma preocupação crescente com a compatibilidade do mobiliário escolar utilizado nas salas de aula, sendo dos assuntos mais estudados a compatibilidade ou incompatibilidade das dimensões do mobiliário escolar utilizado e as medidas antropométricas dos alunos. É neste local que as crianças passam, na posição sentada, maior parte do seu dia, muitas vezes, com uma postura desadequada (Assunção, 2011; Gonçalves, 2012) (Ver Figura 1 e Figura 2).

Em Portugal, ainda não existem muitas ações no setor da educação para travar o aumento da prevalência da dor na coluna (Assunção, 2011).



Figura 1 - Postura sentada desadequada

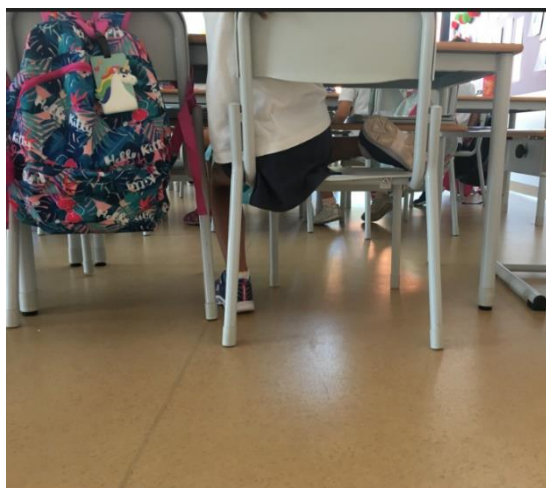


Figura 2 - Postura sentada desadequada

Estas posturas desadequadas advêm, muitas vezes de mobiliário cujas dimensões são desajustadas ao seu utilizador. É importante, por isso, existir uma preocupação com o mobiliário utilizado nas salas de aula (Assunção, 2011; Gonçalves, 2012).

Dada a variedade de dimensões antropométricas encontradas numa mesma turma, é sugerido que as salas de aula não sejam equipadas com apenas um tamanho de mobiliário fixo, mas sim com mobiliário ajustável, uma vez que o mobiliário fixo dificilmente acomoda a grande maioria dos alunos (Carneiro, 2015; Gonçalves, 2012).

Serve então o presente estudo para validar as dimensões do mobiliário ajustável propostas por (Gonçalves, 2012) e verificar em ambiente real, se efetivamente o mobiliário ajustável é melhor solução para equipar as salas de aula do que o mobiliário fixo utilizado habitualmente nas escolas portuguesas.

1.2 OBJETIVOS

O principal objetivo da presente dissertação é analisar as dimensões do mobiliário ergonómico e comparar as posturas adotadas na utilização do mesmo com o mobiliário utilizado tradicionalmente nas escolas portuguesas.

Para se concretizar o objetivo principal foi necessário:

- o desenvolvimento, conceção e produção de um modelo de mobiliário ajustável que cumpra com os requisitos de (Gonçalves, 2012).

- validar os níveis de ajustabilidade do mobiliário ergonómico a partir da dimensão antropométrica “estatura” dos alunos a partir da observação das posturas adotadas pelas crianças.
- observar e comparar as posturas adotadas pelas crianças utilizando os dois tipos de mobiliário (ajustável vs dimensões fixas), bem como perceber o grau de satisfação das crianças na utilização dos dois tipos de mobiliário.

1.3 ESTRUTURA

A presente dissertação encontra-se organizada em 4 capítulos principais.

No primeiro capítulo é apresentada a pertinência do estudo, objetivos e a presente estrutura.

No segundo capítulo apresentada a revisão bibliográfica que serviu de suporte ao desenvolvimento deste estudo.

No terceiro capítulo, o desenvolvimento, é apresentada a metodologia adotada na realização desta dissertação e apresentados os resultados e a sua respetiva análise.

Por fim no quarto capítulo são apresentadas as conclusões resultantes deste estudo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ERGONOMIA E ANTROPOMETRIA

2.2 MOBILIÁRIO ESCOLAR

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ERGONOMIA E ANTROPOMETRIA

Segundo a International Ergonomics Association (2018), a ergonomia é a “ciência que trata de compreender as interações do ser-humano com outros elementos de um sistema, aplicando a teoria, princípios, dados e métodos ao *design* para otimizar o bem-estar do ser humano e a performance do sistema em geral”.

Além de definir o conceito, divide-o em três tipos (International Ergonomics Association, 2018):

1. **Ergonomia Física** – refere-se aos conceitos anatômicos, antropométricos, psicológicos e biomecânicos relacionados com a atividade física, tais como: postura de trabalho, materiais usados, movimentos repetitivos, *layout* do posto de trabalho, segurança e saúde, entre outro.
2. **Ergonomia Cognitiva** – refere-se aos processos mentais, tais como, a percepção, memória e raciocínio e resposta motora que afeta a interação ser-humano com outros elementos de um sistema, tais como: carga mental do trabalho, tomada de decisões, *stress*, entre outros.
3. **Ergonomia Organizacional** – refere-se à otimização de sistemas sociotécnicos que incluem estruturam organizacionais, políticas e processos tais como: comunicação, trabalho em equipa, novos paradigmas no trabalho, organizações virtuais, gestão da qualidade, entre outros.

Em contexto escolar a Ergonomia deve promover um maior conforto, melhorando as condições a que os alunos estão expostos diariamente no seu ambiente de trabalho (Iida, 2005).

Para aumentar o conforto do mobiliário utilizado, e diminuir as pressões associadas à postura estática sentada, este deve promover a adoção de posturas adequadas (Carneiro, 2015).

Quando isso não ocorre, além de causar possíveis deformações na postura da criança, promove dislexia, falta de interesse e queda do rendimento escolar (Carneiro, 2015). Dado estes factos, existe uma crescente preocupação em adaptar o mobiliário às características dos seus utilizadores, a conceção de mobiliário ergonómico e a criação de normas para o seu dimensionamento (Carneiro, 2015).

A ergonomia no ensino é dividida nos seguintes componentes, segundo Lida (1998) citada por (Gonçalves, 2012):

- Utilização de métodos adequados
- Tipo de metodologia de ensino adotada
- Métodos de avaliação
- Materiais utilizados no ensino
- Aspectos organizacionais
- Ambiente e infraestruturas

Já a antropometria é responsável pelo estudo das “dimensões e proporções do corpo humano, definindo a altura, comprimento, diâmetros, perímetros, biótipos, proporcionando variáveis indispensáveis na montagem dos planos de trabalho” (Reis, 2003), citando (COUTO, 1995);(PHEASANT,1991); (PANERO & ZEINIK, 1980) corroborados por (Petroski,1999) que revelou a importância dos dados antropométricos para a ergonomia.

Os dados antropométricos fornecem informações de elevada importância para quem concebe e desenvolve os postos de trabalho (Gonçalves, 2012).

Uma vez que existe a preocupação da adaptação dos postos de trabalho aos seus utilizadores, torna-se fundamental o conhecimento das características antropométricas dos mesmos por partes dos responsáveis da sua conceção para que exista harmonia entre o ambiente de trabalho e o trabalhador (Reis, 2003) .

Muitas vezes, a improdutividade e desconforto em relação ao mobiliário utilizado deve-se ao facto do desajustamento às medidas antropométricas do trabalhador. Isto

acontece majoritariamente pela razão de muitos postos de trabalho estarem adaptados à média e ao desvio padrão e o homem médio é uma ilusão.

O que acontece nestes casos é que, por exemplo, os percentis 5% e 95% se encontram severamente prejudicados, pois os postos de trabalho não se encontram adaptados às pessoas (Iida, 2005; Reis, 2003).

O conceito de percentil refere-se à posição relativa da observação quando comparada com as restantes. Ou seja, o p-ésimo percentil tem, no mínimo, p% dos valores abaixo do mesmo e (100-p)% dos valores acima. Sendo assim, no caso da antropometria, o percentil indica a percentagem dos indivíduos de uma população cuja medida antropométrica em questão toma um valor igual ou inferior (Gonçalves, 2012; Reis, 2003).

No que diz respeito às crianças, os estudos antropométricos são de extrema importância pois é nesta fase que o corpo mais se desenvolve. Estes estudos são um bom suporte para a aferição de variações ocorridas e na interação das crianças com os objetos e mobiliário que estas utilizam (Reis, 2003) .

Um fator muito importante é se o sexo da criança afeta o seu desenvolvimento. Segundo o NCHS(National Center for Health Statistics) as crianças até aos 9-10 anos de idade têm um desenvolvimento muito semelhante. Contudo, existe uma grande diversidade morfológica nos alunos.

O papel da ergonomia, neste caso, é ajustar o mobiliário escolar aos utilizadores, por forma a prevenir futuros problemas ao nível postural dos mesmos. Apesar de existirem trabalhos que apontam para a necessidade de existir mobiliário adequado, na realidade das salas de aula, estes requisitos não se verificam (Assunção, 2011).

Quando se observam as dimensões antropométricas das crianças, verifica-se que existem diferenças significativas nas mesmas. Estas diferenças manifestam-se, quer nos diferentes anos, quer no mesmo ano, tornando o mobiliário utilizado muito pouco adequado aos alunos. O mobiliário escolar deveria ser ajustável para compensar estas diferenças antropométricas das crianças. Atualmente, maior parte do mobiliário escolar

utilizado é fixo e cada sala é equipada com um só tamanho de mobiliário. As crianças cujas medidas antropométricas se localizam nos extremos, são muito prejudicadas (Gonçalves, 2012; Grimes & Legg, 2004; Reis, 2003).

Nas figuras abaixo, encontram-se as medidas antropométricas relevantes para a conceção de postos de trabalho segundo (Gonçalves, 2012) citando Pheasant & Haslegrave (2006) e Iida (1997).

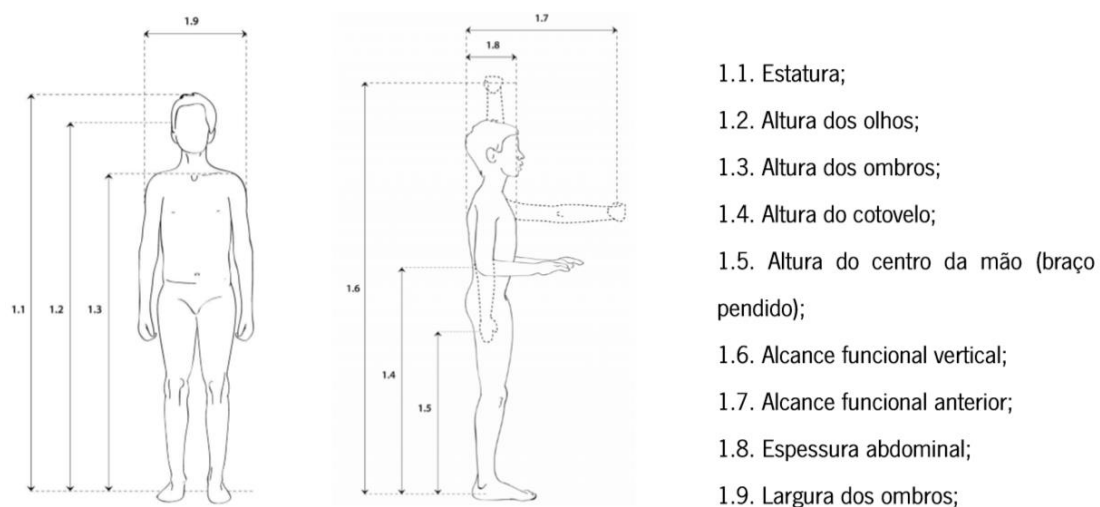


Figura 3 - Medidas antropométricas estáticas na posição de pé (Gonçalves, 2012)

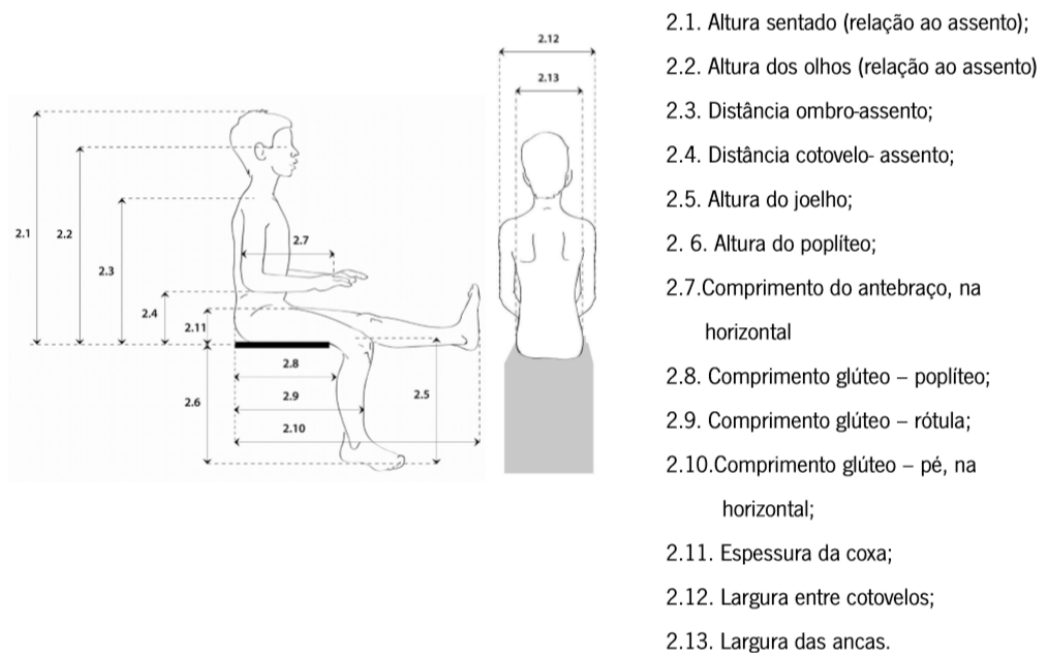


Figura 4 - Medidas antropométricas estáticas na posição sentada (Gonçalves, 2012)

2.1.1 COLUNA VERTEBRAL

O conjunto das vértebras e dos discos intervertebrais têm como função suportar o peso da cabeça, tronco e membros inferiores. Além da função de sustentação, a coluna vertebral é o principal eixo do corpo humano, permitindo também a movimentação do mesmo. Esta permite também proteger o eixo nervoso (Carneiro, 2015; Rodrigues, 2014)

Segundo Hamill & Knutzen (1999), a coluna é constituída por 33 vértebras, das quais 24 móveis que permitem o movimento do tronco.

As vértebras são divididas em:

- 7 vértebras cervicais
- 12 vértebras dorsais
- 5 vértebras lombares
- 5 vértebras fundidas no sacro
- 4 corpos vertebrais que formam o cóccix

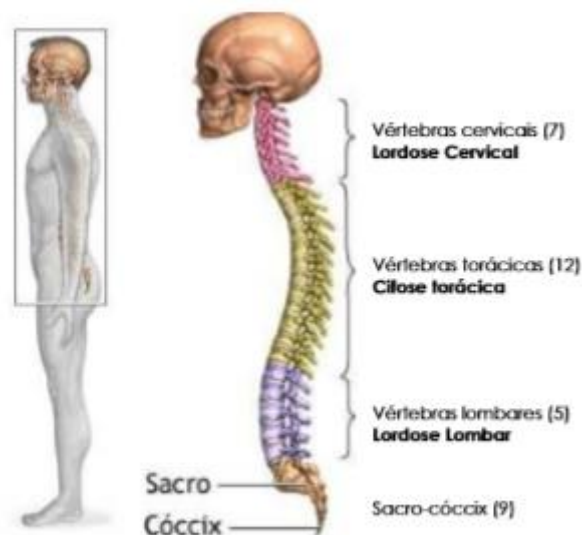


Figura 5 - Zonas da coluna vertebral (Gonçalves, 2012)

Entre as vértebras encontram-se os discos intervertebrais, com uma textura gelatinosa no interior e uma cartilagem a envolver. Estes discos são constantemente submetidos a pressão pelas posições adotadas (Gonçalves, 2012; Rodrigues, 2014).

Observando-se a figura acima apresentada (Figura 5), verifica-se que a regiões lombar e cervical possuem uma curvatura côncava e a região torácica uma curvatura convexa. As regiões com curvatura côncava denominam-se por lordose e a região com curvatura convexa cifose (Pheasant, 2003).

Quando observada das vistas posterior e anterior possui uma configuração retilínea (Pheasant, 2003).

Estas curvaturas da coluna têm duas funções (Barbosa, 2009):

- Aumentam a resistência da coluna, auxiliando na dissipação das forças verticais compressivas
- Permitem o favorecimento da estática do corpo passando pelo polígono de sustentação, evitando a transferência das forças em duas direções

2.1.2 POSTURAS CORPORAIS E ALTERAÇÕES POSTURAIS

A boa postura “preserva as curvas anatômicas da coluna favorecendo o equilíbrio e sem sobrecarga da coluna vertebral, contrariando a ação da força da gravidade, exigindo um menor esforço muscular por parte do indivíduo” (Gonçalves, 2012).

Existem três posturas básicas (Iida, 2005) citado por Carneiro (2015):

- **Em pé** – Nesta posição, a coluna encontra-se na curvatura normal, e os ossos alinhados idealmente para a sustentação do peso. Na posição ortostática, a região da pélvis permanece numa posição neutra, permitindo um bom alinhamento da zona abdominal. Existe um equilíbrio na postura pois a cabeça fica numa posição ereta aliviando possíveis sobrecargas na coluna cervical. Além disso, na região torácica, o movimento respiratório é favorecido.
- **Sentada** – Das três posturas, é a mais penalizadora de todas, principalmente para a região do abdômen e região torácica. Permanecer longos períodos de tempo nesta posição causa problemas posturais, respiratórios e circulatórios. Uma vez que as crianças despendem grande parte do seu tempo sentadas nas atividades

letivas, é de extrema relevância o ajustamento do mobiliário aos seus utilizadores.

- **Deitada** – É a postura mais adequada para repouso pois “não existe nenhuma concentração de tensão em nenhuma parte do corpo”

Existem alterações na coluna vertebral, que são desvios das curvas naturais da coluna vertebral, sendo as mais recorrentes, segundo Rodrigues (2014) citando Zavarize (2006):

- **Escoliose** – é uma curvatura que se forma lateralmente, não sendo detetada no plano sagital. Esta costuma surgir durante a fase de aceleração do crescimento da criança
- **Hipercifose** – é uma curva acentuada da curvatura torácica regular, protusão dos ombros e protusão da cabeça.
- **Hiperlordose** – corresponde à curvatura exagerada da zona lombar e cervical.

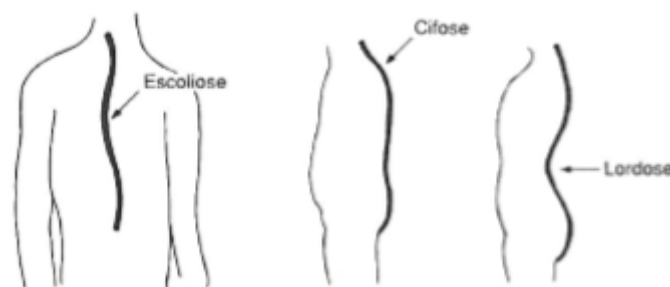


Figura 6 - Principais desvios posturais (Pequini, 2005)

Existem fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam a postura de um indivíduo.(De Oliveira Pezzan, João, Ribeiro, & Manfio, 2011)

- Genética
- Ambiente envolvente
- Condição física
- Peso excessivo das mochilas
- Nível de atividade física
- Aspetos socioeconómicos

- Fatores emocionais
- Crescimento e desenvolvimento
- Sexo
- Maturação esquelética
- Hormonas

Outros estudos apontam também para outros fatores como a prática intensiva de desporto e a longa permanência na posição sentada. (Graup, Santos, & Moro, 2010)

Em contexto escolar, destacam-se os seguintes fatores (Carnide, 2006):

Físicos

- Mobiliário desajustado
- Posição sentada durante grandes períodos de tempo
- Utilização de mochilas com carga elevada

Psicossociais

- Frequência e duração das atividades letivas
- Concentração exigida
- Motivação
- Envolvimento de pais e educadores
- Autonomia nas tarefas realizadas

Individuais

- Antecedentes clínicos de doença músculo-esquelética
- Idade
- Género
- Características antropométricas
- Prática de atividade física

Figura 7 - Fatores de risco em contexto escolar (Carnide, 2006)

2.2 MOBILIÁRIO ESCOLAR

A principal razão de dores sentidas ao nível da coluna e pescoço pelas crianças é a utilização mobiliário escolar desadequado às suas características antropométricas (Gonçalves, 2012).

Neste capítulo, pretende-se verificar quais os critérios utilizados no dimensionamento e conceção do mobiliário escolar utilizado e de que maneira estes afetam os alunos em contexto escolar.

2.2.1 CONCEÇÃO DO MOBILIÁRIO ESCOLAR

O mobiliário escolar deve desempenhar a função de “ser cómodo, confortável, com superfícies que promovam a aquisição de posturas corretas e permitam mudanças de postura que facilite a mobilidade no acesso e saída dos postos de trabalho” (Carneiro, 2015).

É nas escolas que as crianças passam grande parte do seu tempo, maioritariamente na posição estática sentada, em mobiliário desadequado, que causa as diversas lesões que mais tarde, na adolescência, se repercutem em lesões, principalmente na coluna vertebral (Assunção, 2011).

Sendo que existe a preocupação da adaptação do mobiliário ao seu utilizador, existem recomendações para o dimensionamento do mobiliário escolar, principalmente, o conjunto mesa e cadeira (Carneiro, 2015).

Neste conjunto, a cada tamanho de cadeira, deve corresponder um, e um só, tamanho de mesa e, preferencialmente, devem ser dois artigos separados, para ser mais fácil a adaptação ao utilizador, permitindo que este ajuste a distância entre eles segundo a sua vontade. Devem também ser constituídas por um material robusto que permita a resistência ao desgaste normal da função que desempenham (Carneiro, 2015).

No dimensionamento da cadeira, existem dois componentes a serem avaliados: o assento e o encosto.

O **encosto** tem como função principal o apoio à região lombar. O encosto deve possuir um raio mínimo de 300mm de curvatura, e uma superfície côncava (Carneiro, 2015; Gonçalves, 2012). Além disso, para a altura a que este deve ser colocado, não existe um consenso, sendo que tanto é defendido que se deve situar entre as escápulas e região lombar ou a cerca de 60%-80% da altura do ombro (Gonçalves, 2012).

Segundo Lida (2005), as dimensões do **assento** são obtidas diretamente das medidas antropométricas e este deve permitir alterações de postura para promover a redução de fadiga. Deve também ser adaptado ao tipo de atividade para o qual foi concebido.

O assento deve permitir que o utilizador apoie os pés no solo ou num apoio de pés, para evitar desconfortos na parte inferior das coxas. A parte da frente do assento deve possuir um raio mínimo de 40mm e a sua extremidade deve ser arredondada e sem arestas (Carneiro, 2015).

Além destas características, segundo Gonçalves (2012) citando Mandal (1991), o assento deve possuir uma inclinação para a frente que diminua a flexão tronco-coxa. Contudo, no seu estudo, refere que maior parte das crianças preferiu o assento inclinado para trás combinado com o tampo inclinado.

A **mesa**, deve possuir um tampo inclinável, no máximo 15°. A altura da mesma deve permitir que o utilizador apoie os cotovelos sem que os ombros fiquem demasiado fletidos (entre 0° a 25°) nem com um ângulo de abdução demasiado elevado (0° a 20°) (Carneiro, 2015).

Além das recomendações, existe uma referência normativa EN 1729:2015, composta por duas partes: na parte 1 são abordadas as questões dimensionais e na parte 2, as questões de segurança e dos testes a realizar.

É com base nessa norma que o mobiliário escolar é concebido na Europa.

No seu estudo, Carneiro (2015), realizou uma comparação entre a norma na altura em vigor (EN 1729-1:2006) com as medidas propostas por Gonçalves (2012), de dimensionamento do mobiliário escolar adaptado às crianças portuguesas. Contudo, as medidas gerais não sofreram revisão na versão de 2015.

Neste estudo, foi desenvolvido um tipo de mobiliário único ajustável, enquanto que a norma propõe tamanhos estáticos.

Os resultados foram os seguintes (**Tabela 1**) **Tabela 1 - Comparação da EN 1729-1:2015 com medidas propostas por (Gonçalves, 2012):**

	Intervalo Estatura (mm)	Tamanho	Altura Assento (mm)	Profundidade Assento (mm)	Largura Assento (mm)
Medidas propostas por Gonçalves (2012)	<1200	1	270	290	333
	1200-1300	2	290	315	
	1300-1400	3	315	340	
	>1400	4	345	360	
Medidas EN 1729:2015	1080-1210	2	310	270	340
	1191-1420	3	350	300	
	1330-1590	4	380	340	

Tabela 1 - Comparação da EN 1729-1:2015 com medidas propostas por (Gonçalves, 2012)

Verifica-se que existe um desfasamento das medidas aconselhadas pela norma para a população europeia e as medidas recomendadas para a população portuguesa, que se traduzem na utilização de mobiliário desajustado à realidade portuguesa, sendo uma possível causa para lesões músculo-esqueléticas no futuro dos utilizadores.

2.2.2 ESTUDOS REFERENTES AO DIMENSIONAMENTO DO MOBILIÁRIO

Diversos estudos que têm sido realizados provam o desajustamento do mobiliário escolar face às medidas antropométricas dos seus utilizadores. Neste capítulo, apresentam-se alguns exemplos, realizados em diversas partes do mundo.

Um estudo realizado em 11 escolas numa província na Indonésia, em 2016, teve como objetivo principal determinar a incompatibilidade das cadeiras e das mesas com as medidas antropométricas de 466 alunos entre o 1º e 6ºano (idades entre 6 e 12 anos)(Rosyidi, Susmartini, Purwaningrum, & Muraki, 2016).

Foram analisados cinco aspetos neste estudo, medidos com uma fita métrica metálica (Rosyidi et al., 2016):

- Altura do assento
- Profundidade do assento
- Largura do assento
- Altura da mesa
- Espaço disponível entre a perna e a mesa

Para os cinco aspetos serem comparados com as dimensões antropométricas das crianças foram recolhidas as seguintes medidas com uma fita métrica não metálica (Rosyidi et al., 2016):

- Largura da anca
- Altura do ombro (posição sentada)
- Altura do poplíteo (posição sentada)
- Altura do joelho (posição sentada)
- Distância glúteo poplíteo (posição sentada)
- Altura do cotovelo (posição sentada)

Para diminuir o erro, foram praticadas diversas vezes antes de se proceder à recolha das medidas. A confiabilidade dos dados foi testada qualitativamente através da comparação de diversas medições (Rosyidi et al., 2016).

Como resultados observados, verificou-se que o mobiliário é semelhante nas diversas escolas. Por vezes, em diversas escolas, o mobiliário não correspondia ao tamanho adequado para aquele ano em particular (Rosyidi et al., 2016).

Na tabela abaixo (Tabela 2) são apresentadas as percentagens de incompatibilidade das dimensões do mobiliário existente nas escolas da Indonésia (Rosyidi et al., 2016):

Variável		Ano					
		1º	2º	3º	4º	5º	6º
Altura do assento	Muito baixo	0	0	1,11	0	3,26	3,17
	Muito alto	95,89	98,75	92,22	79,12	89,13	82,54
Profundidade do assento	Pouco profundo	0	3,45	4,44	12,09	25	17,46
	Muito Profundo	81,25	65,52	51,11	37,36	27,12	22,22
Altura da mesa	Muito baixo	8,75	12,64	20	19,78	28,26	23,81
	Muito alto	88,75	82,76	70	76,92	61,96	66,67
Largura do assento		0	2,5	10,84	4,4	2,17	1,59
Espaço disponível entre a mesa e as pernas		0	0	8,43	1,1	0	14,29

Tabela 2-Percentagem de incompatibilidade no mobiliário existente

Na tabela abaixo (Tabela 3) são apresentadas as percentagens de incompatibilidade das dimensões do mobiliário proposto nas escolas (Rosyidi et al., 2016):

Variável		Ano					
		1º	2º	3º	4º	5º	6º
Altura do assento	Muito baixo	12,17	16	20,78	42,5	5,13	6,67
	Muito alto	62,17	40	55,85	51,23	58,98	28,89
Profundidade do assento	Pouco profundo	20,28	29,34	25,98	27,5	33,34	33,34
	Muito Profundo	5,41	2,67	6,5	3,75	3,85	4,45
Altura da mesa	Muito baixo	18	3,51	11,87	7,15	4,42	4,42
	Muito alto	78	75,44	66,11	71,43	60,3	60,3
Largura do assento		0	0	3,9	1,25	0	0
Espaço disponível entre a mesa e as pernas		0	0	0	0	0	0

Tabela 3 - Percentagem de incompatibilidade no mobiliário proposto

Assim, houve uma redução da incompatibilidade das dimensões do mobiliário em maior parte dos parâmetros avaliados. Por isso, as medidas propostas são melhores que as que existiam antes de ser realizado o estudo.

Os autores propuseram o alargamento deste estudo para mais escolas da Indonésia para que se possa generalizar as medidas propostas e uma revisão das mesmas para garantir que são apropriadas ao longo dos anos.

Um outro estudo semelhante, realizado recentemente em 10 escolas primárias do Bangladesh, tinha o mesmo propósito do estudo anterior: avaliar a incompatibilidade das dimensões do mobiliário com as dimensões antropométricas dos seus utilizadores (300 crianças do ensino primário) (Parvez, Parvin, Shahriar, & Kibria, 2018).

Neste estudo, foram avaliadas 7 dimensões do mobiliário utilizado (Parvez et al., 2018):

- Altura do assento
- Profundidade do assento
- Largura do assento
- Distância assento- tampo da mesa
- Espaço disponível entre assento e a mesa
- Largura da mesa
- Profundidade da mesa

Quanto a medidas antropométricas foram retiradas as seguintes (Parvez et al., 2018):

- Distância assento – parte superior da cabeça (sentado)
- Distância assento-ombro (sentado)
- Altura do joelho (sentado)
- Altura do cotovelo (sentado)
- Distância glúteo-poplíteo (sentado)
- Distância glúteo-joelho (sentado)
- Distância entre cotovelos
- Largura da anca
- Altura da coxa (sentado)
- Altura do poplíteo (sentado)
- Distância cotovelo-ponta do dedo (sentado)
- Altura do quadril (sentado)
- Altura da costela mais inferior (sentado)
- Altura dos olhos (sentado)

- Estatura

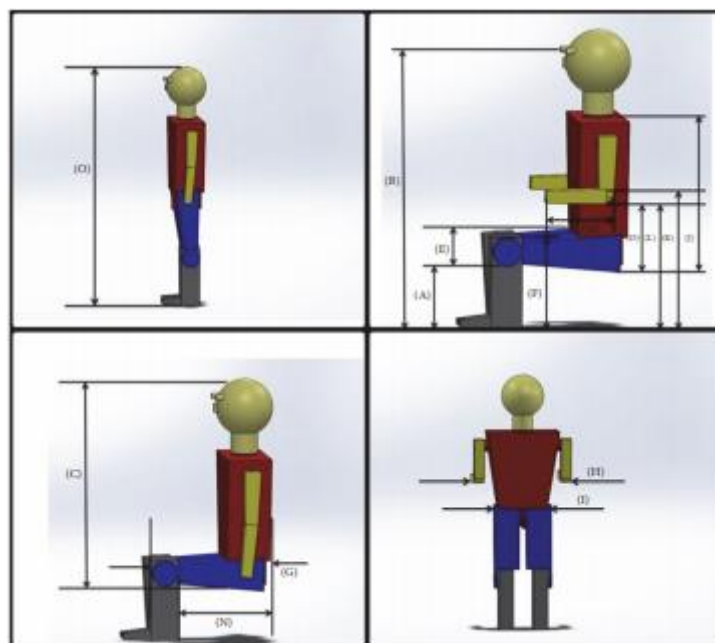


Figura 8 - Medidas antropométricas retiradas (Parvez et al., 2018)

Os resultados obtidos neste estudo revelaram que existia uma grande incompatibilidade entre as dimensões dos utilizadores e do mobiliário escolar. Com a proposta de novas dimensões para o mobiliário, obtiveram-se os seguintes resultados:

	Percentagem de incompatibilidade mobiliário existente (Sexo masculino)	Percentagem de incompatibilidade mobiliário proposto (Sexo masculino)	Dif.	Percentagem de incompatibilidade mobiliário existente (Sexo feminino)	Percentagem de incompatibilidade mobiliário proposto (Sexo feminino)	Dif.
Altura do assento	92,50%	3,66%	88,84 %	92,86%	7,53%	85,33 %
Profundidade do assento	90%	15,67%	74,33 %	100%	8,57%	91,43 %
Largura do assento	100%	7,50%	92,50 %	86,43%	15,32%	71,11 %
Altura da mesa	100%	21,15%	78,85 %	100%	21,15%	78,85 %

Tabela 4 - Percentagem de incompatibilidade do mobiliário escolar comparação (Parvez et al., 2018)

Dos resultados acima apresentados verifica-se melhorias significativas na compatibilidade do mobiliário proposto.

Os autores sugerem que o mobiliário deverá ser dimensionado de acordo com as características antropométricas dos utilizadores para diminuir a dor sentida pelos mesmos.

Já em Portugal, em 2012, foi realizado um estudo em escolas do concelho de Vila Nova de Gaia, com o objetivo de se avaliar a compatibilidade do mobiliário escolar existente com os seus utilizadores, alunos do 1º ciclo do ensino básico (Gonçalves, 2012)

O estudo dividiu-se em quatro fases:

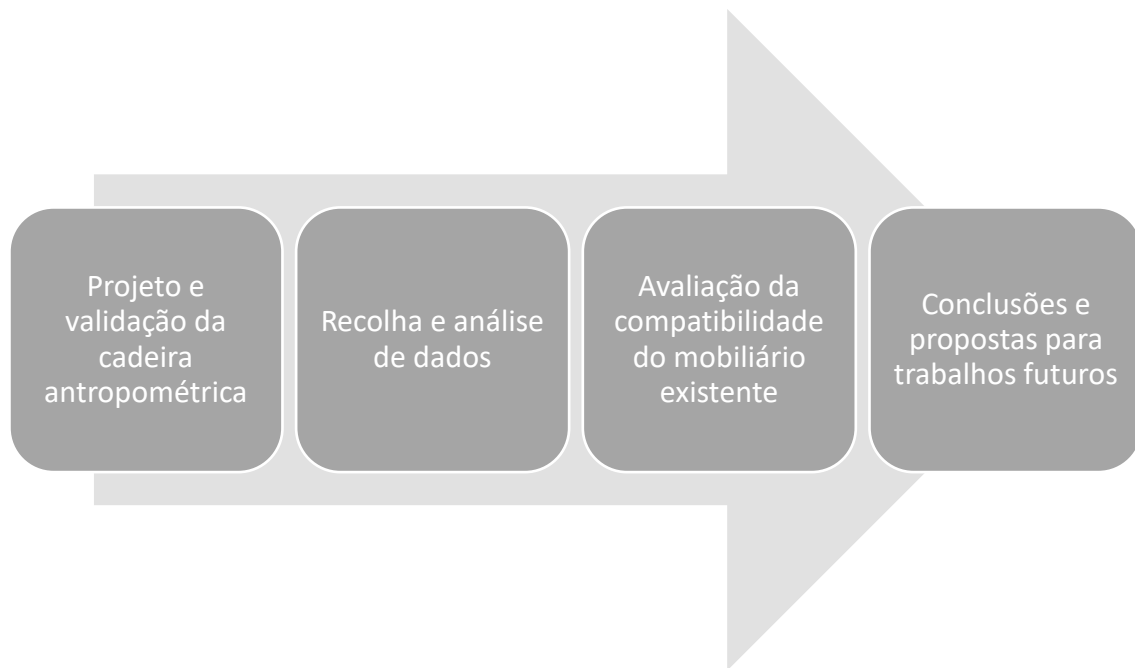


Figura 9 - Fases do estudo de compatibilidade do mobiliário (Gonçalves, 2012)

A cadeira antropométrica foi projetada para possibilitar uma fácil recolha dos dados, pois verificou-se a falta de uma base de dados antropométricos necessários para a análise (Gonçalves, 2012).



Figura 10 - Cadeira antropométrica utilizada (Gonçalves, 2012)

Com as medidas antropométricas retiradas, através de equações de compatibilidade, foi avaliado o ajustamento do mobiliário às crianças.

Verificou-se um grande desajustamento das medidas do mobiliário escolar utilizado, baseado na norma EN 1729-1:2006 (norma vigente na altura) e as dimensões propostas por Gonçalves (2012) (Tabela 5).

	Intervalo Estatura (mm)	Tamanho	Altura Assento (mm)	Profundidade Assento (mm)	Largura Assento (mm)
Medidas propostas por Gonçalves (2012)	<1200	1	270	290	333
	1200-1300	2	290	315	
	1300-1400	3	315	340	
	>1400	4	345	360	

Tabela 5 - Medidas para o dimensionamento do mobiliário escolar propostas por (Gonçalves, 2012)

A altura do assento varia entre os 270 e os 345mm e acomoda confortavelmente 59,4% das crianças. A largura do assento de 333mm acomoda 95% das crianças.

A profundidade do assento deve variar entre 290mm e 360mm e este deve possuir uma inclinação de 5º para trás (Gonçalves, 2012).

A altura do encosto deve variar entre os 300mm e os 345mm e a distância assento-mesa deve variar entre 180mm e 200mm (Gonçalves, 2012).

Quanto à mesa esta deve ser regulável nas alturas 450mm,470mm,495mm, 545mm.

Deve também possuir um tampo inclinável até 12º (Gonçalves, 2012).

Além de definir as dimensões de mobiliário ajustado à população portuguesa, foi desenvolvido um guia metodológico para a ajustamento do mesmo (Gonçalves, 2012).

Outro estudo realizado em Portugal, avaliando 893 alunos do 3º ciclo do ensino básico e do secundário, tinha como principal objetivo avaliar a incompatibilidade entre os alunos e o mobiliário utilizado(Macedo et al., 2015).

Foram retiradas medidas antropométricas e aplicadas equações *two-way* para avaliar o desajustamento(Macedo et al., 2015).

Verificou-se que o tamanho das mesas apenas acomodava 24% dos alunos do 3º ciclo e 44% dos alunos do secundário. A cadeira acomodava 4% dos alunos do 3º ciclo e 9% do ensino secundário (Macedo et al., 2015).

Para cada um dos ciclos de ensino, pelo menos dois tamanhos indicados na norma EN 1729:2006-1 deviam ser cedidos aos alunos por causa da variabilidade das dimensões antropométricas (Macedo et al., 2015).

Outra conclusão retirada neste estudo é que existiam muitos alunos que utilizavam mobiliário escolar desajustado e não sentiam dor.

Os autores sugerem que devem ser realizados mais estudos para avaliar a necessidade de uma sala de aula possuir mais do que um tamanho indicado da norma EN 1729:2006-1 (Macedo et al., 2015).

2.2.3 EFEITOS DO DESAJUSTAMENTO DO MOBILIÁRIO ESCOLAR

Existe um número crescente de estudos que relacionam a antropometria das crianças com a concepção do mobiliário, alguns exemplos encontram-se apresentados no capítulo anterior. Neste tipo de estudo é avaliada a incompatibilidade do mobiliário com a antropometria dos alunos, o que provoca desconforto e posturas inadequadas nas salas de aula (Fidalgo, 2011).

A origem das dores da coluna pode ter várias causas, como o peso transportado nas mochilas, mobiliário escolar desajustado, condição física, entre outros fatores, como foi mencionado anteriormente (Assunção, 2011).

As crianças passam, na posição sentada, maior parte do seu dia, com posturas desadequadas. Estas posturas desadequadas advêm, muitas vezes de mobiliário cujas dimensões são desajustadas ao seu utilizador. É importante, por isso, existir uma preocupação com o mobiliário utilizado nas salas de aula (Assunção, 2011).

Os principais fatores de desajustamento são a altura da mesa e a altura e profundidade do assento (Assunção, 2011; Gonçalves, 2012).

Para a concepção de mobiliário escolar há três medidas antropométricas essenciais: a altura do poplíteo, a distância nádega-poplíteo e a altura do cotovelo (Parcells, Stommel, & Hubbard, 1999).

A altura do poplíteo é importante para a definição da altura do assento. Por sua vez, a profundidade do assento, utiliza como base para a sua determinação, a medida correspondente ao valor da distância nádega-poplíteo. Por fim, a altura do cotovelo, se for inferior à altura da secretária, o membro superior dominante tem que ser elevado, que leva à abdução dos ombros. Quando esta é inferior, o utilizador tende a curvar as costas, resultando numa postura cifótica, prostrando os ombros (Parcells et al., 1999).

A permanência na postura sentada por elevados períodos de tempo provoca lesões músculo-esqueléticas ao nível da coluna cervical, lombar e ombros e além disso, existem alterações ao nível fisiológico, como por exemplo, o aumento da concentração do ácido láctico, a diminuição dos tecidos em torno dos vasos sanguíneos, o aumento da água no tecido subcutâneo. Outra alteração fisiológica que provoca depressão, fadiga e diminuição da velocidade dos reflexos é a libertação de prostaglandina E₂ (Barbosa, 2009; Fidalgo, 2011).

Para aumentar o conforto, os alunos deverão alternar entre atividades sentadas e atividades que os permitam adotar outras posições. Outro ponto essencial é a adoção de posturas corretas para diminuir os efeitos ao nível do sistema músculo-esquelético (Fidalgo, 2011).

Além de problemas ao nível físico, o mobiliário desajustado às condições antropométricas e biomecânicas de cada indivíduo, causa dificuldades na aprendizagem, hiperatividade e falta de interesse (Carneiro, 2015)

DESENVOLVIMENTO

3.1 METODOLOGIA

3.2 TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 METODOLOGIA

A presente dissertação, durante a sua elaboração passou pelas seguintes fases:

1. Elaboração da revisão bibliográfica
2. Contacto com parceiros
3. Conceção e produção do protótipo
4. Preparação da recolha de dados
5. Recolha de dados
6. Tratamento e análise de dados
7. Conclusões

3.1.1 PRIMEIRA FASE: DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA AO CONTACTO COM AS ESCOLAS

Esta primeira fase teve três momentos distintos (**Figura 11**):

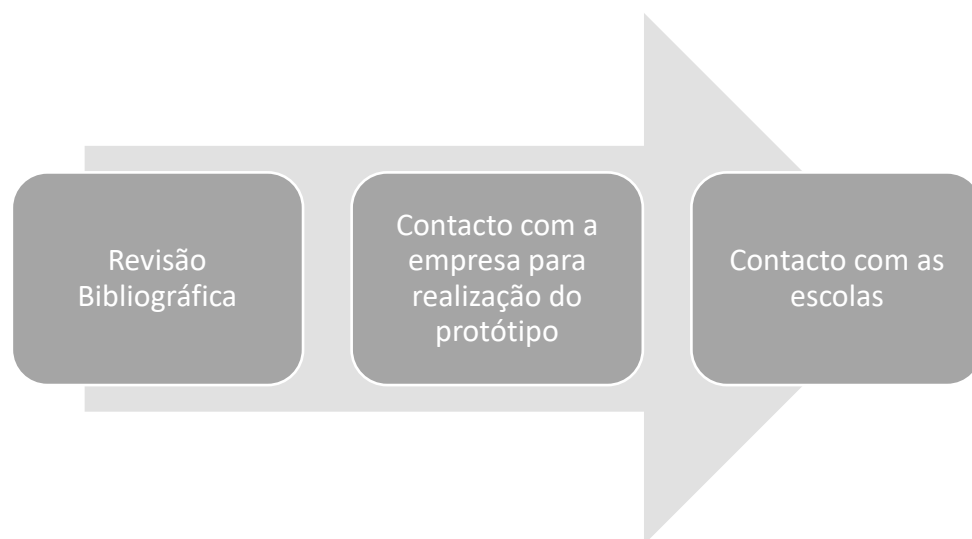


Figura 11 – Momentos da primeira fase do projeto

A presente dissertação iniciou-se com o estudo do trabalho realizado por (Gonçalves, 2012) o que originou uma revisão bibliográfica focada nos temas ergonomia, antropometria, impacto do desajustamento do mobiliário escolar. Foi ainda realizado um levantamento de estudos levados a cabo em Portugal e estrangeiro relacionados com o tema da incompatibilidade das dimensões antropométricas dos alunos e as dimensões do mobiliário escolar.

Para consecução do objetivo, e para proceder à recolha de dados, foi necessário o desenvolvimento de um protótipo de uma mesa e cadeira ajustáveis de acordo com o estudo de base. O projeto foi apresentado à empresa NAUTILUS (empresa que já havia estado envolvida no projeto de base), que comercializa e produz mobiliário escolar e que se prontificou a colaborar, de imediato, no projeto, numa perspetiva de continuidade.

Com o em fase final de produção, passou-se à fase de contacto com as escolas.

Foram contactados quatro agrupamentos de escolas situados, por conveniência, no distrito do Porto. Este processo revelou-se moroso por ser bastante burocrático, e dada o limite temporal para a realização deste projeto, a resposta não chegou em tempo útil. Foi necessário recorrer a instituições de ensino privado, tendo obtido *feedback* positivo do colégio “Casa do Cuco”. Este atraso teve influência quer na escolha dos métodos utilizados, quer no tamanho da amostra.

Para dar seguimento foi necessário pedir autorização aos pais/encarregados de educação das crianças para a participação destas no projeto, situação da qual se encarregou o próprio colégio.

3.1.2 SEGUNDA FASE: CONCEÇÃO E PRODUÇÃO DO PROTÓTIPO

O objetivo do presente projeto é analisar e validar o modelo proposto no estudo de (Gonçalves, 2012). Neste estudo, foi elaborado um guia metodológico para professores do 1º ciclo do ensino básico para o correto ajustamento do mobiliário ergonómico com base na estatura das crianças (Anexo 6.3).

Tendo por base as recomendações dimensionais para os vários níveis de ajustamento fornecidas no estudo de (Gonçalves, 2012) e junto do departamento de desenvolvimento do produto da Nautilus, foram elaborados desenhos técnicos da mesa e da cadeira (Anexo 6.1 e 6.2).

- **Mesa**

Como características relevantes para a conceção da mesa, esta deveria ter altura regulável em altura e possuir um tampo inclinável.

A regulação em altura é conseguida através da furação da perna e de um sistema de mola (Figura 12), idêntica a um modelo já comercializado pela Nautilus, mas cujas dimensões cumprem a norma EN 1729:2015.

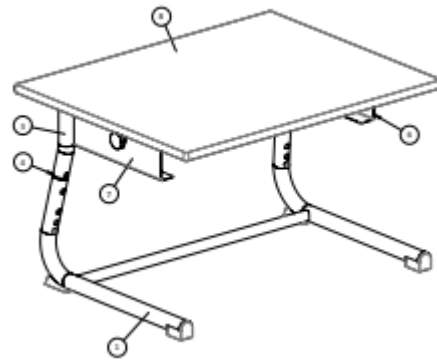


Figura 12 - Desenho de conjunto da mesa

Este sistema permite uma fácil regulação na altura pretendida.

A inclinação do tampo é conseguida através de dois manípulos localizados nas laterais da estrutura da mesa e de duas dobradiças (Figura 13).

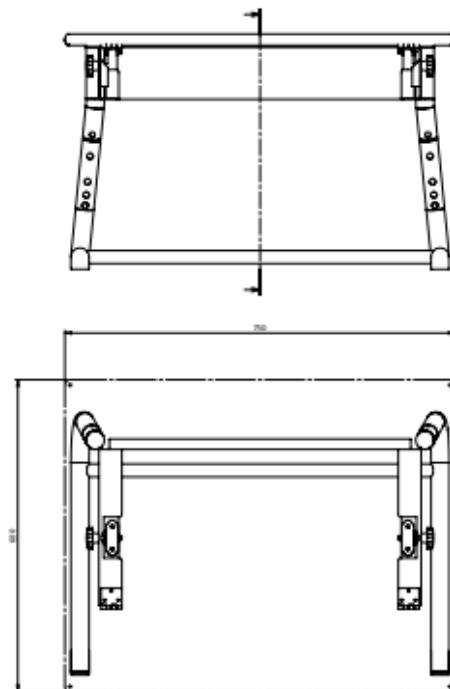
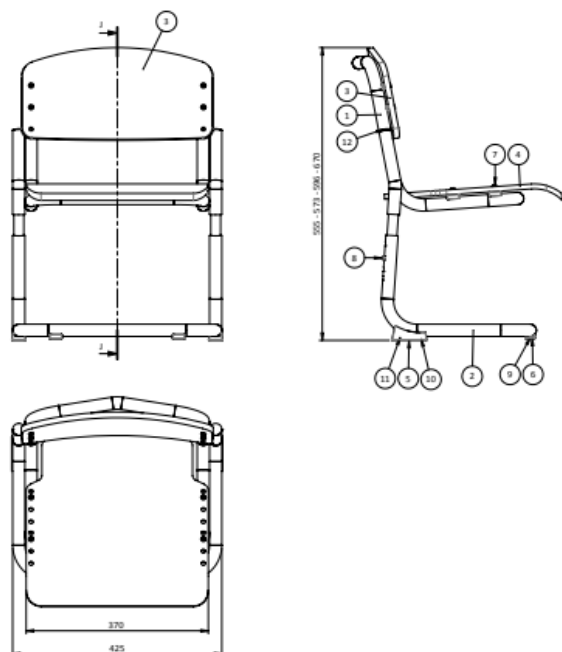


Figura 13 - Mesa: pormenor sistema de inclinação

- **Cadeira**



Para a cadeira, o conceito de regulação de altura é semelhante ao da mesa. Já a regulação da profundidade do assento e altura do encosto, foram utilizadas porcas de rebite na estrutura e parafusos para que facilmente fossem conseguidas as dimensões pretendidas. Apenas com oito parafusos é possível a regulação do assento e do encosto (Figura 14).

Figura 14 - Desenho de conjunto da cadeira

De acordo com o estudo, a cadeira e a mesa devem que possuir as seguintes dimensões (Tabela 6):

	Intervalo Estatura (mm)	Tamanho	Altura Assento (mm)	Profundidade Assento (mm)	Largura Assento (mm)	Altura Mesa (mm)
Medidas propostas por Gonçaves (2012)	<1200	1	270	290	333	450
	1200-1300	2	290	315		470
	1300-1400	3	315	340		495
	>1400	4	345	360		545

Tabela 6 - Medidas propostas para dimensionamento de mobiliário (Gonçaves, 2012)

Além das questões dimensionais, a mesa e a cadeira teriam que ter sistemas de regulação de simples utilização para o professor, mas que os alunos dificilmente conseguissem aceder ou usar, por questões de segurança.

Quanto aos materiais escolhidos, as estruturas foram fabricadas em aço, com pintura eletrostática, tanto da mesa como da cadeira. O tampo da mesa foi produzido em aglomerado de madeira revestido a termolaminado com orlas em madeira maciça de

faia envernizadas e o assento e encosto eram constituídos por contraplacado de bétula revestido a termolaminado.

Com o desenho técnico elaborado, foi iniciada a produção dos protótipos. Findo o processo de produção, o protótipo foi verificado em relação às características dimensionais e técnicas requeridas, tendo sido aprovado, estando assim reunidas as condições para realizar a recolha de dados.

O resultado do protótipo pode ser visto na **Figura 15**.



Figura 15 - Mesa e cadeira ajustável

3.1.3 TERCEIRA FASE: RECOLHA DE DADOS

Antes de se iniciar a recolha de dados, foi necessário estabelecer um procedimento que permitisse que este estudo fosse levado a cabo de forma eficiente e com a menor perturbação do funcionamento normal das atividades letivas.

Foi estabelecido então, o seguinte procedimento:

- Recolha da estatura de todos os alunos da turma por ano de escolaridade, uma vez que o ajustamento do mobiliário é feito com base nesta medida. Para a recolha do valor da estatura utilizou-se uma fita métrica calibrada.

Para recolha desta medida antropométrica, a criança encontrava-se de pé totalmente ereta e com os pés juntos. A cabeça estava orientada segundo o plano de Frankfurt, sendo medida a distância vertical entre o chão e o ponto mais

alto da cabeça, de acordo com a norma ISO 7250:1996 – Medidas básicas do corpo humano para o *design* tecnológico.

- Os dados foram registados, ordenados por ordem decrescente e divididos consoante o nível de regulação. Os valores encontram-se organizados por ordem decrescente, pois o ajustamento da mesa e da cadeira é mais simples se a regulação for feita de alturas superiores para inferiores, tornando o processo mais rápido.
- Por fim, atribui-se a cada aluno o nível de ajustamento do mobiliário, segundo o guia metodológico elaborado por (Gonçalves, 2012)(Anexo 6.3).

Paralelamente, foi desenvolvida uma *checklist* com objetivo de recolher dados que permitissem avaliar a adequabilidade dos dois tipos de mobiliários com as posturas consideradas adequadas na posição sentada, posição em que são exercidas as tarefas em sala de aula.

A *checklist* (**Figura 16**) teve por base requisitos desenvolvidos estudos anteriores (Carneiro, 2015; District, 2004; Fidalgo, 2011; Reis, 2003)

Checklist avaliação ergonómica mobiliário escola			
Aluno _____	Ano Letivo _____	Estatura _____	cm
		MT	ME
1 A coluna encontra-se numa posição ereta?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
2 Os pés encontram-se perfeitamente assentes no chão?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
3 A coxa forma um ângulo de 90º com a perna?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
3.1 Se respondeu "N":O ângulo é superior ou inferior a 90º?	> <input type="checkbox"/> < <input type="checkbox"/>	> <input type="checkbox"/> < <input type="checkbox"/>	> <input type="checkbox"/> < <input type="checkbox"/>
4 A largura do assento é suficiente?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
5 Existe espaço suficiente entre o poplíteo a o limite frontal do assento?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
6 O encosto é utilizado?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
7 A largura do encosto é suficiente?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
8 Os antebraços encontram-se apoiados na mesa?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
9 O antebraço forma um ângulo de 90º com o braço?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
9.1 Se respondeu "N":O ângulo é superior ou inferior a 90º?	> <input type="checkbox"/> < <input type="checkbox"/>	> <input type="checkbox"/> < <input type="checkbox"/>	> <input type="checkbox"/> < <input type="checkbox"/>
10 Os ombros encontram-se descontraídos	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
11 Os braços encontram-se junto ao corpo?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
12 Existe espaço suficiente entre a superfície inferior do tampo e o limite superior da coxa?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
13 A cabeça encontra-se muito inclinada em relação ao tronco?	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
Qual a preferência de mobiliário?		MT <input type="checkbox"/>	ME <input type="checkbox"/>
O aluno sente algum desconforto ao utilizar mobiliário tradicional?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	

Legenda

MT - Mobiliário Tradicional

S - Sim

ME - Mobiliário Ergonómico

N - Não

Figura 16 – Checklist desenvolvida para avaliação postural

Foi também preparada uma folha de cálculo, em Excel, para registo e tratamento de dados. Nessa folha de cálculo registava-se:

- Idade
- Sexo
- Estatura (cm)
- Regulação do mobiliário (nível a adotar)
- Respostas à *checklist* ergonómica
- Preferência de mobiliário
- Desconforto sentido ao usar mobiliário usual
- Outras informações relevantes quanto à descrição da sala de aula e das tarefas letivas

A observação foi realizada durante 5 dias, a 59 alunos dos quatro anos de escolaridade do primeiro ciclo, no período matutino das 8h 45 às 13h00 (com um intervalo de 30 minutos a meio da manhã) e vespertino das 14h00 às 16h30.

Após o ajustamento do mobiliário de acordo com o guia metodológico proposto por (Gonçalves, 2012), procedeu-se à análise do grau de ajustamento às dimensões antropométricas dos alunos com base na *checklist* previamente preparada para o efeito. Foi preenchida uma *checklist* por cada aluno observado.

A mesma observação foi realizada com as crianças a desempenhar as mesmas funções no mobiliário tradicional e o registo efetuado com base na mesma *checklist*.

Finalizadas as observações, o aluno foi questionado sobre a sua preferência entre o mobiliário tradicional ou o ajustável.

3.1.4 QUARTA FASE: TRATAMENTO, ANÁLISE DE DADOS E CONCLUSÕES

Com a recolha dos dados concluída, procedeu-se ao tratamento estatístico dos mesmos, recorrendo ao software IBM SPSS Statistics 20.

O tratamento dos dados resultantes do preenchimento da *checklist*, passou por transformar as observações em valores de frequência absoluta e percentagem correspondente.

Findo este tratamento, foram analisados os resultados obtidos. Foram feitos dois tipos de análise: uma avaliação da adequabilidade dos tamanhos do mobiliário ajustável por turma, para avaliar se existia a necessidade de existir mais do que um tamanho de mobiliário para acomodar corretamente as crianças de uma mesma turma e foi feita uma análise com os dados agrupados por níveis de ajustamento propostos por (Gonçalves, 2012) para que os mesmos fossem validados.

Pretende-se avaliar os seguintes parâmetros:

- Altura do assento
- Profundidade do assento
- Largura do assento
- Largura do encosto
- Altura da mesa

Foram também tiradas algumas conclusões sobre a preferência das crianças em relação a estes dois tipos do mobiliário.

3.2 TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

3.2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS SALAS DE AULA E ATIVIDADES LETIVAS

Foram analisadas quatro turmas, pertencentes ao 1º, 2º, 3º e 4º ano de escolaridade, uma de cada ano, num total de 59 crianças. Cada sala de aula possuía a disposição do mobiliário de forma distinta (Figura 17, Figura 18, Figura 19 e Figura 20).

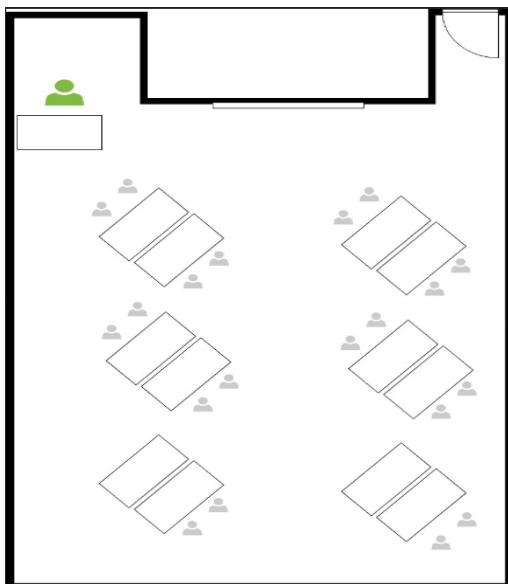


Figura 17 -Layout sala 1º Ano

Na sala do primeiro ano (Figura 17), eram utilizadas mesas duplas com subtampo, agrupadas duas a duas.

Tanto as mesas como as cadeiras correspondiam ao tamanho 03 da norma EN 1729:2015.

As mesas encontravam-se posicionadas a cerca de 45º em relação à parede do quadro.

Além do quadro a giz tradicional, a sala era equipada com uma estação interativa móvel.

Quando esta era utilizada, era colocada paralelamente ao quadro a giz, à frente deste.

A sala do segundo ano (Figura 18), utilizava igualmente mesas duplas com subtampo. Estas encontravam-se posicionadas paralelamente às paredes onde eram fixos tanto o quadro tradicional a giz, como o painel interativo.

As mesas e cadeiras utilizadas correspondiam ao tamanho 04 da norma EN1729:2015.

Existia a exceção de uma mesa que foi colocada na perpendicular às restantes.

Na parede localizada na parte superior do esquema apresentado ao lado, situava-se o

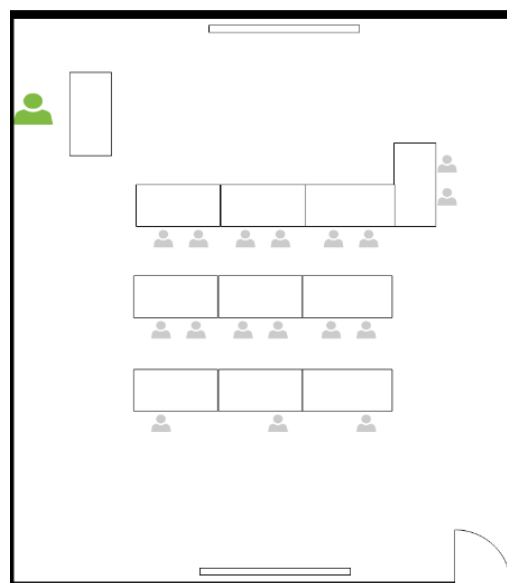


Figura 18 - Layout sala 2º Ano

painel interativo e na da parte inferior do esquema, o quadro a giz.

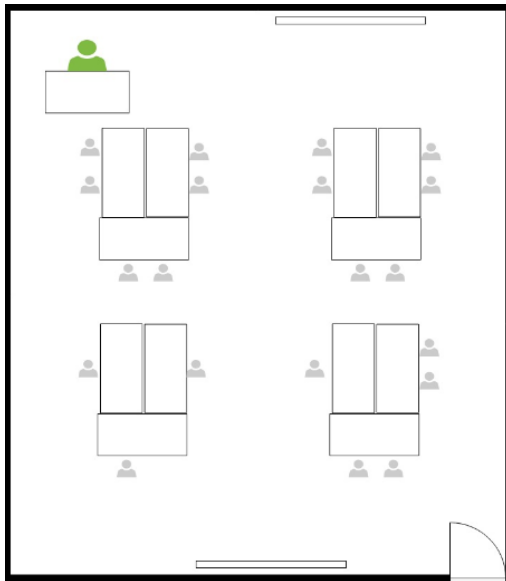


Figura 19 -Layout sala 3º Ano

Na sala do terceiro ano, as mesas utilizadas eram mesas duplas com subtampo, agrupadas três a três, onde duas delas se encontram perpendiculares ao plano formado pelo quadro/painel interativo e a terceira, encontra-se paralela ao mesmo (Figura 19)

As mesas e cadeiras utilizadas correspondiam ao tamanho 04 da norma EN1729:2015.

Tal como na sala do segundo ano, existia um painel interativo na parede junto ao professor e um quadro a giz na parede oposta.

Na sala de quarto ano, existia apenas um painel interativo e as mesas duplas com subtampo encontravam-se, ou agrupadas três a três, ou duas a duas (Figura 20).

As mesas e cadeiras utilizadas correspondiam ao tamanho 05 da norma EN1729:2015.

Os alunos ou se encontravam posicionados de frente para o quadro, ou de lado, consoante o lugar que ocupavam.

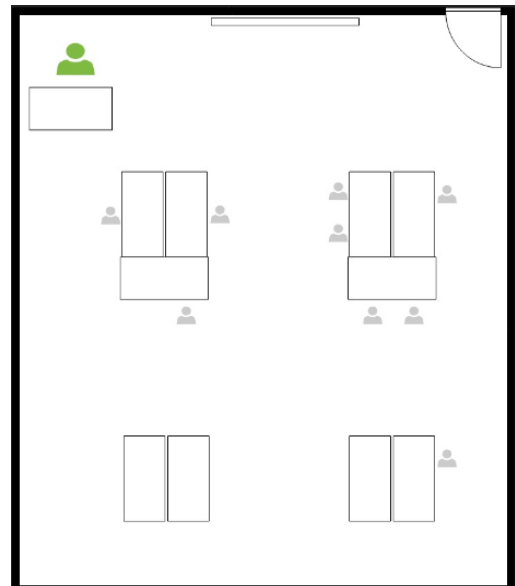


Figura 20 - Layout sala 4º Ano

Quanto ao conforto térmico e acústico, a temperatura era confortável e não se ouvia ruído exterior. O professor era facilmente ouvido pelos alunos. Todas as salas eram equipadas com candeeiros e possuíam janelas que permitiam uma boa iluminação das mesmas.

No que diz respeito às atividades letivas, os alunos têm aulas durante seis períodos de 55 minutos durante o dia. Desses seis períodos, um deles é dedicado a atividades extracurriculares para combater o sedentarismo, ou desenvolver atividades artísticas. Assim, o mobiliário disponível é utilizado durante cerca de cinco horas diárias. As quatro professoras inquiridas revelaram ter preocupação com a postura das crianças, tentando sempre que possível alertar as mesmas para a adoção de posturas corretas.

3.2.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra é composta por 59 alunos (33 do sexo masculino e 26 do sexo feminino), pertencentes ao 1º ciclo do ensino básico.

Ano de escolaridade	Total	Masculino	Feminino	Idade	Estatura média (cm)	Estatura mínima observada (cm)	Estatura máxima observada (cm)	Amplitude (cm)
1º	16	8	8	5/6	119,8	110	128	18
2º	15	7	8	6/7	127,6	114	138	24
3º	20	14	6	7/8	133,9	123	145	22
4º	8	4	4	8/9	139,3	129	148	19

Tabela 7 - Caracterização geral da amostra

Segundo Gonçalves (2012) citando Pheasant & Haslegrave (2006), os dados antropométricos de uma população seguem uma distribuição normal. Apesar desta afirmação, foi testada, para este caso, a normalidade da “estatura”, por ser o dado principal em que se baseia o presente estudo.

Para tal, foi realizado o teste de *Kolmogorov-Smirnov*, para a amostra em questão, cuja significância, para um nível de confiança de 95%, com um erro inferior a 5%, foi de 0,08. A hipótese nula do teste é aceite, logo a estatura segue uma distribuição normal. Este teste permitiu corroborar a afirmação anteriormente apresentada.

Uma vez que a estatura segue uma distribuição normal, foi determinado o grau de confiança para a amostra do estudo, de acordo com (Arezes, Barroso, Cordeiro, Costa, & Miguel, 2006):

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

N' – número mínimo de observações necessárias

m – média amostral

s – desvio-padrão amostral

Z – variável da distribuição normal padrão, para o nível de confiança definido

α – nível de significância

ε – erro considerado para a amostra

Foi considerado um erro de 5mm. Assim $\varepsilon = \frac{5}{1292} = 0.00387$.

A amostra apresenta um nível de confiança de 66.2%.

3.2.3 ANÁLISE DO MOBILIÁRIO AJUSTÁVEL E COMPARAÇÃO COM O MOBILIÁRIO TRADICIONAL

1. Avaliação geral da adequabilidade do mobiliário ajustável – comparação mobiliário tradicional

Esta avaliação foi efetuada por turma e ano de escolaridade.

Na turma do primeiro ano, foram observados os 16 alunos. Verificou-se que seriam necessários dois níveis de ajustamento para acomodar as 16 crianças (7 utilizam o tamanho 1 e 9 utilizam o tamanho 2).

Isto demonstra, logo à partida, que para que as crianças sejam acomodadas corretamente, não pode ser utilizado apenas um tamanho de mesa e cadeira para equipar uma sala de aula.

Na tabela abaixo, apresentam-se as diferenças dimensionais do mobiliário tradicional e o mobiliário ajustável

	Altura da mesa	Profundidade do assento	Largura do assento	Altura do assento
Mobiliário Ajustável Tamanho 1	450	290	333	270
Mobiliário Tradicional	540	260	350	349
Diferença (mm)	90	-30	17	79
Mobiliário Ajustável Tamanho 2	470	315	333	290
Mobiliário Tradicional	540	290	350	349
Diferença (mm)	70	-25	17	59

Tabela 8 - Diferenças dimensionais do mobiliário tradicional utilizado e o mobiliário ajustável 1º ano

Pretendendo-se testar agora a validade das dimensões do mobiliário ajustável apresentam-se, de seguida os resultados da avaliação da *checklist* para os alunos do 1º ano.

	Mobiliário Ajustável				Mobiliário Tradicional			
	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)
A coluna encontra-se numa posição ereta?	1	15	6%	94%	1	15	6%	94%
Os pés encontram-se perfeitamente assentes no chão?	0	16	0%	100%	5	11	31%	69%
A coxa forma um ângulo de 90º com a perna?	0	16	0%	100%	0	16	0%	100%
A largura do assento é suficiente?	0	16	0%	100%	0	16	0%	100%
Existe espaço suficiente entre o poplíteo a o limite frontal do assento?	1	15	6%	94%	3	13	19%	81%
O encosto é utilizado?	0	16	0%	100%	6	10	38%	63%
A largura do encosto é suficiente?	0	16	0%	100%	0	16	0%	100%
Os antebraços encontram-se apoiados na mesa?	0	16	0%	100%	0	16	0%	100%
O antebraço forma um ângulo de 90º com o braço?	0	16	0%	100%	11	5	69%	31%
Os ombros encontram-se descontraídos	0	16	0%	100%	16	0	100%	0%
Os braços encontram-se junto ao corpo?	0	16	0%	100%	14	2	88%	13%
Existe espaço suficiente entre a superfície inferior do tampo e o limite superior da coxa?	0	16	0%	100%	6	10	38%	63%
A cabeça encontra-se muito inclinada em relação ao tronco?	14	2	88%	13%	12	4	75%	25%

Tabela 9 - Resultados validação do mobiliário turma 1º ano

Analisando-se os resultados, o mobiliário ergonómico é uma alternativa que acomoda mais alunos do que o mobiliário tradicional. Quanto à preferência dos alunos quanto ao tipo de mobiliário esta recai sobre o mobiliário ergonómico: 69% dos alunos afirmou sentir mais conforto utilizando o mobiliário ajustável em detrimento do mobiliário tradicionalmente utilizado.

Verifica-se que a **altura do assento** é mais adequada no mobiliário ajustável, permitindo que a totalidade dos alunos conseguissem apoiar perfeitamente os pés no solo. Este facto não se observa no mobiliário tradicional. Além disso, a altura do assento nesta turma garante que a coxa forme um ângulo de 90º com a perna.

Além disso, o encosto passa a ser utilizado na totalidade dos alunos no mobiliário ergonómico, o que não se verifica no mobiliário fixo, pois estes, para conseguirem assentar os pés perfeitamente no solo, necessitam de se afastar do encosto. Este facto é também influenciado pela profundidade do assento, além da sua altura.

Já a **profundidade do assento**, no caso do mobiliário ajustável, é adequada para 94% dos alunos observados. No mobiliário tradicional, é adequado para 81% dos utilizadores.

Tanto a **largura do assento** como do **encosto** satisfazem a totalidade dos alunos observados nas duas opções de mobiliário utilizados.

Quanto à **altura da mesa**, a coluna mantém-se ereta na mesma percentagem de alunos observados, tanto no mobiliário tradicional, como no mobiliário ergonómico. Contudo, os alunos ao utilizarem o mobiliário ajustável, conseguem manter o antebraço e o braço a formar um ângulo de 90º e isso não se verifica no mobiliário tradicional. A altura da mesa é demasiado elevada o que provoca a formação de um ângulo inferior a 90º formado pelo antebraço e o braço (69% dos alunos observados) o que provocava também abdução dos ombros. Além disso, existem mais alunos cuja inclinação da cabeça em relação ao tronco é mais acentuada utilizando mobiliário tradicional do que o mobiliário ajustável.

Em todos os casos existe espaço suficiente entre a superfície superior do assento e a superfície inferior do tampo. Contudo, caso se pretendesse colocar um subtampo na mesa, esta condição já não se verificava.

Em suma, na turma do 1º ano verifica-se que são necessários dois níveis distintos para acomodar uma maior percentagem de crianças. O mesmo é comprovado pelos utilizadores que afirmam sentir maior conforto no mobiliário ajustável.

Na turma do segundo ano, foram observados os 15 alunos. Verificou-se que seriam necessários três níveis de ajustamento para acomodar as 15 crianças (2 utilizam o tamanho 1, 7 utilizam o 2 e 6 utilizam o tamanho 3).

Na tabela abaixo, apresentam-se as diferenças dimensionais do mobiliário tradicional e o mobiliário ajustável.

	Altura da mesa	Profundidade do assento	Largura do assento	Altura do assento
Mobiliário Ajustável Tamanho 1	450	290	333	270
Mobiliário Tradicional	640	402	376	373
Diferença (mm)	-190	-112	-43	-103
Mobiliário Ajustável Tamanho 2	470	315	333	290
Mobiliário Tradicional	640	402	376	373
Diferença	170	87	43	83
Mobiliário Ajustável Tamanho 3	495	340	333	315
Mobiliário Tradicional	640	402	376	373
Diferença	145	62	43	58

Tabela 10 - Diferenças dimensionais do mobiliário tradicional utilizado e o mobiliário ajustável 2º ano

Pretendendo-se testar agora a validade das dimensões do mobiliário ajustável apresentam-se, de seguida os resultados da avaliação da *checklist* para os alunos do 2º ano.

	Mobiliário Ajustável				Mobiliário Tradicional			
	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)
A coluna encontra-se numa posição ereta?	1	14	7%	93%	0	15	0%	100%
Os pés encontram-se perfeitamente assentes no chão?	0	15	0%	100%	9	6	60%	40%
A coxa forma um ângulo de 90º com a perna?	2	13	13%	87%	15	0	100%	0%
A largura do assento é suficiente?	0	15	0%	100%	0	15	0%	100%
Existe espaço suficiente entre o poplíteo a o limite frontal do assento?	0	15	0%	100%	15	0	100%	0%
O encosto é utilizado?	0	15	0%	100%	15	0	100%	0%
A largura do encosto é suficiente?	0	15	0%	100%	0	15	0%	100%
Os antebraços encontram-se apoiados na mesa?	0	15	0%	100%	0	15	0%	100%
O antebraço forma um ângulo de 90º com o braço?	2	13	13%	87%	15	0	100%	0%
Os ombros encontram-se descontraídos	0	15	0%	100%	15	0	100%	0%
Os braços encontram-se junto ao corpo?	0	15	0%	100%	15	0	100%	0%
Existe espaço suficiente entre a superfície inferior do tampo e o limite superior da coxa?	0	15	0%	100%	0	15	0%	100%
A cabeça encontra-se muito inclinada em relação ao tronco?	12	3	80%	20%	13	2	87%	13%

Tabela 11 - Resultados validação do mobiliário turma 2º ano

Analisando-se os resultados, o mobiliário ergonómico é uma alternativa que acomoda mais alunos do que o mobiliário tradicional. Quanto à preferência dos alunos quanto ao tipo de mobiliário esta recai sobre o mobiliário ergonómico: 53% dos alunos afirmou sentir mais conforto utilizando o mobiliário ajustável em detrimento do mobiliário tradicionalmente utilizado.

Verifica-se que a **altura do assento** é mais adequada no mobiliário ajustável, permitindo que a totalidade dos alunos conseguissem apoiar perfeitamente os pés no solo. Este facto não se observa no mobiliário tradicional. A altura do assento relativamente à altura do poplíteo, é adequada para 87% dos alunos, sendo que dois deles, a coxa forma um ângulo inferior a 90º com a perna, sugerindo que o assento é baixo. Esta situação verifica-se para alunos cuja estatura se encontra próxima do limite superior que limita o nível de ajustamento.

Além disso, o encosto passa a ser utilizado na totalidade dos alunos no mobiliário ergonómico, o que não se verifica no mobiliário fixo, pois estes, para conseguirem assentar os pés perfeitamente no solo, necessitam de se afastar do encosto.

Já a **profundidade do assento**, no caso do mobiliário ajustável, é adequada para a totalidade dos alunos observados. No mobiliário tradicional, nenhum aluno possui espaço suficiente entre o poplíteo e o limite frontal do assento.

Tanto a **largura do assento** como do **encosto** satisfazem a totalidade dos alunos observados nas duas opções de mobiliário utilizados.

Quanto à **altura da mesa**, existe um aluno cuja coluna não se mantém ereta no mobiliário ajustável. Contudo, a percentagem de alunos que, ao utilizarem o mobiliário ajustável, conseguem manter o antebraço e o braço a formar um ângulo de 90º, é superior à percentagem de alunos que utilizam mobiliário tradicional. A altura da mesa é demasiado elevada o que provoca a formação de um ângulo inferior a 90º entre o antebraço e o braço (100% dos alunos observados) e também dos ombros. Além disso, existem mais alunos cuja inclinação da cabeça em relação ao tronco é mais acentuada utilizando mobiliário tradicional do que o mobiliário ajustável pois o material de escrita, como livros e cadernos, encontra-se mais próximos.

Em todos os casos existe espaço suficiente entre a superfície superior do assento e a superfície inferior do tampo. Contudo, caso se pretendesse colocar um subtampo na mesa, esta condição já não se verificava.

Em suma, na turma do 2º ano verifica-se que são necessários três níveis distintos para acomodar uma maior percentagem de crianças. O mesmo é comprovado pelos utilizadores que afirmam sentir maior conforto no mobiliário ajustável.

Na turma do terceiro ano, foram observados os 20 alunos. Verificou-se que seriam necessários três níveis de ajustamento para acomodar as 20 crianças (4 utilizam o tamanho 2, 12 utilizam o 3 e 4 utilizam o tamanho 4).

Na tabela abaixo, apresentam-se as diferenças dimensionais do mobiliário tradicional e o mobiliário ajustável.

	Altura da mesa	Profundidade do assento	Largura do assento	Altura do assento
Mobiliário Ajustável Tamanho 2	470	315	333	290
Mobiliário Tradicional	640	402	376	373
Diferença	170	87	43	83
Mobiliário Ajustável Tamanho 3	495	340	333	315
Mobiliário Tradicional	640	402	376	373
Diferença	145	62	43	58
Mobiliário Ajustável Tamanho 4	545	360	333	345
Mobiliário Tradicional	640	402	376	373
Diferença	95	42	43	28

Tabela 12 - Diferenças dimensionais do mobiliário tradicional utilizado e o mobiliário ajustável 3º ano

Pretendendo-se testar agora a validade das dimensões do mobiliário ajustável apresentam-se, de seguida os resultados da avaliação da *checklist* para os alunos do 3º ano.

	Mobiliário Ajustável				Mobiliário Tradicional			
	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)
A coluna encontra-se numa posição ereta?	5	15	25%	75%	0	20	0%	100%
Os pés encontram-se perfeitamente assentes no chão?	0	20	0%	100%	16	4	80%	20%
A coxa forma um ângulo de 90º com a perna?	2	18	10%	90%	0	20	0%	100%
A largura do assento é suficiente?	0	20	0%	100%	0	20	0%	100%
Existe espaço suficiente entre o poplíteo a o limite frontal do assento?	1	19	5%	95%	19	1	95%	5%
O encosto é utilizado?	0	20	0%	100%	20	0	100%	0%
A largura do encosto é suficiente?	0	20	0%	100%	0	20	0%	100%
Os antebraços encontram-se apoiados na mesa?	0	20	0%	100%	0	20	0%	100%
O antebraço forma um ângulo de 90º com o braço?	2	18	10%	90%	20	0	100%	0%
Os ombros encontram-se descontraídos	0	20	0%	100%	20	0	100%	0%
Os braços encontram-se junto ao corpo?	0	20	0%	100%	20	0	100%	0%
Existe espaço suficiente entre a superfície inferior do tampo e o limite superior da coxa?	2	18	10%	90%	0	20	0%	100%
A cabeça encontra-se muito inclinada em relação ao tronco?	6	14	30%	70%	13	7	65%	35%

Tabela 13 - Resultados validação do mobiliário turma 3º ano

Analisando-se os resultados, o mobiliário ergonómico é uma alternativa que acomoda mais alunos do que o mobiliário tradicional. Quanto à preferência dos alunos quanto ao tipo de mobiliário esta recai sobre o mobiliário ergonómico: 65% dos alunos afirmou sentir mais conforto utilizando o mobiliário ajustável em detrimento do mobiliário tradicionalmente utilizado.

Verifica-se que a **altura do assento** é mais adequada no mobiliário ajustável, permitindo que a totalidade dos alunos conseguissem apoiar perfeitamente os pés no solo. Este facto não se observa no mobiliário tradicional. A altura do assento relativamente à altura do poplíteo, é adequada para 100% dos alunos.

Além disso, o encosto passa a ser utilizado na totalidade dos alunos no mobiliário ergonómico, o que não se verifica no mobiliário fixo, pois estes, para conseguirem assentar os pés perfeitamente no solo, necessitam de se afastar do encosto.

Já a **profundidade do assento**, no caso do mobiliário ajustável, é adequada para 95% dos alunos observados. No mobiliário tradicional, nenhum aluno possui espaço suficiente entre o poplíteo e o limite frontal do assento.

Tanto a **largura do assento** como do **encosto** satisfazem a totalidade dos alunos observados nas duas opções de mobiliário utilizados.

Quanto à **altura da mesa**, existem cinco alunos cuja coluna não se mantém ereta no mobiliário ajustável. Contudo, a percentagem de alunos que, ao utilizarem o mobiliário ajustável, conseguem manter o antebraço e o braço a formar um ângulo de 90º, é superior à percentagem de alunos que utilizam mobiliário tradicional.

A altura da mesa tradicionalmente utilizada é demasiado elevada o que provoca a formação de um ângulo inferior a 90º entre o antebraço e o braço (100% dos alunos observados) e também abdução dos ombros. Além disso, existem mais alunos cuja inclinação da cabeça em relação ao tronco é mais acentuada utilizando mobiliário tradicional do que o mobiliário ajustável pois o material de escrita, como livros e cadernos, encontra-se mais próximos.

Existem dois alunos que não existe espaço suficiente entre a superfície superior do assento e a superfície inferior do tampo quando utilizam o mobiliário ajustável. Os

restantes têm espaço suficiente. Contudo, caso se pretendesse colocar um subtampo na mesa, esta condição já não se verificava.

Em suma, na turma do 3º ano verifica-se que são necessários três níveis distintos para acomodar uma maior percentagem de crianças. O mesmo é comprovado pelos utilizadores que afirmam sentir maior conforto no mobiliário ajustável.

Na turma do quarto ano, foram observados os 8 alunos. Verificou-se que seriam necessários três níveis de ajustamento para acomodar as 8 crianças (1 utiliza o tamanho 2, 3 utilizam o 3 e 4 utilizam o tamanho 4).

Na tabela abaixo, apresentam-se as diferenças dimensionais do mobiliário tradicional e o mobiliário ajustável.

	Altura da mesa	Profundidade do assento	Largura do assento	Altura do assento
Mobiliário Ajustável Tamanho 2	470	315	333	290
Mobiliário Tradicional	710	402	390	420
Diferença	240	87	57	130
Mobiliário Ajustável Tamanho 3	495	340	333	315
Mobiliário Tradicional	710	402	390	420
Diferença	215	62	57	105
Mobiliário Ajustável Tamanho 4	545	360	333	345
Mobiliário Tradicional	710	402	390	420
Diferença	165	42	57	75

Tabela 14 - Diferenças dimensionais do mobiliário tradicional utilizado e o mobiliário ajustável 4º ano

Pretendendo-se testar agora a validade das dimensões do mobiliário ajustável apresentam-se, de seguida os resultados da avaliação da *checklist* para os alunos do 3º ano.

	Mobiliário Ajustável				Mobiliário Tradicional			
	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)
A coluna encontra-se numa posição ereta?	1	7	12%	88%	0	8	0%	100%
Os pés encontram-se perfeitamente assentes no chão?	0	8	0%	100%	7	1	88%	13%
A coxa forma um ângulo de 90º com a perna?	1	7	12%	88%	7	1	88%	13%
A largura do assento é suficiente?	0	8	0%	100%	0	8	0%	100%
Existe espaço suficiente entre o poplíteo a o limite frontal do assento?	2	6	25%	75%	8	0	100%	0%
O encosto é utilizado?	0	8	0%	100%	8	0	100%	0%
A largura do encosto é suficiente?	0	8	0%	100%	0	8	0%	100%
Os antebraços encontram-se apoiados na mesa?	0	8	0%	100%	0	8	0%	100%
O antebraço forma um ângulo de 90º com o braço?	2	6	25%	75%	8	0	100%	0%
Os ombros encontram-se descontraídos	0	8	0%	100%	7	1	88%	13%
Os braços encontram-se junto ao corpo?	0	8	0%	100%	8	0	100%	0%
Existe espaço suficiente entre a superfície inferior do tampo e o limite superior da coxa?	3	5	38%	63%	0	8	0%	100%
A cabeça encontra-se muito inclinada em relação ao tronco?	6	2	75%	25%	0	8	0%	100%

Tabela 15 - Resultados validação do mobiliário turma 4º ano

Analisando-se os resultados, o mobiliário ergonómico é uma alternativa que acomoda mais alunos do que o mobiliário tradicional. Quanto à preferência dos alunos quanto ao tipo de mobiliário esta recai sobre o mobiliário ergonómico: 75% dos alunos afirmou sentir mais conforto utilizando o mobiliário ajustável em detrimento do mobiliário tradicionalmente utilizado.

Verifica-se que a **altura do assento** é mais adequada no mobiliário ajustável, permitindo que a totalidade dos alunos conseguissem apoiar perfeitamente os pés no solo. Este facto não se observa no mobiliário tradicional. A altura do assento relativamente à altura do poplíteo, é adequada para 88% dos alunos, sendo que dois deles, a coxa forma um ângulo inferior a 90º com a perna, sugerindo que o assento é baixo. Esta situação verifica-se para alunos cuja estatura se encontra próxima do limite superior que demarca o nível de ajustamento.

Além disso, o encosto passa a ser utilizado na totalidade dos alunos no mobiliário ergonómico, o que não se verifica no mobiliário fixo, pois estes, para conseguirem assentar os pés perfeitamente no solo, necessitam de se afastar do encosto.

Já a **profundidade do assento**, no caso do mobiliário ajustável, é adequada para a totalidade dos alunos observados. No mobiliário tradicional, nenhum aluno possui espaço suficiente entre o poplíteo e o limite frontal do assento.

Tanto a **largura do assento** como do **encosto** satisfazem a totalidade dos alunos observados nas duas opções de mobiliário utilizados.

Quanto à **altura da mesa**, existe um aluno cuja coluna não se mantém ereta no mobiliário ajustável. Contudo, a percentagem de alunos que, ao utilizarem o mobiliário ajustável, conseguem manter o antebraço e o braço a formar um ângulo de 90º, é superior à percentagem de alunos que utilizam mobiliário tradicional. A altura da mesa é demasiado elevada o que provoca a formação de um ângulo inferior a 90º entre o antebraço e o braço (100% dos alunos observados) o que provocava também abdução dos ombros. Além disso, existem mais alunos cuja inclinação da cabeça em relação ao tronco é mais acentuada utilizando mobiliário tradicional do que o mobiliário ajustável pois os materiais de escrita, como livros e cadernos, encontram-se mais próximos.

Verificou-se que três alunos possuíam espaço reduzido entre a superfície superior do assento e a superfície inferior do tampo. Isto foi verificado nos casos em que a estatura estava muito próxima do limite superior que demarca o nível de ajustamento.

Em suma, na turma do 4º ano verifica-se que são necessários três níveis distintos para acomodar uma maior percentagem de crianças. O mesmo é comprovado pelos utilizadores que afirmam sentir maior conforto no mobiliário ajustável.

Na generalidade, avaliando-se o mobiliário ajustável, verifica-se que este é preferível para equipar salas de aula, uma vez que é capaz de acomodar uma maior percentagem de alunos do que o mobiliário tradicional. Vários alunos (66% do total) revelaram preferir o mobiliário ajustável.

Pela observação dos resultados, denota-se a necessidade de equipar uma sala de aula com mais do que um tamanho de mobiliário para permitir aumentar o conforto sentido pelos utilizadores.

Esta preocupação deve partir dos prescritores do mobiliário, assim como os professores, diretores, ou até mesmo as empresas de mobiliário escolar que deverão aconselhar os tamanhos adequados para cada sala de aula.

2. Avaliação da adequabilidade dos níveis de ajustabilidade do mobiliário ergonómico

Após a análise da adequabilidade do mobiliário ajustável às dimensões antropométricas das crianças por anos de escolaridade, passou-se para uma análise da adequabilidade dos níveis de ajustamento propostos por (Gonçalves, 2012).

Os dados registados na *checklist* foram agrupados por nível de ajustamento e foram analisados os resultados.

Para o nível de ajustamento 1, foram analisados 8 alunos. Estes oito alunos preenchiem os requisitos de estatura requeridos para o ajustamento do nível 1. No fim da avaliação foram observados os seguintes resultados.

	Mobiliário Ajustável				Mobiliário Tradicional			
	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)
A coluna encontra-se numa posição ereta?	0	8	0%	100%	0	8	0%	100%
Os pés encontram-se perfeitamente assentes no chão?	0	8	0%	100%	6	2	75%	25%
A coxa forma um ângulo de 90º com a perna?	0	8	0%	100%	2	6	25%	75%
A largura do assento é suficiente?	0	8	0%	100%	0	8	0%	100%
Existe espaço suficiente entre o poplíteo a o limite frontal do assento?	0	8	0%	100%	5	3	63%	38%
O encosto é utilizado?	0	8	0%	100%	6	2	75%	25%
A largura do encosto é suficiente?	0	8	0%	100%	0	8	0%	100%
Os antebraços os encontram-se apoiados na mesa?	0	8	0%	100%	0	8	0%	100%
O antebraço forma um ângulo de 90º com o braço?	0	8	0%	100%	6	2	75%	25%
Os ombros encontram-se descontraídos	0	8	0%	100%	8	0	100%	0%
Os braços encontram-se junto ao corpo?	0	8	0%	100%	6	2	75%	25%
Existe espaço suficiente entre a superfície inferior do tampo e o limite superior da coxa?	0	8	0%	100%	0	8	0%	100%
A cabeça encontra-se muito inclinada em relação ao tronco?	7	1	88%	13%	7	1	88%	13%

Tabela 16 - Resultados validação do mobiliário nível ajustamento 1

Avaliando-se o tamanho 1, verificou-se que este acomoda melhor os utilizadores do que o mobiliário tradicional.

Verifica-se que a **altura do assento** é mais adequada no mobiliário ajustável, permitindo que a totalidade dos alunos conseguissem apoiar perfeitamente os pés no solo. Este facto não se observa no mobiliário tradicional. A altura do assento relativamente à altura do poplíteo, é adequada para 100% dos alunos.

Além disso, o encosto passa a ser utilizado na totalidade dos alunos no mobiliário ergonómico, o que não se verifica no mobiliário fixo, pois estes, para conseguirem assentar os pés perfeitamente no solo, necessitam de se afastar do encosto.

Já a **profundidade do assento**, no caso do mobiliário ajustável, é adequada para a totalidade dos alunos observados.

Tanto a **largura do assento** como do **encosto** satisfazem a totalidade dos alunos observados nas duas opções de mobiliário utilizados.

Quanto à **altura da mesa**, esta permite que 100% dos alunos mantenham o tronco em posição ereta. O antebraço forma um ângulo de 90º com o braço, deixando de existir a abdução dos ombros que se verificava no mobiliário tradicional. Contudo, um aluno necessitava de curvar a cabeça em relação ao tronco, para conseguir executar as tarefas de leitura/escrita.

Em todos os casos existe espaço suficiente entre a superfície superior do assento e a superfície inferior do tampo. Contudo, caso se pretendesse colocar um subtampo na mesa, esta condição já não se verificava.

Isto significa que o tamanho é adequado para as crianças que frequentam o 1º Ciclo do Ensino Básico com estatura inferior a 120cm.

Para o nível de ajustamento 2, foram analisados 22 alunos. Estes vinte e dois alunos preenchiam os requisitos de estatura requeridos para o ajustamento do nível 2. No fim da avaliação foram observados os seguintes resultados.

	Mobiliário Ajustável				Mobiliário Tradicional			
	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)
A coluna encontra-se numa posição ereta?	2	20	9%	91%	1	21	5%	95%
Os pés encontram-se perfeitamente assentes no chão?	0	22	0%	100%	11	11	50%	50%
A coxa forma um ângulo de 90º com o poplíteo?	1	21	5%	95%	8	14	36%	64%
A largura do assento é suficiente?	0	22	0%	100%	0	22	0%	100%
Existe espaço suficiente entre o poplíteo a o limite frontal do assento?	1	21	5%	95%	12	10	55%	45%
O encosto é utilizado?	0	22	0%	100%	14	8	64%	36%
A largura do encosto é suficiente?	0	22	0%	100%	0	22	0%	100%
Os antebraços encontram-se apoiados na mesa?	0	22	0%	100%	0	22	0%	100%
O antebraço forma um ângulo de 90º com o braço?	0	22	0%	100%	19	3	86%	14%
Os ombros encontram-se descontraídos	0	22	0%	100%	20	2	91%	9%
Os braços encontram-se junto ao corpo?	0	22	0%	100%	14	8	64%	36%
Existe espaço suficiente entre a superfície inferior do tampo e o limite superior da coxa?	0	22	0%	100%	0	22	0%	100%
A cabeça encontra-se muito inclinada em relação ao tronco?	18	4	82%	18%	18	4	82%	18%

Tabela 17 - Resultados validação do mobiliário nível ajustamento 2

Avaliando-se o tamanho 2, verificou-se que este acomoda melhor os utilizadores do que o mobiliário tradicional.

Verifica-se que a **altura do assento** é mais adequada no mobiliário ajustável, permitindo que a totalidade dos alunos conseguissem apoiar perfeitamente os pés no solo. Este facto não se observa no mobiliário tradicional. A altura do assento relativamente à altura do poplíteo, é adequada para 100% dos alunos.

Além disso, o encosto passa a ser utilizado na totalidade dos alunos no mobiliário ergonómico, o que não se verifica no mobiliário fixo, pois estes, para conseguirem assentar os pés perfeitamente no solo, necessitam de se afastar do encosto.

Já a **profundidade do assento**, no caso do mobiliário ajustável, é adequada para a 95% alunos observados.

Tanto a **largura do assento** como do **encosto** satisfazem a totalidade dos alunos observados nas duas opções de mobiliário utilizados.

Quanto à **altura da mesa**, esta permite que 91% dos alunos mantenham o tronco em posição ereta. O antebraço forma um ângulo de 90º com o braço, deixando de existir a abdução dos ombros que se verificava no mobiliário tradicional. Contudo, 4 alunos necessitavam de curvar a cabeça em relação ao tronco, para conseguir executar as tarefas de leitura/escrita.

Em todos os casos existe espaço suficiente entre a superfície superior do assento e a superfície inferior do tampo. Contudo, caso se pretendesse colocar um subtampo na mesa, esta condição já não se verificava.

Isto significa que o tamanho 2 é mais adequado do que o mobiliário tradicional utilizado para as crianças que frequentam o 1º Ciclo do Ensino Básico com estatura compreendida 120cm e 130cm. Tendo em conta que as crianças que utilizaram este tamanho foram comparadas utilizando o tamanho 3,4 e 5 da norma EN 1729:2015.

Para o nível de ajustamento 3, foram analisados 21 alunos. Estes vinte e um alunos preenchiem os requisitos de estatura requeridos para o ajustamento do nível 3. No fim da avaliação foram observados os seguintes resultados.

	Mobiliário Ajustável				Mobiliário Tradicional			
	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)
A coluna encontra-se numa posição ereta?	4	17	19%	81%	0	21	0%	100%
Os pés encontram-se perfeitamente assentes no chão?	0	21	0%	100%	17	4	81%	19%
A coxa forma um ângulo de 90º com o poplíteo?	3	18	14%	86%	9	12	43%	57%
A largura do assento é suficiente?	0	21	0%	100%	0	21	0%	100%
Existe espaço suficiente entre o poplíteo a o limite frontal do assento?	2	19	10%	90%	21	0	100%	0%
O encosto é utilizado?	0	21	0%	100%	21	0	100%	0%
A largura do encosto é suficiente?	0	21	0%	100%	0	21	0%	100%
Os braços encontram-se apoiados na mesa?	0	21	0%	100%	0	21	0%	100%
O antebraço forma um ângulo de 90º com o braço?	6	15	29%	71%	21	0	100%	0%
Os ombros encontram-se descontraídos	0	21	0%	100%	21	0	100%	0%
Os braços encontram-se junto ao corpo?	0	21	0%	100%	21	0	100%	0%
Existe espaço suficiente entre a superfície inferior do tampo e o limite superior da coxa?	3	18	14%	86%	0	21	0%	100%
A cabeça encontra-se muito inclinada em relação ao tronco?	10	11	48%	52%	13	8	62%	38%

Tabela 18 - Resultados validação do mobiliário nível ajustamento 3

Avaliando-se o tamanho 3, verificou-se que este acomoda melhor os utilizadores do que o mobiliário tradicional. Contudo, os alunos cuja estatura era superior a 137cm tinham necessidade de curvar as costas, não mantinham um ângulo de 90º entre o tronco e a coxa e necessitavam de inclinar demasiado a cabeça em relação ao tronco para conseguirem executar as tarefas de leitura/escrita. Esta situação era resultante da altura da mesa, regulada para o nível 3, se revelar desadequada (baixa).

Também se observava que o espaço disponível entre a superfície inferior do tampo e a coxa não era o adequado.

Testou-se, então, a altura da mesa para o nível de ajustamento 4 (altura=545mm) para que os alunos com estatura próxima do limite superior para este nível de ajustamento (>137cm). Verificou-se que este nível de ajustabilidade era o adequado.

Este processo não acresce custo à mesa, sendo um ponto valorizado pelo utilizador.

As dimensões da cadeira para o nível de ajustamento 3 revelaram-se adequadas.

Verifica-se que a **altura do assento** é mais adequada no mobiliário ajustável, permitindo que a totalidade dos alunos conseguissem apoiar perfeitamente os pés no solo.

Além disso, o encosto passa a ser utilizado na totalidade dos alunos no mobiliário ergonómico, o que não se verifica no mobiliário fixo, pois estes, para conseguirem assentar os pés perfeitamente no solo, necessitam de se afastar do encosto.

Já a **profundidade do assento**, no caso do mobiliário ajustável, é adequada para a 95% alunos observados.

Tanto a **largura do assento** como do **encosto** satisfazem a totalidade dos alunos observados nas duas opções de mobiliário utilizados.

Isto significa que o tamanho 3 é mais adequado do que o mobiliário tradicional utilizado para as crianças que frequentam o 1º Ciclo do Ensino Básico com estatura compreendida 130cm e 137cm. Para alunos com uma estatura compreendida entre 137cm e 140cm, a altura ideal da mesa seria o nível de ajustamento 4 e a cadeira no nível de ajustamento 3.

Para o nível de ajustamento 4, foram analisados 21 alunos. Estes vinte e um alunos preenchem os requisitos de estatura requeridos para o ajustamento do nível 4. No fim da avaliação foram observados os seguintes resultados.

	Mobiliário Ajustável				Mobiliário Tradicional			
	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)	Frequência Absoluta (N)	Frequência Absoluta (S)	Frequência Relativa (N)	Frequência Relativa (S)
A coluna encontra-se numa posição ereta?	1	7	13%	88%	0	8	0%	100%
Os pés encontram-se perfeitamente assentes no chão?	0	8	0%	100%	3	5	38%	63%
A coxa forma um ângulo de 90º com o poplíteo?	1	7	13%	88%	3	5	38%	63%
A largura do assento é suficiente?	0	8	0%	100%	0	8	0%	100%
Existe espaço suficiente entre o poplíteo a o limite frontal do assento?	1	7	13%	88%	7	1	88%	13%
O encosto é utilizado?	0	8	0%	100%	8	0	100%	0%
A largura do encosto é suficiente?	0	8	0%	100%	0	8	0%	100%
Os antebraços encontram-se apoiados na mesa?	0	8	0%	100%	0	8	0%	100%
O antebraço forma um ângulo de 90º com o braço?	0	8	0%	100%	8	0	100%	0%
Os ombros encontram-se descontraídos	0	8	0%	100%	7	1	88%	13%
Os braços encontram-se junto ao corpo?	0	8	0%	100%	8	0	100%	0%
Existe espaço suficiente entre a superfície inferior do tampo e o limite superior da coxa?	2	6	25%	75%	0	8	0%	100%
A cabeça encontra-se muito inclinada em relação ao tronco?	5	3	62%	38%	0	8	0%	100%

Tabela 19 - Resultados validação do mobiliário nível ajustamento 4

Avaliando-se o tamanho 4, verificou-se que este acomoda melhor os utilizadores do que o mobiliário tradicional.

O tronco encontrava-se numa posição ereta em 88% dos casos. O aluno necessita inclinar a cabeça de forma acentuada em 38% dos casos observados.

Em 25% dos casos, observa-se que existe espaço insuficiente entre a coxa e o limite inferior da superfície do tampo.

Verifica-se que a **altura do assento** é mais adequada no mobiliário ajustável, permitindo que a totalidade dos alunos conseguissem apoiar perfeitamente os pés no solo.

Além disso, o encosto passa a ser utilizado na totalidade dos alunos no mobiliário ergonómico, o que não se verifica no mobiliário fixo, pois estes, para conseguirem assentar os pés perfeitamente no solo, necessitam de se afastar do encosto.

Já a **profundidade do assento**, no caso do mobiliário ajustável, é adequada para a 88% alunos observados.

Tanto a **largura do assento** como do **encosto** satisfazem a totalidade dos alunos observados nas duas opções de mobiliário utilizados.

Isto significa que o tamanho 4 é mais adequado do que o mobiliário tradicional utilizado para as crianças que frequentam o 1º Ciclo do Ensino Básico com estatura superior a 140cm. Apenas em casos extremos, onde o valor da estatura seja muito superior a 140cm é que os alunos poderão sentir desconforto ao utilizar mobiliário ajustável.

De um modo geral, conclui-se que o mobiliário ajustável proporciona uma melhor postura às crianças que o mobiliário tradicionalmente utilizado. O problema encontrado no caso em estudo, está replicado em muitas escolas do país, uma vez que estas utilizam o mobiliário tradicional com as dimensões da norma EN 1729:2015.

Dada a diversidade de estaturas das crianças dentro de uma mesma sala aula/ano de escolaridade, dificilmente o mobiliário com dimensões fixas consegue acomodar de forma ergonómica todas as crianças, situação que apenas o mobiliário ajustável conseguirá colmatar.

CONCLUSÕES

4 CONCLUSÕES

Esta dissertação revelou duas conclusões principais.

Em primeiro lugar, uma sala de aula não deverá ser equipada com um único tamanho de mobiliário fixo, pois este não permite o ajustamento adequado às dimensões antropométricas do utilizador. As dimensões propostas pela norma EN 1729:2015, já provaram não ser adequadas à população utilizadora (crianças portuguesas do primeiro ciclo do ensino básico).

Verifica-se que as cadeiras que equipavam as salas de aula possuíam um assento com altura muito elevada, fazendo com que as crianças não conseguissem apoiar os pés no solo. As medidas mais relevantes a ter em conta no dimensionamento que possuíam uma grande percentagem de crianças acomodadas era a largura do assento e do encosto e o espaço livre entre a perna e a mesa, tal como já foi verificado noutros estudos utilizados para realizar a revisão bibliográfica.

Tal como já tinha sido observado por (Gonçalves, 2012), existe uma grande variabilidade de estaturas observadas, tanto em crianças que frequentam o mesmo ano, como nos diferentes anos avaliados. Torna-se muito complicado garantir um tamanho que acomode uma grande percentagem de alunos, sendo muitos deles prejudicados. O ideal, será equipar as salas de aula com mesas e cadeiras ajustáveis.

De um modo geral, conclui-se que o mobiliário ajustável é mais adequado do que o mobiliário tradicionalmente utilizado. Verificou-se que tanto avaliando o mobiliário consoante o ano escolar como segundo o nível de ajustamento, o mobiliário ajustável obteve resultados mais satisfatórios quando avaliadas as questões posturais tidas como adequadas em ambiente escolar (posição sentada). De uma forma empírica, verificou-se que os alunos preferiam o mobiliário ajustável em detrimento do mobiliário tradicional.

Em segundo lugar, quando o mobiliário ajustável foi analisado tendo em conta o nível de ajustamento, verificou-se que, para o nível de ajustamento 3, no caso de os alunos terem estatura superior a 137cm, a cadeira tamanho três era adequada, mas a mesa era

baixa, obrigando o aluno a curvar as costas para conseguir executar as suas tarefas regulares. Foi testado o tamanho 4 para a mesa e os problemas eram resolvidos.

Em suma, o mobiliário foi validado, no sentido que é mais adequado para guarnecer as salas de aula do que o mobiliário tradicionalmente utilizado, acomodando uma percentagem maior de alunos. Tanto quando se observam os resultados da avaliação da *checklist* como a própria avaliação de conforto realizada pelo próprio aluno.

Quanto a constrangimentos do projeto destaca-se o atraso no projeto provocado pela dificuldade em concretizar a parceria com as instituições de ensino e o facto de apenas ser permitido o registo de imagens do pescoço para baixo das crianças. Estes constrangimentos limitaram, quer os métodos utilizados, quer o tamanho da amostra.

Apesar dos resultados apresentados, este estudo teve algumas limitações.

- A amostra reduzida não permite inferir os resultados para uma população, uma vez que apresenta um grau de confiança de 66.2%
- O facto de não ser possível o registo de imagens para avaliação postural, não permitiu a realização da mesma através de recursos mais rigorosos, como por exemplo, a fotogrametria

Como trabalhos futuros, sugere-se a realização do mesmo estudo aumentando o tamanho da amostra para que se possa aferir conclusões para uma população e efetuar a avaliação postural dos alunos recorrendo a métodos mais rigorosos.

Propõe-se que o guia metodológico proposto por (Gonçalves, 2012), de acordo com os resultados obtidos neste estudo, seja atualizado para permitir a correta acomodação das crianças com estatura compreendida entre 137cm e 140cm, utilizando o mobiliário ajustável.

Sugere-se também a avaliação tanto a nível postural, como comportamental, da utilização do tampo inclinado em vez do tampo sem inclinação nas tarefas habituais na sala de aula.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Arezes, P. M., Barroso, M. P., Cordeiro, P., Costa, L. G. da, & Miguel, A. S. (2006). *Estudo Antropométrico da População Portuguesa*. Lisboa.
- Assunção, A. R. (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*. Universidade Técnica de Lisboa. Retrieved from https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/3663/1/Tese_definitiva_AnaAssuncao.pdf
- Barbosa, A. F. (2009). Avaliação da Influência do Mobiliário Escolar na Postura Corporal em Alunos Adolescentes, 187.
- Carneiro, V. (2015). *Cadeira escolar evolutiva. Desenvolvimento industrial de uma cadeira escolar ajustável em altura e profundidade para crianças dos 6 aos 10 anos de idade. Parceria de I&D com a empresa NAUTILUS S.A.* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Carnide, M. F. (2006). Ergonomia escolar. *Direção Gera*.
- De Oliveira Pezzan, P. A., João, S. M. A., Ribeiro, A. P., & Manfio, E. F. (2011). Postural assessment of lumbar lordosis and pelvic alignment angles in adolescent users and nonusers of high-heeled shoes. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 34(9), 614–621. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2011.09.006>
- District, M. M. S. (2004). What is Good Posture? Retrieved from <https://special.ed.madison.k12.wi.us/files/special.ed/PostureBr.pdf>
- Fidalgo, C. (2011). *a Interactividade Na Análise Postural: Um Estudo para Crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico*.
- Gonçalves, M. A. (2012). Análise das condições ergonómicas das salas de aula do primeiro ciclo do ensino básico. *Doctoral Thesis, Universidade Do Minho, Portugal*.
- Graup, S., Santos, S. G. dos, & Moro, A. R. P. (2010). Estudo descritivo de alterações posturais sagitais da coluna lombar em escolares da rede federal de ensino de Florianópolis. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 45(5), 453–459. <https://doi.org/10.1590/S0102-36162010000500013>
- Grimes, P., & Legg, S. (2004). Musculoskeletal Disorders(MSD) in School Students as a Risk Factor for Adult MSD: A Review of the Multiple Factors Affecting Posture, Comfort and Health in Classroom Environments. *Journal of the Human-Environment System*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.1618/jhes.7.1>
- Hamill, J., & Knutzen, K. (1999). Bases Biomecânicas do Movimento Humano. In M. Ltda (Ed.). São Paulo.
- Iida, I. (2005). *Ergonomia: Projeto e Produção*. (E. Blücher, Ed.) (2ª Edição).
- International Ergonomics Association, (IEA). (2018). IEA - International. Retrieved

January 27, 2018, from <http://www.iea.cc/whats/>

- Macedo, A. C., Morais, A. V., Martins, H. F., Martins, J. C., Pais, S. M., & Mayan, O. S. (2015). Match between classroom dimensions and students' anthropometry: Re-equipment according to european educational furniture standard. *Human Factors*, 57(1), 48–60. <https://doi.org/10.1177/0018720814533991>
- Parcells, C., Stommel, M., & Hubbard, R. P. (1999). Mismatch of classroom furniture and student body dimensions: empirical findings and health implications. *J Adolesc Health*, 265–273.
- Parvez, M. S., Parvin, F., Shahriar, M. M., & Kibria, G. (2018). Design of Ergonomically Fit Classroom Furniture for Primary Schools of Bangladesh. *Journal of Engineering*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/3543610>
- Pequini, S. M. (2005). Ergonomia aplicada ao Design de produtos: Um estudo de caso sobre o Design de bicicletas.
- Pheasant, S. (2003). *Bodyspace: Anthropometric, Ergonomics and the Design of Work*. (T. & Francis, Ed.) (2 nd).
- Reis, P. F. (2003). Estudo Da Interface Aluno-Mobiliário: a Questão Antropométrica E Biomecânica Da Postura Sentada, 109.
- Rodrigues, A. R. (2014). *AVALIAÇÃO POSTURAL POR BIOFOTOGRAFIEMETRIA EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES NUM AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DO CONCELHO DE BRAGANÇA*.
- Rosyidi, C. N., Susmartini, S., Purwaningrum, L., & Muraki, S. (2016). Mismatch Analysis of Elementary School Furniture in Several Regions of Central Java, Indonesia, and Redesign Recommendations. *SAGE Open*, 6(3). <https://doi.org/10.1177/2158244016664386>

ANEXOS

6.1 DESENHO CONJUNTO MESA AJUSTÁVEL

6.2 DESENHO CONJUNTO CADEIRA AJUSTÁVEL

6.3 GUIA METODOLÓGICO PARA AJUSTAMENTO DO MOBILIÁRIO
ERGONÓMICO

6.4 CHECKLIST PARA VALIDAÇÃO DO MOBILIÁRIO

6.2 DESENHO DE CONJUNTO DA CADEIRA AJUSTÁVEL

APROVAÇÃO: O PROJETO DESENVOLVIDO POR ESTE AUTOR É DE SUAS RESPONSABILIDADES. O PROJETO NÃO SE RESPONSABILIZA POR ERROS DE CÁLCULO, OMISSÃO DE INFORMAÇÕES, OU QUALQUER OUTRO TIPO DE ERRO. O PROJETO NÃO SE RESPONSABILIZA POR ERROS DE CÁLCULO, OMISSÃO DE INFORMAÇÕES, OU QUALQUER OUTRO TIPO DE ERRO.

Revisão / Revision			
REV.	Descrição / Description	Data / Date	Aprovado por / Approved by
A	A alterações em várias peças.	07-05-2018	VitorCarneiro

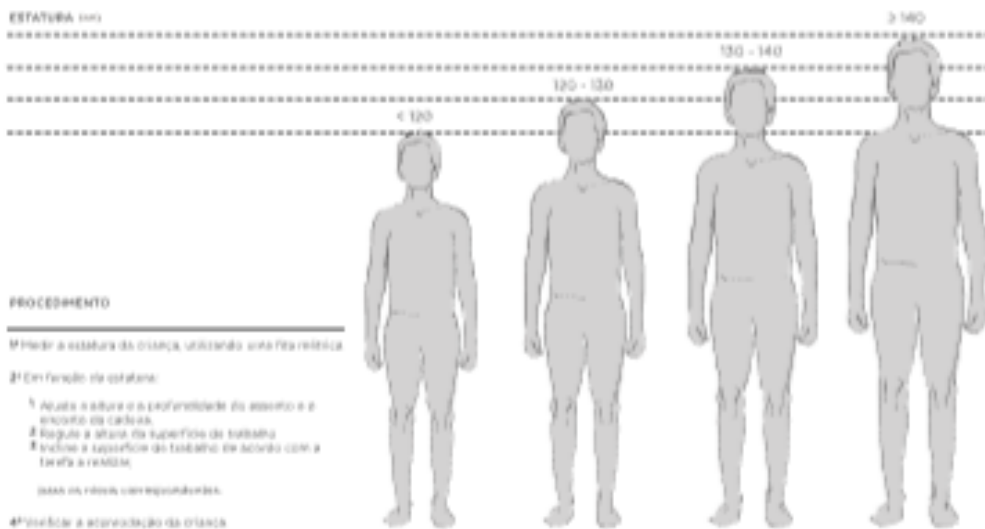
Nº	Peça/Part	Revisão/Revision	Código PowerGest	Descrição/Description	Qtd.
1	E117-01-00			Estrutura superior	1
2	E117-01-01	A		Pé	1
3	E117-01-05	A		Encosto	1
4	E117-01-06	A		Assento	1
5			52500004	Calço poliamida p/ tubo Ø25mm	2
6			52500001	Taco meia-cana Ø25	6
7			511000630	Parafuso cabeça oval sex. interior ISO 7380 - M6x30 ZN	8
8			51000005	Mola e Pino Ø7 p/ cadeira UNI_STEP	2
9			512000412	Rebite cego 4,0 x 12	2
10			512004816	Rebite cego 4,8 x 16	2
11			512000001	Rebite cego 4,8 x 20	2
12			521000002	Tapa-topos Ø25x1,5mm - Preto	2

		Cadeira ESEIG	
1:6	A3 X	4.559 kg	E117-01
31-01-2014	C. Matagreira	1/1	A NAUTILUS

6.3 GUIA METODOLÓGICO PARA AJUSTAMENTO DE MOBILIÁRIO ERGONÓMICO

Fonte: (Gonçalves, 2012)

GUIA METODOLÓGICO PARA AJUSTAMENTO DO MOBILIÁRIO ESCOLAR



		1	2	3	4
ALTURA DO ASSENTO		1	2	3	4
PROFUNDIDADE DO ASSENTO		1	2	3	4
ALTURA DO ENCOSTO		1			2
ALTURA DA MESA		1	2	3	4
INCLINAÇÃO DO TAMPO DA MESA*	 <small>*para as atividades de escrita ou leitura</small>	A			
INCLINAÇÃO DO TAMPO DA MESA*	 <small>*para uso de computador portátil</small>	B		C	D

Anexo V

