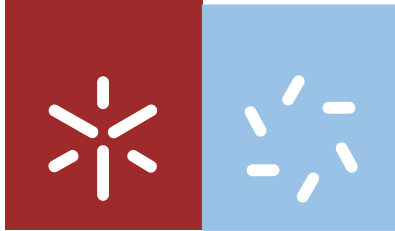


**Universidade do Minho**  
Escola de Ciências

Cristina João Correia da Cunha Mendes

**Variações de Parâmetros Acomodativos  
ao Longo do Dia**



**Universidade do Minho**

Escola de Ciências

Cristina João Correia da Cunha Mendes

## **Variações de Parâmetros Acomodativos ao Longo do Dia**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Optometria Avançada

Trabalho realizado sob a orientação da  
**Doutora Sandra Maria de Braga Franco**

Outubro de 2012

# DECLARAÇÃO

**Nome:** Cristina João Correia da Cunha Mendes

**Endereço eletrónico:** c.jc.cm@hotmail.com

**Número do Bilhete de Identidade:** 8828916 - Arquivo do Porto

**Título da Tese de Mestrado:** Variações de Parâmetros Acomodativos ao Longo do Dia

**Orientadores:**

Doutora Sandra Maria de Braga Franco

**Ano de conclusão:** 2012

**Designação do Mestrado:** Optometria Avançada

De acordo com a legislação em vigor, não é permitida a reprodução de qualquer parte desta tese.

Universidade do Minho, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Ao José Augusto ...  
... pela saudade das palavras e dos afetos.



## Agradecimentos

Aos meus pais, à minha irmã e sua família pelo apoio incondicional deste projeto e de estarem sempre presentes na minha vida.

À Sandra Franco pela sua sabedoria, conhecimentos, perspicácia e apoio para me orientar neste trabalho. Ao longo do tempo, vamos tendo experiências de vida que nos fazem ter reações de defesa e teve a capacidade de observação e a franqueza em chamar-me atenção nas alturas devidas.

À Ana Cristina Oliveira pela sua juventude, bondade e boa índole em me ter ajudado sem reservas. O ter que se levantar cedíssimo, melhor dizendo, de madrugada e de me acompanhar até ao laboratório de auto-aprendizagem de optometria é algo que lhe estou muito grata. Sem ela, teria sido mais difícil. E também pelas dicas e “puxões de orelhas” saudáveis nos momentos de maior cansaço e até mesmo de desânimo.

Aos meus colegas, todos, por me acompanharem nesta caminhada, pela experiência que adquiri e pelos momentos de união e de alegria que se criou no seio da turma.

A todos os meus professores por transmitirem os seus conhecimentos para podermos ser melhores profissionais.

E a todas as pessoas que participaram livremente e com total disponibilidade para a parte experimental deste trabalho ... sem eles seria impossível.

E um reconhecimento de que os animais são nossos amigos e eu tive a sorte de ter uma felina rafeira (uma gata) que esteve sempre ao meu lado a “estudar” comigo, aconchegar-me com o seu ronronar e a distrair-me com as suas brincadeiras.



## Abreviaturas

AA	Amplitude de acomodação
ANOVA	Analysis of Variance ou Análise da Variância
AV	Acuidade visual
Cil	Cilindro
cm	Centímetros
cpm	Ciclo por minuto
D	Dioptrias
DC	Dioptrias cilíndricas
DE	Dioptrias esféricas
DP	Dioptrias prismáticas
EE	Equivalente esférico
Esf	Esfera
FA	Flexibilidade acomodativa
FM	Final da manhã
FT	Final da tarde
IM	Início da manhã
MEM	Método de Estimação Monocular
ml	Milímetros
min	Minutos
mm	Milímetros
OD	Olho direito
OE	Olho esquerdo
seg	Segundos
VL	Visão de longe
VP	Visão de perto
$\Delta$ BI	Prisma de base inferior
$\Delta$ BN	Prisma de base nasal
$\Delta$ BS	Prisma de base superior
$\Delta$ BT	Prismas de base temporal





## Resumo

O crescente uso de dispositivos eletrônicos de variados tamanhos em ambientes não ergonômicos e a exigência quer no estudo quer na atividade profissional, obriga à eficácia, rapidez e precisão no sistema visual. O estilo e a qualidade de vida influenciam o comportamento humano em que a visão é afetada provocando anomalias na visão binocular, alterações no erro refrativo e sintomatologia associada. Existem estudos longitudinais sobre estas variações.

O objetivo deste trabalho foi verificar se existe alguma variação nos parâmetros acomodativos ao longo do dia perante atividades normais do dia-a-dia de cada pessoa. Pretendeu-se ainda verificar, no caso de existirem alterações, quais os fatores que poderiam influenciar essas alterações.

Neste estudo, participaram 30 estudantes com a idade entre os 19 anos e os 27 anos a quem se realizaram exames de acuidade visual, amplitude de acomodação, atraso acomodativo e flexibilidade acomodativa em três horários diferentes durante o mesmo dia.

Os resultados deste trabalho mostraram haver uma diminuição estatisticamente significativa na amplitude de acomodação entre o final da manhã e o final da tarde (0,43D) com maior diferença nos miopes. Na flexibilidade acomodativa verificou-se um aumento estatisticamente significativo entre o início da manhã e o final da tarde (1,3cpm).

**Palavras-chave:** amplitude de acomodação, disfunções acomodativas, visão binocular, flexibilidade da acomodação, variação diurna.



## Abstract

The increasing use of electronic devices of varying sizes and non-ergonomic environment either in study or in professional activity requires the efficiency, speed and accuracy of the visual system. The style and quality of life influences human behavior in which vision is affected causing abnormalities in binocular vision, changes in refractive error and associated symptomatology. There are longitudinal studies about these variations.

The aim of this study was to ascertain whether there is any variation in accommodative parameters through a normal day of each person and the most reported symptoms. We also aim to evaluate what factors could influence those changes.

In this study, 30 students participated with age between 19 years and 27 years old to whom visual acuity tests, the amplitude of accommodation, accommodative lag and accommodative flexibility were carried out in three different times during the same day.

The results of this study showed a statistically significant decrease in the amplitude of accommodation between the end of the morning and the afternoon (0.43D) with greater difference in miopes. Accommodative flexibility showed a statistically significant increase from the early morning and the late afternoon (1, 3cpm).

**Keywords:** amplitude of accommodation, accommodation dysfunctions, binocular vision, flexibility of accommodation, diurnal variation.



## Índice

DECLARAÇÃO .....	ii
Agradecimentos .....	v
Abreviaturas .....	vii
Resumo .....	ix
Abstract .....	xi
Índice.....	xiii
Índice de figuras.....	xv
Índice de quadros.....	xvii
Índice de tabelas .....	xix
Capítulo 1 – Introdução.....	21
Capítulo 2 – Revisão bibliográfica .....	23
2.1. Acomodação .....	24
2.1.1. Anatomia do mecanismo da acomodação .....	24
2.1.2. Processo de mecanismo da acomodação .....	25
2.1.3. Variações biométricas do processo de acomodação .....	26
2.2. Modelo dinâmico do sistema acomodativo.....	27
2.2.1. Interação com a idade .....	28
2.3. Componentes da acomodação .....	28
2.3.1. Acomodação reflexa.....	28
2.3.2. Acomodação por convergência.....	28
2.3.3. Acomodação proximal.....	29
2.3.4. Acomodação tónica .....	29
2.4. Exame clínico da acomodação .....	29
2.4.1. Amplitude de acomodação.....	30
2.4.2. Atraso acomodativo .....	32
2.4.3. Flexibilidade acomodativa .....	34
2.4.4. Valores médios dos parâmetros acomodativos .....	34
2.5. Anomalias acomodativas.....	35

---

2.5.1. Classificação das anomalias acomodativas.....	35
2.5.2. Epidemiologia.....	37
2.5.3. Sintomatologia.....	38
2.6. Ciclo circadiano e a visão.....	38
CAPÍTULO 3 – Metodologia do trabalho.....	41
3.1. Material e método utilizado.....	42
3.1.1. Questionário.....	42
3.1.2. Exame optométrico.....	43
3.1.3. Critério de seleção.....	45
3.1.4. Exames dos parâmetros acomodativos.....	45
3.2. Caracterização da amostra.....	46
3.3. Análise estatística.....	47
Capítulo 4 – Resultados obtidos.....	49
4.1. Questionário.....	50
4.2. Sintomatologia.....	50
4.3. Exame optométrico.....	51
4.4. Variação dos parâmetros acomodativos ao longo do dia.....	54
4.5. Valores médios dos parâmetros acomodativos ao longo do dia com a ametropia.....	58
4.6. Variação dos parâmetros acomodativos ao longo do dia com o estado fórico e sua compensação.....	60
Capítulo 5 – Discussão dos resultados.....	65
Capítulo 6 – Conclusão.....	71
Capítulo 7 – Referência bibliográfica.....	73

## Índice de figuras

Figura 2.1	Esquema do mecanismo da acomodação e não-acomodação	26
Figura 2.2	Variação da amplitude de acomodação monocular em função da idade de acordo com os valores máximos (Max.), médios (Me.) e mínimos (Min) da Fórmula de <i>Hofstetter</i>	32
Figura 2.3	<i>Flipper</i> $\pm 2.00D$	34
Figura 2.4	Esquema simplificado do ciclo circadiano	38
Figura 3.1	Retinoscópio e optotipo para visão de perto	43
Figura 3.2	Distribuição da amostra por sexo	46
Figura 3.3	Distribuição da amostra por idade	46
Figura 3.4	Gráfico da prevalência das ametropias da amostra	46
Figura 4.1	Distribuição da amostra por tipo de sintomas	51
Figura 4.2	Distribuição da amostra por equivalente esférico	52
Figura 4.3	Valores médios e dispersão das forias da visão de longe e de perto	52
Figura 4.4	Distribuição da amostra por foria da visão de longe	53
Figura 4.5	Distribuição da foria da visão de longe por compensação	53
Figura 4.6	Distribuição da amostra por foria da visão de perto	53
Figura 4.7	Distribuição da foria de visão de perto por compensação	53
Figura 4.8	Distribuição da amostra por valor da amplitude de acomodação monocular	54
Figura 4.9	Valores médios e de dispersão da AV no IM, FM e FT	55
Figura 4.10	Valores médios e de dispersão da AA do IM, FM e FT	55
Figura 4.11	Valores médios e de dispersão do atraso acomodativo no IM, FM e FT	56
Figura 4.12	Valores médios e de dispersão da FA no IM, FM e FT	56
Figura 4.13	Gráfico do tempo que passam em frente do computador com a diferença da amplitude de acomodação entre a tarde e o início do dia	57





## Índice de quadros

<b>Quadro 2.1</b>	Exames clínicos da acomodação	<b>29</b>
<b>Quadro 3.1</b>	Valores médios do horário ao longo do dia	<b>45</b>
<b>Quadro 4.1</b>	Valores médios e de dispersão das horas de uso da visão de perto	<b>50</b>
<b>Quadro 4.2</b>	Valores médios e de dispersão dos parâmetros acomodativos nos horários do início da manhã, final da manhã e final da tarde	<b>54</b>
<b>Quadro 4.3</b>	Valores médios e de dispersão dos parâmetros acomodativos nos emetropes e nos miopes	<b>58</b>
<b>Quadro 4.4</b>	Variações da amplitude de acomodação e da flexibilidade de acomodação nos emetropes e miopes entre os horários do dia	<b>59</b>
<b>Quadro 4.5</b>	Valores da amplitude de acomodação e da flexibilidade de acomodação ao longo do dia em função do estado fórico e suas compensações	<b>60</b>
<b>Quadro 4.6</b>	Variações da amplitude de acomodação com o estado fórico e sua compensação entre os horários do dia	<b>62</b>
<b>Quadro 4.7</b>	Variações da flexibilidade de acomodação com o estado fórico e sua compensação entre os horários do dia	<b>63</b>



## Índice de tabelas

<b>Tabela 2.1</b>	Comparação entre o Método de <i>Donders</i> e o de <i>Sheard</i>	<b>30</b>
<b>Tabela 2.2</b>	Comparação entre as técnicas de MEM e do <i>Nott</i>	<b>33</b>
<b>Tabela 2.3</b>	Valores médios dos parâmetros da acomodação	<b>34</b>
<b>Tabela 4.1</b>	Valores médios das ametropias	<b>51</b>



## Capítulo 1 – Introdução

Na nossa prática clínica deparamo-nos muitas vezes com dificuldade em saber o que prescrever quando os pacientes apresentam diferentes valores no exame optométrico consoante a hora do dia em que são realizados. Hoje em dia, as exigências visuais são cada vez maiores quer no trabalho quer no estudo, e o uso de variados tipos e tamanhos de dispositivos eletrónicos, o número de horas em que estamos envolvidos nessas tarefas e o tipo de estilo de vida influenciam a nossa eficiência visual. A mudança corporal e da distância de trabalho que fazemos para adaptarmos de forma a obtermos conforto visual podem alterar o sistema acomodativo.

Os objetivos deste trabalho são, em primeiro lugar, verificar se existe alguma alteração diurna nos parâmetros acomodativos como a amplitude, o atraso e a flexibilidade acomodativa. Em segundo lugar, saber em que altura do dia se verifica significativamente essas variações e em terceiro lugar, caso haja alterações, quais os fatores que podem influenciar essas alterações.

Este trabalho é constituído por sete capítulos incluindo este. No segundo capítulo faz-se a revisão bibliográfica onde se descreve de forma resumida sobre a acomodação, anatomia e processo acomodativo, seus componentes, exame clínico, anomalias e sobre a influência do dia/noite no sistema visual.

No terceiro capítulo discrimina-se o material e o método usado para obter a caracterização da amostra, o tipo de sintomatologia e os dados dos parâmetros acomodativos.

No quarto capítulo demonstra-se os resultados obtidos de todos os exames efetuados e faz-se a análise estatística dos mesmos.

No quinto capítulo faz-se a discussão e análise dos resultados experimentais.

No sexto capítulo apresentam-se as conclusões deste trabalho.

E no sétimo capítulo discrimina-se a bibliografia utilizada para a realização deste estudo.



## Capítulo 2 – Revisão bibliográfica

Este capítulo, é formado por seis pontos, em que se aborda de forma resumida o tema da acomodação.

No primeiro ponto define-se o que é acomodação e explica-se o seu mecanismo em função da sua anatomia, quais as variações biométricas no estado acomodativo e em função da idade.

No segundo ponto, explica-se o modelo dinâmico do sistema acomodativo e a sua variação com a idade.

No terceiro ponto, numeram-se os componentes da acomodação e no quarto ponto apresenta-se o exame clínico aos parâmetros da acomodação e como esses parâmetros variam com o erro refrativo e com a idade. Mostra-se também quais são os valores médios dos parâmetros acomodativos.

No quinto ponto, apresenta-se a classificação das anomalias acomodativas, a sua prevalência e sintomatologia associada.

E no sexto ponto, aborda-se de forma muito resumida o ciclo circadiano e como pode afetar o comportamento humano e a função visual.



## 2.1. Acomodação

Existem várias maneiras de definir a acomodação mas pode-se dizer que é o processo pelo qual ocorre a alteração do poder refrativo do cristalino quando o olho varia automaticamente a distância focal de um objeto, de forma a permitir a nitidez da imagem no plano retiniano <sup>(1)</sup>.

### 2.1.1. Anatomia do mecanismo da acomodação

O mecanismo da acomodação do olho é constituído pelo cristalino, corpo ciliar, fibras zonulares e corpo vítreo (figura 2.1).

#### 2.1.1.1. Cristalino

O cristalino é uma estrutura biconvexa constituída por material elástico, transparente e avascular em que é envolvida pela cápsula anterior e a posterior, e o seu interior é constituído pelo córtex e núcleo com uma determinada espessura e índice de refração. Devido à sua elasticidade, o cristalino deforma-se no processo de acomodação/desacomodação.

Num adulto emétrepe no estado não acomodado, o cristalino tem de potência dióptrica entre os 15,5 D a 25 D. Tem de espessura média de 3,50 mm e de diâmetro entre os 9 mm e os 10 mm. A superfície, anterior e posterior, do cristalino medem de raio de curvatura médio 10 mm e 6 mm, respetivamente. O índice de refração é variável devido ao seu valor ir aumentando desde a face anterior até ao núcleo e depois ir diminuindo até à face posterior, por isso considera-se o valor do índice de refração médio do cristalino de 1,416 <sup>(2)</sup>.

O olho, quando movimenta-se para visualizar um objeto a uma determinada distância, o cristalino segue o seu movimento e, segundo *Schachar et al* <sup>(3)</sup>, o cristalino mantém-se estável quando o olho realiza qualquer movimento sacádico controlado.

#### 2.1.1.2. Corpo ciliar

O corpo ciliar situa-se entre a face posterior da íris e o cristalino, estendendo-se até à ora serrata. É o local onde se encontra o músculo ciliar, de forma anelar, e que tem um papel relevante no processo acomodativo tornando-se de menor diâmetro quando contraído <sup>(4)</sup>.

### 2.1.1.3. Fibras zonulares

As fibras zonulares são constituídas por duas partes, as anteriores e as posteriores, sendo as anteriores a terminar no equador do cristalino e as posteriores na junção da membrana hialóide anterior e o ligamento de *Weiger*<sup>(6)</sup>. Formam-se radialmente a partir do corpo ciliar.

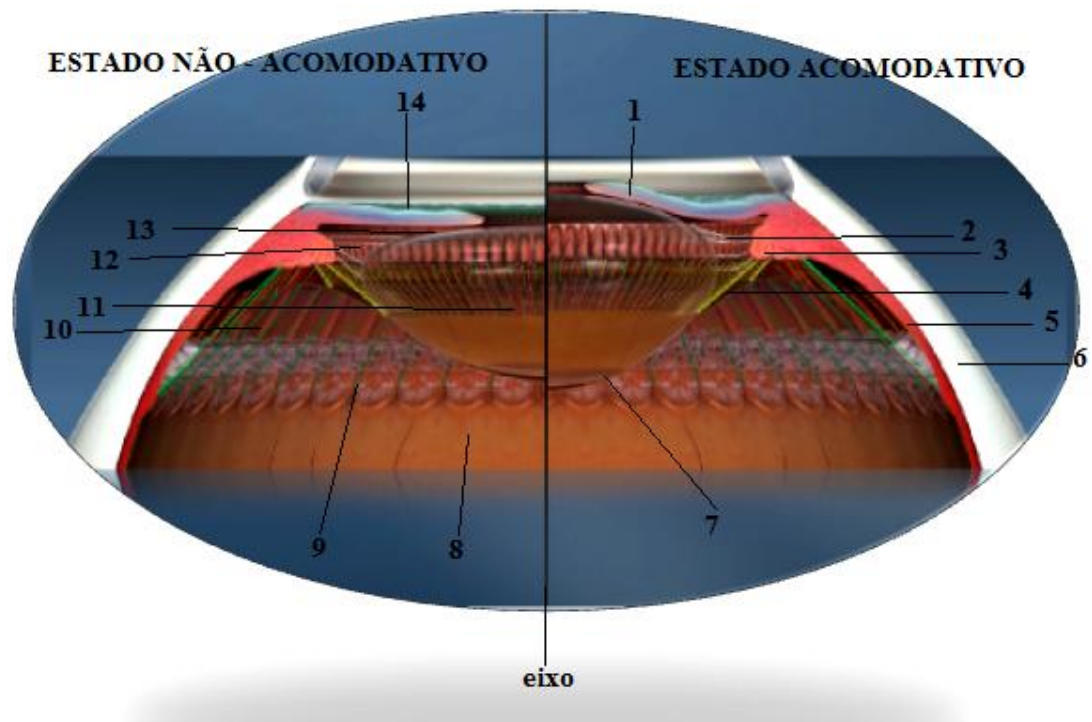
### 2.1.1.4. Corpo vítreo

O corpo vítreo encontra-se entre o cristalino e a retina e é constituído pelo gel vítreo, membrana hialóide, ligamento de *Weiger* e a ora serrata.

O gel vítreo é um líquido viscoso, transparente e isento de células que preenche o espaço intra-ocular do olho. Tem um volume entre os 4 ml<sup>3</sup> e os 10 ml<sup>3</sup> e um comprimento por volta dos 17 mm. É envolvido pela membrana hialóide, anterior e posterior, que ajuda a limitar e evitar o espalhamento do gel pela cavidade. Entre a membrana hialóide anterior e a cápsula posterior do cristalino existe uma zona anular de adesão que se denomina por ligamento de *Weiger*. Adiante, aparece a ora serrata de forma arcuada que se localiza atrás do limbo córneo-escleral<sup>(6)</sup>.

## 2.1.2. Processo de mecanismo da acomodação

A teoria do mecanismo da acomodação foi estudada por *Helmholtz* (1855), mais tarde contestada por outros investigadores como *Tscherning* (1895) e mais recentemente por *Schachar* (1993). A teoria que vigora é a Teoria de *Helmholtz*<sup>(7,8)</sup>.



1 – Íris, 2 e 4 – fibras zonulares anteriores, 3- corpo ciliar, 5 – pars plana, 6 – esclera, 7 – superfície posterior do cristalino, 8 – corpo vítreo, 9 – ora serrata, 10 – fibras zonulares posteriores, 11 – núcleo do cristalino, 12 – câmara posterior, 13 – superfície anterior do cristalino, 14 – câmara anterior

Figura 2.1 Esquema do mecanismo de acomodação e não-acomodação <sup>(9)</sup>

De acordo com a Teoria de *Helmholtz*, quando se olha para distâncias curtas, o músculo ciliar contrai-se fazendo com que o corpo ciliar se desloque centriptamente para a frente e as fibras zonulares anteriores relaxem. Como reação, as fibras zonulares posteriores e o ligamento de *Weiger* estiram-se, aumentando de tensão, formando uma banda ao longo da face posterior do cristalino. Estes movimentos antagônicos das fibras zonulares vão diminuir as curvaturas das faces anteriores e posteriores do cristalino, e o cristalino torna-se mais convexo conseqüentemente mais potente.

Durante o estado não acomodado, o músculo ciliar fica relaxado e as fibras zonulares anteriores estiram-se, aumentando de tensão. Como reação, as fibras zonulares posteriores relaxam e o cristalino torna-se mais plano conseqüentemente menos potente <sup>(5,9,10)</sup>.

### 2.1.3. Variações biométricas do processo de acomodação

As estruturas que constituem o processo acomodativo sofrem alterações nas suas medidas quer no estado acomodativo quer em relação à idade.

### 2.1.3.1. No estado acomodativo

*Kasthurirangan et al*<sup>(11)</sup>, num estudo efetuado a um grupo jovem adulto emétrepe, verificaram através de um sistema de imagem de ressonância magnética, que no processo acomodativo o diâmetro do anel do músculo ciliar diminui significativamente quando contrai como também diminui a profundidade da câmara anterior. Enquanto a espessura axial do cristalino aumenta, o diâmetro equatorial do cristalino diminui inclusive o raio de curvatura anterior e posterior. *Dubbelman et al*<sup>(12)</sup> verificaram que, como a curvatura da face posterior do cristalino é maior do que a face anterior, perante vários estímulos acomodativos, a mudança da curvatura da face posterior é menor do que na face anterior.

### 2.1.3.2. Em relação à idade

Com o avançar da idade, o cristalino vai perdendo elasticidade fazendo com que as variações biométricas das estruturas envolventes no processo acomodativo não sejam tão evidentes.

No entanto, as mudanças são significativas no processo não acomodativo em que o cristalino torna-se mais esférico devido á sua espessura axial e equatorial aumentarem. A profundidade da câmara anterior diminui como também diminui o diâmetro do anel do músculo ciliar.

Não existe alteração significativa no raio de curvatura da face posterior do cristalino<sup>(11)</sup>

## 2.2. Modelo dinâmico do sistema acomodativo

O mecanismo da acomodação provoca alterações nas estruturas envolvidas no processo acomodativo tornando-o dinâmico e preciso. E para tal, existe relação entre o estímulo e a resposta acomodativa ou seja, a capacidade de acomodar e desacomodar. O estímulo depende do tamanho, contraste e iluminação enquanto a resposta acomodativa tem influência das características como a latência, a velocidade acomodativa e as microflutuações<sup>(13)</sup>.

A latência é o tempo que decorre entre a apresentação de um estímulo e o início da resposta em acomodar e desacomodar.

A rapidez com que reagimos em acomodar e desacomodar para um determinado estímulo num determinado tempo em segundos é denominada como velocidade acomodativa.

As microflutuações são pequenas flutuações, ou variações, na resposta acomodativa quando se observa um estímulo a uma distância fixa.

### 2.2.1. Interação com a idade

Com o tempo, existem alterações fisiológicas do olho levando à redução biomecânica do sistema acomodativo, havendo variações significativas nas suas características.

Verifica-se que a latência acomodativa e desacomodativa diminuem com a idade embora *Kasthurirangan et al* <sup>(14)</sup> mencionem que só exista alteração na acomodação. A velocidade acomodativa diminui com a idade mas não existe alterações significativas na desacomodação. Nas microflutuações acomodativas, as pessoas jovens da primeira década de vida têm uma larga magnitude flutuativa para qualquer estímulo acomodativo mas vai diminuindo ao longo da segunda e terceira década de vida, aumentando na quarta década de vida até aos 45 anos de idade.

## 2.3. Componentes da acomodação

Depois de vários anos de estudo, *Heath* (1956), dividiu a acomodação nos seguintes componentes <sup>(1)</sup>:

### 2.3.1. Acomodação reflexa

A acomodação reflexa é a resposta automática do poder refrativo do olho em colocar uma imagem desfocada numa imagem nítida e focada na retina. Ou seja, é a capacidade de resposta do mecanismo da acomodação de mudar a incidência da luz em vergência. Ocorre para um desfocamento até 2,00 D, sendo superior a isso é requerido um esforço de acomodação voluntária <sup>(15)</sup>. É a primeira componente mais importante para a acomodação.

### 2.3.2. Acomodação por convergência

A acomodação por convergência é a quantidade de acomodação que é estimulada ou relaxada pelo efeito da convergência. É induzida pela ligação neurológica entre a acomodação e a ação da enervação da convergência para manter a imagem nítida e perfeita quando os objetos se aproximam. É considerada a segunda maior componente da acomodação <sup>(1)</sup>.

### 2.3.3. Acomodação proximal

A acomodação proximal é a quantidade de acomodação induzida pela sensação de proximidade. É ativada para objetos localizados até três metros, o que influencia o sistema oculomotor<sup>(16)</sup>. Em condições normais de binocularidade a contribuição proximal é relativamente baixa, cerca de 4%, em condições de ambiente fechado<sup>(17)</sup>.

### 2.3.4. Acomodação tónica

A acomodação tónica é a inervação que dá vitalidade ao músculo ciliar na ausência de qualquer estímulo, desfocado ou disparidade.

Em sujeitos jovens, numa sala escura a três metros das paredes sem qualquer estímulo, o seu valor médio da acomodação tónica é aproximadamente de 1,00 D<sup>(18,19)</sup> mas *Mordi et al*<sup>(20)</sup>, num grupo de adultos entre os 21 anos a 50 anos de idade com a melhor correção e binocularidade normal, verificaram que a acomodação tónica varia significativamente no intervalo de 0,70 D a 2,50 D e vai diminuindo numa taxa de 0,04 D/ano ou seja, ao longo da idade.

## 2.4. Exame clínico da acomodação

A visão binocular, para o seu bom funcionamento, tem dois sistemas interligados entre si que são o acomodativo e a vergência. Desse modo, os exames para medir os parâmetros acomodativos devem ser efetuados monocularmente para que não haja interferência da vergência.

O quadro 2.1 mostra quais os principais exames clínicos de medição dos parâmetros acomodativos.

---

#### Quadro 2.1 Exames clínicos da acomodação

---

Amplitude de acomodação

Atraso acomodativo

Flexibilidade acomodativa

---

### 2.4.1. Amplitude de acomodação

Define-se amplitude de acomodação como a diferença entre o ponto remoto e o ponto próximo. Ou seja, é o valor entre o ponto mais longe que a retina consegue focar, em que usa uma acomodação mínima, e o ponto mais próximo de modo a ter uma visão clara e nítida na retina, com o seu máximo esforço acomodativo. Clinicamente, em pessoas com visão normal, têm uma compensação apropriada, a profundidade de foco e de campo, em que o valor varia aproximadamente entre 0,50 D a 1,00 D. *Borish*<sup>(1)</sup>, define profundidade de foco como a variação da distância da imagem da lente ou de um sistema ótico, que é capaz de tolerar, sem ocorrer a uma falta de nitidez do foco.

#### 2.4.1.1. Método de *Donders* e *Sheard*

Para obter o valor da amplitude de acomodação pode-se utilizar dois métodos, um de aproximação do objeto denominado por Método de *Donders* e outro com o objeto fixo em que se coloca lentes negativas de modo a estimular a acomodação até não conseguir focar mais o objeto na retina denominado por Método de *Sheard* (tabela 2.1). Na prática clínica, de acordo com as comparações da tabela 2.1, o método frequentemente usado é o de *Sheard*.

Tabela 2.1 - Comparação entre o Método de *Donders* e o de *Sheard*<sup>(1)</sup>

<i>Donders</i>	<i>Sheard</i>
A imagem retiniana aumenta de tamanho (até aos 400%).	A imagem retiniana diminui de tamanho (até 10% ou menos).
A imagem retiniana aumenta 3% devido ao próprio processo ótico da acomodação.	A imagem retiniana aumenta 3% devido ao próprio processo ótico da acomodação.
O estímulo da acomodação aproximal aumenta.	O estímulo aproximal mantém constante.
A mudança do optotipo é mais natural.	A mudança do optotipo é menos natural.
O tamanho da pupila diminui.	O tamanho da pupila diminui.
A mudança do estímulo é contínua.	A mudança do estímulo é discreta.

#### 2.4.1.2. Variação com o erro refrativo

De acordo com estudos efetuados por vários investigadores, os resultados vêm de jovens com as idades entre os 7 anos e os 22 anos. Pode-se dizer, por ordem crescente, de que os jovens miopes têm uma amplitude de acomodação inferior aos emetropes e estes ao hipermetropes. A miopia é o erro refrativo que leva a um maior número de estudos sobre a sua progressão. Jovens com miopias progressivas mostram uma diminuição da amplitude de acomodação ou seja, um grupo de jovens com o erro refrativo entre +0,75 D e -0,25 D têm a amplitude de acomodação média de 12,07D enquanto jovens com miopias iguais ou superiores a 5,25 D têm 10,25 D de amplitude de acomodação<sup>(21)</sup>.

*Mutti et al*<sup>(22)</sup> sugerem que um grupo de crianças com baixa amplitude de acomodação em que o erro refrativo varia entre -2,00 D a +1,00 D, poderá ter um alto risco no desenvolvimento da miopia ou têm um início recente de miopia. Com miopias progressivas, a deterioração da amplitude de acomodação é maior do que em miopias consideráveis estáveis.

#### 2.4.1.3. Variação com a idade

A variação da amplitude de acomodação média monocular, num estudo transversal de vários investigadores como *Duane, Coates, Turner e Ayshire Study Circle*<sup>(10)</sup>, diminui com a idade mas este efeito nota-se com mais evidência a partir dos 40 anos de idade. Para comparação, existe a Fórmula de *Hofstetter* para o cálculo da amplitude de acomodação de acordo com a idade para os valores mínimos, médios e máximos (mínimo =  $15 - 0,25 \times \text{idade}$ , médio =  $18,5 - 0,3 \times \text{idade}$  e máximo =  $25 - 0,4 \times \text{idade}$ ) (figura 2.2).



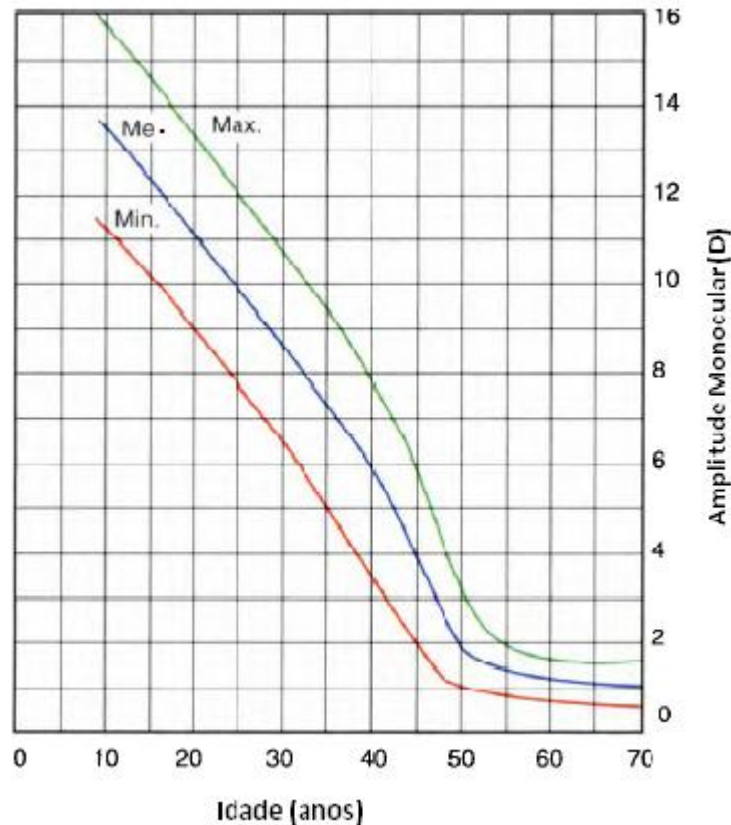


Figura 2.2 Variação da amplitude de acomodação monocular em função da idade de acordo com os valores máximos (Max.), médios (Me.) e mínimos (Min) da Fórmula de *Hofstetter* <sup>(1)</sup>

Esta diminuição deve-se à perda de elasticidade do cristalino e das variações dinâmicas do sistema acomodativo levando a uma dificuldade da visão de perto a partir dos 40 anos de idade conhecida como presbiopia.

#### 2.4.2. Atraso acomodativo

O atraso acomodativo é a resposta acomodativa que o olho fornece quando está em presença de um estímulo.

As técnicas usadas para medir o atraso acomodativo fornecem informação útil sobre o equilíbrio acomodativo entre os dois olhos e sobre diferenças acomodativas que podem estar associadas às anisometropias, erros refrativos e alterações na visão binocular.

A obtenção dessas medidas pode ser efetuada objetivamente com a retinoscopia dinâmica, Método de Estimação Monocular (MEM), o *Nott* e pelo auto-refractômetro de campo aberto e, subjetivamente, com os Cilindros Cruzados.

Destes quatro métodos de medição do atraso acomodativo, os que apresentam valores em que a sua diferença média entre eles é menor e que são de maior concordância são os da retinoscopia de MEM e *Nott* (*Bland-Altman*,  $+0,23 \pm 0,32$  D;  $COA = \pm 0,64$ ) <sup>(23)</sup>.

Como resposta a estes métodos de medida aplicados, os seus valores podem ser positivos ou negativos. Positivo, quando o cristalino faz um esforço para ver melhor o estímulo fornecido, em que se denomina atraso acomodativo, e negativo quando o cristalino acomoda demais para o estímulo que recebe, em que se denomina adianto ou excesso acomodativo.

#### 2.4.2.1. MEM e *Nott*

Ambas as técnicas, o MEM e o *Nott*, são realizadas em condições binoculares, medindo a atraso acomodativo monocularmente. A distância de neutralização do examinador coincide com o ponto próximo do paciente ou seja, a 40 cm / 2,50 D.

Na prática clínica, o Método de Estimação Monocular é o método mais usado por ser o mais prático e rápido de execução, fornece de imediato o valor do atraso acomodativo e há uma interação com o paciente (tabela 2.2).

Tabela 2.2 Comparação entre as técnicas de MEM e do *Nott*

MEM	<i>Nott</i>
Mede a resposta acomodativa do estímulo.	Mede em distância o ponto em que o paciente acomoda.
Neutraliza as sombras com lentes positivas ou negativas se forem “com” e “contra”, respetivamente; não deve estar mais do que três segundos em frente do olho que se está a observar.	Neutraliza as sombras de ambos os olhos com o movimento do retinoscópio para trás ou para a frente do optotipo se as sombras forem “com” ou “contra”, respetivamente.
O valor da lente que se neutralizou a sombra é o resultado final.	Converte-se em dioptrias a diferença da distância em que se neutralizou a sombra e o ponto de estímulo.
O paciente não se habitua ao movimento do inserir se a mudança das lentes de neutralização for rápida <sup>(24)</sup> .	Não envolve o adicionamento de lentes.
Usa-se com facilidade em crianças ou em pessoas que em que a comunicação ou cooperação é reduzida.	Se o atraso for grande, o reflexo torna-se mais difícil de visualizar à medida que nos vamos afastando do paciente <sup>(25)</sup> .

### 2.4.3. Flexibilidade acomodativa

Define-se como flexibilidade acomodativa como a habilidade do sistema acomodativo em realizar alterações rápidas e eficazes ou seja, conseguir relaxar ou acomodar, quando alterna-se as distâncias focais em condições monoculares ou binoculares.

Na visão de perto, mede-se com que ritmo o cristalino consegue manter focado uma imagem a 40 cm quando alterna-se de lentes positivas, em que relaxa a acomodação, para lentes negativas, em que inibe a acomodação, durante um minuto. As lentes mais comumente usadas para o efeito são de potência  $\pm 2,00$  D montadas numa armação denominada *flipper* (figura 2.3). No caso da visão de longe, usa-se um *flipper* com lentes de potência neutra/ $-2,00$  D. Mede-se o ritmo da flexibilidade acomodativa em ciclos por minuto (cpm).



Figura 2.3 *Flipper*  $\pm 2,00$  D

### 2.4.4. Valores médios dos parâmetros acomodativos

Os valores médios dos exames clínicos da acomodação como referido no quadro 2.1. estão apresentados na tabela 2.3.

Tabela 2.3 Valores médios dos parâmetros da acomodação <sup>(26)</sup>

Amplitude de acomodação – Método de <i>Sheard</i>	18,5 – 0,30 x idade ( <i>Fórmula de Hofstetter's</i> )
Atraso acomodativo - MEM	[+0,25, +0,75] DE (valores esperados)
Flexibilidade acomodativa de perto - <i>Flippers</i>	[12,17[ cpm; (monocular)

## 2.5. Anomalias acomodativas

As anomalias acomodativas consistem na forma como o foco do mecanismo dióptrico é inadequado devido a múltiplos fatores tais como tenha sido alterado devido a traumas ou acidentes e ou, simplesmente não consegue ser mantido perante os requisitos visuais exigentes no momento. Normalmente não vêm como problema único visto a vertente da vergência estar interligada com a visão binocular. O sistema acomodativo é bastante flexível e resistente à fadiga mas as respetivas disfunções são muito comuns na prática clínica.

### 2.5.1. Classificação das anomalias acomodativas

É da responsabilidade de *Duke-Elder* <sup>(27)</sup> o tipo de classificação das anomalias acomodativas, que divide-se da seguinte forma:

#### 2.5.1.1. Insuficiência acomodativa

A insuficiência acomodativa ocorre quando a sua amplitude de acomodação é inferior à esperada de acordo com a idade ou seja não consegue manter as suas capacidades acomodativas perante uma tarefa visual de perto. É muito comum por estar associada à presbiopia. Tem uma flexibilidade acomodativa baixa principalmente nas lentes negativas em que não consegue estimular a acomodação para focar e tem tendência para um atraso acomodativo alto ( $> + 0,75$  D). Os sintomas associados são visão desfocada, desconforto e dificuldades em manter a concentração na visão de perto.

#### 2.5.1.2. Fadiga acomodativa

A fadiga acomodativa ocorre quando não consegue manter a sua amplitude de acomodação normal com estímulos repetitivos em visão de perto durante algum tempo. Consegue em momentos curtos mas não por muito tempo. Normalmente varia consoante a hora do dia. O atraso acomodativo costuma ter valores normais como também a flexibilidade acomodativa apesar da velocidade dos ciclos aumentar ao longo do respectivo exame. Os sintomas surgem passado um certo tempo depois de realizar tarefas de perto.

### 2.5.1.3. Inflexibilidade acomodativa

A inflexibilidade acomodativa ocorre quando a mudança do sistema acomodativo é lento apresentando um valor baixo entre o estímulo e a resposta acomodativa, apesar a amplitude de acomodação e o atraso acomodativo serem normais. Os sintomas são a astenopia e visão desfocada e flutuante na visão de longe depois de terem estado algum tempo com tarefas de visão de perto.

### 2.5.1.4. Espasmo acomodativo

O espasmo acomodativo é uma condição involuntária onde a amplitude de acomodação é superior à normal perante um estímulo que pode ser constante ou intermitente, muitas das vezes caracterizado como excesso acomodativo. Normalmente, está associado a um excesso de convergência e a pupilas mióticas mais conhecido por espasmo do reflexo de perto ou *spasm of near reflex* (SNR).

A etiologia está associada como efeito secundário ao LASIK (*laser-assisted in situ keratomileusis*), a traumas cranianos, esclerose múltipla, hipertensão cranial devido a tumores cerebrais, problemas respiratórios agudos e uso de drogas ciclopégicas. No caso do LASIK, em que a probabilidade de aparecer na nossa prática clínica ser maior, os sintomas costumam ser severos como dores de cabeça e oculares, diplopia, visão desfocada e instável ao longe (pseudo-miopias), vômitos e dificuldade em relaxar a acomodação. Normalmente seguem uma terapêutica medicamentosa com base em ciclopégicos. É raro acontecer a quem tem disfunções acomodativas, sendo inferior a 3% <sup>(28,29)</sup>.

### 2.5.1.5. Parelesia acomodativa

A parelesia acomodativa é uma condição em que o sistema acomodativo não responde a nenhum estímulo. Normalmente é causado por traumas oculares, doenças sistêmicas e oculares, uso de drogas, ciclopégicos, toxicidade ou envenenamento. Pode surgir unilateral ou bilateral e deve ser seguido por oftalmologia.

### 2.5.1.6. Excesso acomodativo

Não faz parte da classificação de *Duke-Elder*, mas existe esta anomalia muito importante na nossa prática clínica.

Ocorre quando a amplitude de acomodação se encontra nos valores normais para idade mas a mudança do sistema acomodativo é lenta quando presente com as lentes positivas do *flipper*  $\pm 2,00$  D. Ou seja, consegue acomodar com facilidade e rapidez sendo a resposta acomodativa como excessiva ( $< +0,25$  D). Os sintomas associados são a visão desfocada, astenopia e fotofobia e normalmente associado a uma exoforia elevada <sup>(30)</sup>.

## 2.5.2. Epidemiologia

São reportados em muitos estudos epidemiológicos de que as anomalias acomodativas ocorrem com maior frequência a pacientes que apresentam disfunções binoculares. No entanto, são poucos os artigos que definem com exatidão os resultados da sua prevalência.

### 2.5.2.1. Prevalência

De acordo com o investigador *Montés-Micó*<sup>(30)</sup>, num estudo que realizou durante um ano a 1679 sujeitos não presbíopes, com o intervalo de idades entre os 18 anos e os 38 anos, verificou que 63% das pessoas apresentaram a astenopia como um dos principais sintomas e, que 56,3% têm como prevalência disfunções binoculares sintomáticas. Só mesmo estes sujeitos é que foram considerados para o referido estudo. Assim, 61,4% dos sujeitos apresentaram disfunções acomodativas e 38,6% apresentaram disfunções de vergência. Dentro das disfunções acomodativas, os que apresentaram em maior prevalência foram a insuficiência acomodativa (11,4%), a inflexibilidade acomodativa (10,3%), o excesso acomodativo (6,5%) e a fadiga acomodativa (6,4%). Em questão das disfunções de vergência, a insuficiência de convergência apresentou a prevalência de 5,9%.

Isto confirma que, pessoas que sofrem de disfunções binoculares sintomáticas, as disfunções acomodativas são de maior prevalência do que as de vergência.

### 2.5.3. Sintomatologia

Os sintomas dependem muito do tipo de anomalia associada mas de acordo com a prevalência e segundo *Montés-Micó*<sup>(30)</sup>, os mais comuns são astenopia (19%), visão desfocada na visão de longe (8,7%), dores de cabeça (7,9%), sensibilidade à luz (7,2%), dores de cabeça ao final do dia (7%), visão desfocada na visão de perto (5,9%) e diplopia intermitente (4,6%). A irritabilidade, perda de concentração, salto de letras e linhas quando se está a ler também são sintomas comuns para estes tipos de anomalias<sup>(31)</sup>.

### 2.6. Ciclo circadiano e a visão

O ciclo circadiano designa-se como um sistema hemostático que afeta o comportamento e a fisiologia humana num período de 24 horas.

As principais características do ciclo circadiano são o ritmo endógeno que inclui o ciclo dia/noite e a produção diária de hormonas. O ritmo endógeno também denominado por relógio biológico, afeta todo o aspeto fisiológico humano através do ritmo sincronizado dos tecidos e órgãos. Este sistema neural é constituído, de forma simplificada, por uma via de entrada, pelo relógio biológico e pela via de saída (figura 2.4)<sup>(32)</sup>.

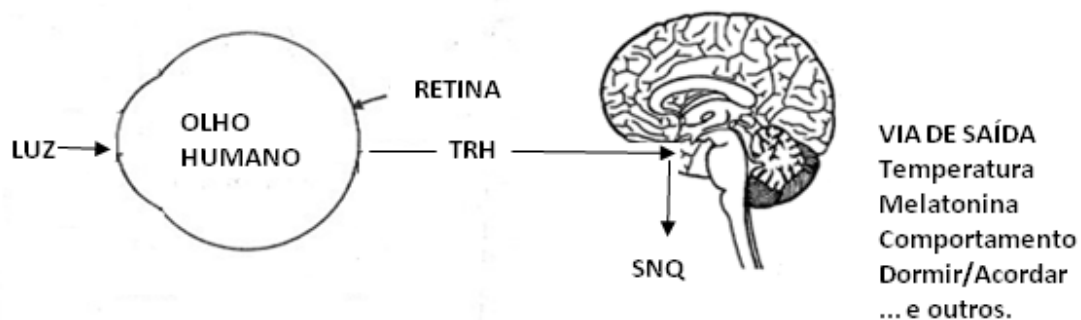


Figura 2.4 Esquema simplificado do ciclo circadiano<sup>(32)</sup>

(TRH – Trato retino-hipotálamico; NSQ – Núcleo supraquiasmático)

O olho, como via de entrada, recebe do exterior informação no estado fotópico para a retina que através do trato retino-hipotálamico transmite essa mesma informação diretamente para o núcleo supraquiasmático.

O núcleo supraquiasmático tem a capacidade de sincronizar a oscilação do relógio biológico para o ciclo de 24 horas como dormir/acordar, as hormonas entre outros. É onde se localiza o relógio biológico. Como resultado final deste sistema, na via de saída, é refletido no corpo humano tendo como principais alterações o comportamento psicológico, a temperatura corporal, a produção hormonal, o ciclo de dormir/acordar, a função cardio-vascular entre outras <sup>(32)</sup>.

No caso da visão, o núcleo supraquiasmático ajuda a organizar a nível molecular, celular, de um órgão inteiro e do sistema visual.

A nível molecular, sintetiza a melatonina na retina que é uma hormona que ajuda a regular o sono sendo a sua concentração mais elevada em condições de baixa iluminação.

A nível celular, influencia nos movimentos retino-motores dos fotorreceptores, os cones e os bastonetes, em que os bastonetes se contraem em baixa iluminação do que o cones.

A nível do sistema visual, em experiências psicofisiológicas e eletrofisiológicas, a sensibilidade visual aumenta à noite mas se os humanos forem mantidos em escuridão durante algum tempo a sua visão diminui cerca de 20% <sup>(33,34)</sup>.

A nível de um órgão inteiro, influência na regulação da pressão-intraocular em que durante o dia é menor do que durante a noite havendo, no ciclo diurno, um pico de aumento por volta das 11,30 min e 17,30 min <sup>(35)</sup>.

Em questão da função acomodativa, a acomodação tónica varia ao longo do dia com uma amplitude diária entre as 0,50 D a 1,00 D, que se vai degradando com a idade <sup>(36)</sup>.





## **CAPÍTULO 3 – Metodologia do trabalho**

Para a realização deste estudo, teve-se a necessidade de recrutar pessoas, alunos desta mesma instituição de ensino, para poder realizar os exames optométricos e avaliar os parâmetros acomodativos nos três horários diferentes ao longo do dia.

Este capítulo está dividido em três partes, em que na primeira descreve-se o material e o método usado para a efetuação deste estudo em que se baseou em responder a um questionário com seis perguntas, num exame optométrico completo, na seleção de pessoas através de um critério de inclusão e no final a execução dos exames dos parâmetros acomodativos durante um horário estabelecido.

Na segunda parte, descreve-se a amostra usada.

E por último, na terceira parte, demonstra-se quais foram os métodos usados para a análise estatística dos resultados obtidos.

### 3.1. Material e método utilizado

Como primeira fase, explicou-se o objetivo e o procedimento do estudo e tirou-se qualquer dúvida acerca do mesmo. Depois de todos os esclarecimentos, as pessoas leram e assinaram livremente o Consentimento Informado para poderem participar no estudo.

Na segunda fase, as pessoas tiveram que responder a um questionário e foram sujeitas a uma série de testes e exames como a realização de um exame optométrico. Depois de realizados os exames visuais a todos os sujeitos que se disponibilizaram para participar no estudo, selecionou-se aquela que seria a amostra deste estudo.

#### 3.1.1. Questionário

O preenchimento do questionário teve como objetivo saber o número de horas que dispendem a usar o computador bem como o tipo de utilização mais frequente se para trabalho e/ou lazer. E também obter informação sobre a severidade e a frequência de sintomas relacionados com a realização de tarefas em visão perto.

O questionário baseou-se em seis perguntas de resposta de escolha múltipla ou de escala e foram as seguintes:

1. Qual o tipo de computador que usavam para trabalho e/ou lazer se seria o portátil, secretária, *notebooks*, *tablets* ou outro tipo;
2. Nos dias úteis da semana, quantas horas dedicavam entre o trabalho, estudo e lazer, se entre uma a mais de 11 horas:
  - a) a ler;
  - b) ao computador;
3. E aos fins-de-semana, quantas horas se dedicavam nas mesmas tarefas referidas na pergunta 2:
  - a) a ler;
  - b) ao computador;
4. Há quanto tempo trabalham com computador se entre um ano a mais tempo;
5. Qual o tipo de utilização mais frequente se no trabalho, internet, jogos e/ou outros;
6. Qual a frequência de sintomas tais como dores de cabeça, cansaço ocular, olhos vermelhos, olhos seco e/ou irritados, visão dupla, visão desfocada na visão de longe e de perto, perda de concentração, sonolência, irritabilidade, saltar as linhas enquanto lê e

sensibilidade à luz, costumam sentir ao longo da semana se nunca, 1 - 2 vezes, 3 - 4 vezes, 5 - 6 vezes ou todos os dias da semana. A lista de sintomas apresentada foi elaborada com base na informação retirada de vários artigos que avaliam a sintomatologia associada a tarefas de visão próxima.

### 3.1.2. Exame optométrico

Depois de preenchido o questionário, realizou-se os testes optométricos em que foi usado uma unidade de refração constituída por um projetor com optotipo de *Snellen* para a visão de longe, retinoscópio, o optotipo para a visão de perto apropriado para o retinoscópio (figura 3.1), foróptero e optotipo para a visão de perto, armação de provas, oclusor, *flipper*  $\pm 2,00$  D (figura 2.3) e um cronómetro.



Figura 3.1 Retinoscópio e optotipo para visão de perto

Para efetuar o exame, determinou-se a acuidade visual monocular e binocular, o estado refrativo, medição das forias e das reservas em visão de longe e visão de perto. Mediu-se o atraso acomodativo, a amplitude de acomodação e a flexibilidade acomodativa.

Para acuidade visual, usou-se o projetor com o optotipo de *Snellen* para medição monocular e binocular. A acuidade visual foi medida para a visão ao longe e visão ao perto.

Para determinar o estado refrativo usou-se em primeiro lugar o procedimento objetivo através da retinoscopia estática seguido do exame subjetivo em visão longe.

Para realizar o exame subjetivo em visão de longe, partiu-se do valor neto da retinoscopia estática. O objetivo deste exame é obter a melhor refração com o máximo de potência positiva de modo a que a pessoa consiga a sua melhor acuidade visual. Este exame foi constituído por três fases: a monocular, biocular e binocular.

Na fase monocular determinou-se aproximadamente a potência esférica pelo método da miopização e a potência cilíndrica, refinou-se o eixo e a potência do cilindro e, no final refinou-se a potência esférica. Para o refinamento do eixo e da potência cilíndrica utilizaram-se os Cilindros Cruzados de *Jackson*  $\pm 0,25$  D. Na refinação da potência esférica, miopizou-se e reduziu-se a passos de 0,25 DE até conseguir ler a letras.

Na fase biocular, o objetivo é igualar o estímulo acomodativo de ambos os olhos dissociando as imagens de cada olho com  $3\Delta BI / 3\Delta BS$ . Tentou-se igualar a mesma nitidez para ambas as imagens com lentes +0,25 D, no máximo até +0,50 D.

Na fase binocular, com os ambos os olhos desocluídos, miopizou-se e reduziu-se a passos de 0.25 DE até que o paciente conseguisse ler as letras de melhor acuidade visual.

Na medição das forias laterais da visão de longe e da visão de perto usou-se o Método de *Von Graefe*.

Na medição das reservas laterais, colocou-se uma coluna de letras de AV inferior a uma linha à sua melhor AV, os prismas de *Risley* no valor zero e moveu-se simultaneamente os prismas para o lado nasal até a pessoa ver desfocado em seguida duas imagens ou rutura e no final a recuperação da imagem. Anotaram-se os valores nestes três passos. Repetiu-se novamente para o lado temporal. Efetuou-se quer para a visão de perto quer para visão de longe apesar de na visão de longe não se deve ver desfocado com prismas de base nasal.

Na medição do atraso acomodativo usou-se o Método de Estimação Monocular (MEM). Faz-se monocular mas com o paciente a olhar binocularmente para um optotipo colado na cabeça do retinoscópio (figura 3.1) e neutraliza-se a sombra do reflexo pupilar com lentes esféricas positivas de tiver sombra com movimento “com” e negativas se tiver sombra com movimento “contra”. O valor que se obtiver no foróptero, é o valor do atraso acomodativo. A lente deve estar colocada durante o menor tempo possível (inferior a cinco segundos).

Na medição da amplitude da acomodação usou-se o Método de *Sheard*.

Na medição da flexibilidade acomodação, colocou-se o subjetivo de visão de longe na armação de provas e utilizou-se os flipper's de  $\pm 2,00$  D. Monocularmente, a pessoa olha para um optotipo a 40 cm com AV de 0,80. Coloca-se à frente do olho a lente +2,00 D até ver nítido as letras e depois substitui pela lente -2,00 D até ver nítido e assim consecutivamente durante um minuto. Conta-se o número de ciclos que faz ao longo desse tempo.

### 3.1.3. Critério de seleção

Depois de realizado o exame optométrico completo, selecionou-se para o estudo sujeitos em que a sua melhor acuidade visual de ambos os olhos, usando óculos ou lentes de contacto, fosse igual ou superior a 9/10 ou a diferença da acuidade visual entre os dois olhos não fosse superior a uma linha.

### 3.1.4. Exames dos parâmetros acomodativos

Na realização dos exames dos parâmetros acomodativos, foram retirados os valores da acuidade visual monocular para a visão de longe e os valores da acomodação pela seguinte ordem: a amplitude de acomodação pelo Método de Sheard, o atraso acomodativo pelo método de MEM e a flexibilidade acomodativa monocular com os *flipper's*  $\pm 2,00$  D.

Os exames foram realizados em três alturas do dia: "Início da Manhã" (IM), "Final da Manhã" (FM) e "Final da Tarde" (FT) em que as pessoas apareceram nas horas indicadas (quadro 3.1).

Horário	Intervalo de tempo	Média $\pm$ Desvio padrão
Início da Manhã	[8:30, 10:15]	9,04 $\pm$ 0,55
Final da Manhã	[12:00, 14:15]	13,14 $\pm$ 0,51
Final da Tarde	[15:35, 18.15]	17,17 $\pm$ 0,71

Apareceram, em média, entre as nove horas da manhã, às treze horas e às dezassete horas conseguindo-se um intervalo entre os horários de quatro horas.

Não foi necessário efetuar o exame subjetivo em visão de longe nos três horários do dia devido que, de acordo com *Schanzlin et al*<sup>(37)</sup> afirmam que o estado refrativo em visão de longe não ocorre mudanças significativas ao longo do dia

### 3.2. Caracterização da amostra

Para a realização deste estudo, foram recrutados 56 estudantes (26 do sexo feminino e 4 do sexo masculino) da Universidade do Minho, em que foram selecionados 30. A média de idades dos participantes é de (média±desvio padrão) 19,97 ± 2,22 anos com valores compreendidos entre os 18 anos e os 27 anos (figuras 3.2 e 3.3).

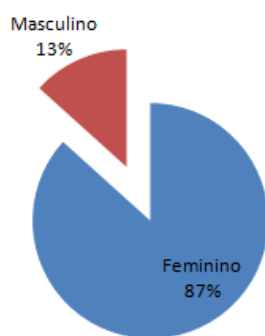


Figura 3.2 Distribuição da amostra por sexo

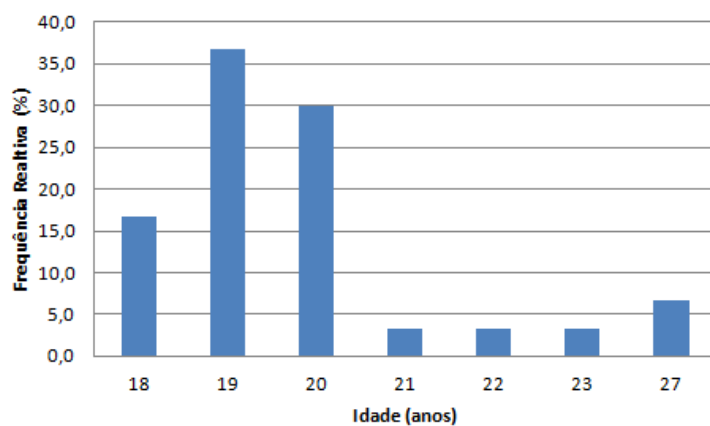


Figura 3.3 Distribuição da amostra por idade

Consideraram-se emetropes aqueles em que o equivalente esférico estava compreendido entre -0,50 D e +0,50 D, inclusive. Foram considerados míopes quando o equivalente esférico era inferior a -0,50 D e hipermetropes quando o equivalente esférico era superior a +0,50 D<sup>(38)</sup>. Foram encontrados 73,3% de emetropes e 26,7% míopes, não se encontrou nenhum hipermetrópe no estudo (figura 3.4).

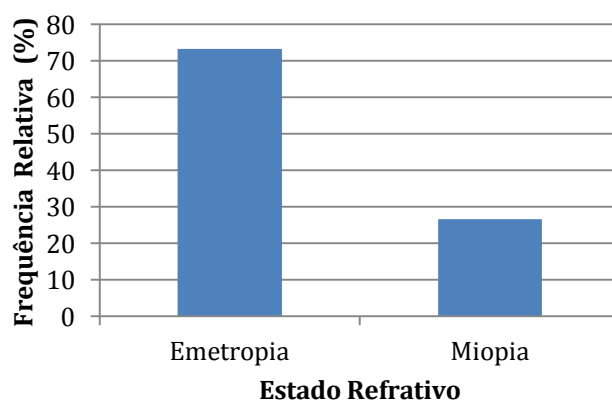


Figura 3.4 Gráfico da prevalência das ametropias da amostra

### 3.3. Análise estatística

Foi utilizado para análise estatística dos resultados o programa de estatística *IBM SPSS Statistics* Versão 19.

Em primeiro lugar, foi verificado a normalidade das distribuições das variáveis usando o teste *Kolmogorov-Smirnov* (K-S).

Em todas as variáveis, apenas a amplitude de acomodação e a flexibilidade acomodativa têm Distribuição Normal tendo sido usado os testes paramétricos como o *t-Student test*, o *Paired Samples Statistics* e ANOVA. Para isso foram usados os valores médios ( $\mu$ ) para as comparações em que como hipótese:

$H_0$  (Hipótese nula): Não existe diferença entre as médias das variáveis, para cada grupo

$H_1$  (Hipótese alternativa): Existe diferença entre as médias, para cada grupo.

e:

$H_0: \mu = \mu_0$  vs  $H_1: \mu \neq \mu_0$ ,  $\mu_0$ - valor médio inicial

O estudo estatístico foi realizado num intervalo de confiança de 95%, sendo estatisticamente significativo quando o  $p$ -value é inferior ou igual a 5% (0,05) ou seja, rejeita-se  $H_0$  porque existe diferença entre as médias das variáveis.

Para as variáveis que não tinham distribuição normal, foram usados testes não-paramétricos tais como o de *Kruskal-Wallis*, o *Wilcoxon* e o *Mann-Whitney* em que são usados os valores da mediana para as comparações das populações rejeitando a hipótese nula por não existir diferença entre as medianas das variáveis, para cada grupo.





## Capítulo 4 – Resultados obtidos

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos ao longo deste trabalho.

Verificou-se que não existem diferenças estatisticamente significativas para os valores da acuidade visual, amplitude de acomodação, atraso acomodativo e flexibilidade acomodativa entre o OD e o OE ( $p\text{-value} > 0,05$ ) em qualquer horário marcado para avaliação. Acontecendo o mesmo para o equivalente esférico entre o OD e o OE ( $p\text{-value} = 0,082$ ). Por isso, foi utilizado para a apresentação dos resultados obtidos e para o estudo estatístico os valores obtidos para o OD.

A apresentação dos resultados é constituída por seis partes em que na primeira parte demonstram-se os valores médios do tempo despendido na leitura e no uso dos computadores, de acordo com as respostas obtidas no questionário.

Na segunda parte, demonstra-se a sintomatologia mais frequente deste grupo de estudo.

Na terceira parte, apresentam-se os valores médios e frequências relativas obtidos nos vários testes que constituíram o exame optométrico como o equivalente esférico, as forias da visão de longe e de perto e, da amplitude de acomodação.

Da quarta parte até à sexta parte, mostram-se os valores das variações dos parâmetros acomodativos em relação aos três horários do dia, com o tipo de ametropia e, com o estado fórico e seu estado de compensação.

## 4.1. Questionário

Deste grupo de estudo que responderam ao questionário, verificou-se que 73,3% utilizam habitualmente o computador portátil apesar de usarem em conjunto outros dispositivos eletrónicos como os *smartphones* e os *tablets*. E o tempo médio de obtenção e utilização do computador foi  $5,80 \pm 0,61$  anos.

O número de horas que se dedicam à leitura e ao uso do computador para fins de trabalho, estudo e lazer ao longo da semana e fim-de-semana estão discriminados no quadro 4.1. Em média dispendem  $5,66 \pm 1,65$  horas por dia para as referidas tarefas.

Atividades	Média $\pm$ Desvio Padrão
Leitura / dia durante a semana	$3,07 \pm 1,31$
Computador / dia durante a semana	$3,33 \pm 1,35$
Leitura ao fim-de-semana	$3,33 \pm 1,73$
Computador ao fim-de-semana	$4,27 \pm 2,48$

## 4.2. Sintomatologia

Dos doze sintomas apresentados no questionário, verificou-se que a perda de concentração, a sonolência e a fotofobia foram os principais sintomas apresentados com 60%, 59,9% e 53,3%, respetivamente. Seguido da astenopia com 43,3%, a cefaleia com 26%, e saltar as linhas enquanto lê e a visão desfocada em visão de longe com 23,4% e irritabilidade com 20%. Os olhos vermelhos e sensação de olhos secos e/ou irritados foi de 16,7% e 16,6%, respetivamente, em que a visão desfocada na visão de perto foi de 6,7%. Só houve 3,3% que se queixaram de visão dupla (figura 4.1).

De todos os sintomas mencionados no questionário, apenas saltar as linhas enquanto lê é o sintoma mais significativo em relação aos parâmetros acomodativos, em particular a amplitude de acomodação ao final da manhã ( $p$ -value = 0,047) e ao final da tarde ( $p$ -value = 0,038). Entre os emetropes e os míopes existentes na amostra, os mais sintomáticos foram os emetropes (71,4%).

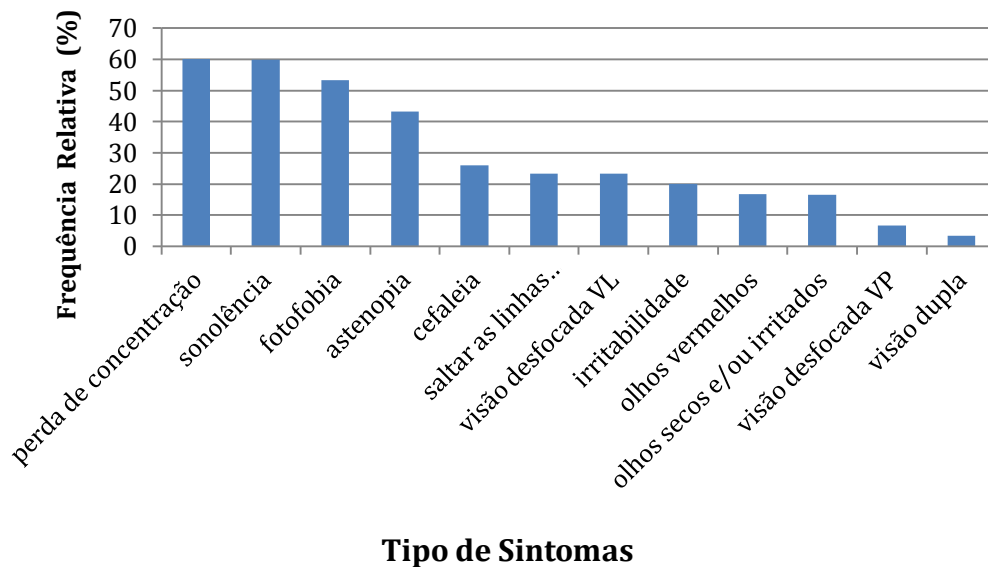


Figura 4.1 Distribuição da amostra por tipo de sintomas

### 4.3. Exame optométrico

Os valores do subjetivo da visão de longe, convertidos em equivalente esférico, os valores variaram entre as potências de -5,13 D a +0,50 D em que o valor médio foi  $-0,50 \pm 1,21$  D. Na tabela 4.1 estão discriminados os valores médios e de desvio padrão do equivalente esférico de cada estado refrativo encontrado na amostra e os seus intervalos.

	Intervalo	Média $\pm$ Desvio Padrão
Total (n=30)	[-5,13, +0,50]	-0,50 $\pm$ 1,21
Emetropes (n=22)	[+0,50; -0,50]	+0,07 $\pm$ 0,26
Miopes (n=8)	[-1,00; -5,13]	-2,05 $\pm$ 1,46

Da população estudada, 26,7% apresentaram um equivalente esférico de valor  $\pm 0,00$  D, 16,7% com o valor de +0,25 D, 10% com o valor de -1,00 D, 6,7% com os valores de -0,25 D, +0,13 D e +0,50 D e, 3,3% os restantes valores esféricos (figura 4.2).

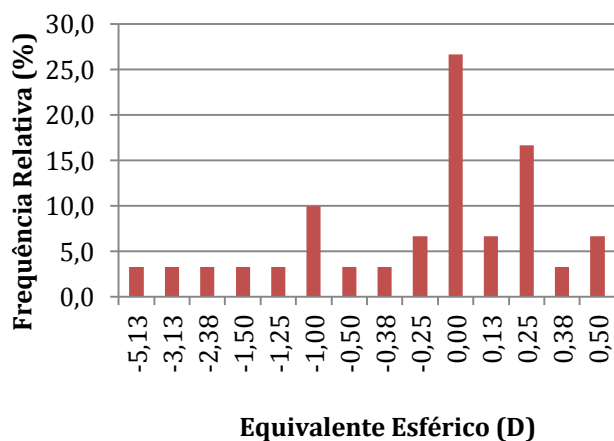
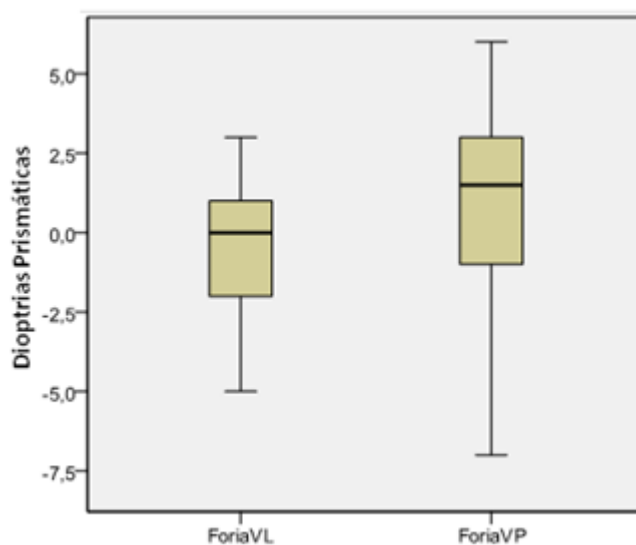


Figura 4.2 Distribuição da amostra por equivalente esférico

Em relação ao comportamento do estado fórico da visão de longe e da visão de perto, os valores para a visão de longe variaram entre 5 DP de endo a 3 DP de exo em que o valor médio foi  $0,27 \pm 1,874$  DP de endo. Na visão de perto os valores variaram entre 7 DP de endo a 6 DP de exo em que o valor médio foi  $0,83 \pm 3,02$  DP de exo (figura 4.3).



(-) endoforias  $\Delta$ BT; (+) exoforias  $\Delta$ BN

Figura 4.3 Valores médios e dispersão das forias da visão de longe e de perto

$\Delta$ BT – prisma de base temporal;  $\Delta$ BN – prisma de base nasal

Para verificar se as forias estavam compensadas, utilizou-se o Método de *Percival* para as endoforias (Reserva de menor valor  $\geq$  Reserva de maior valor / 2) e o Método de *Sheard* para as exoforias (Reserva  $\geq 2 \times$  Foria) <sup>(39)</sup>.

Da população da amostra, em relação à visão de longe, 36,7% têm endoforias, 36,7% têm exoforias e 26,7% têm ortoforia. Relativamente às endoforias existentes, 54,5% estavam compensadas e 45,5% não estavam compensadas. Nas exoforias, 72,7% estavam compensadas e 27,3% não estavam compensadas (figura 4.4 e 4.5).

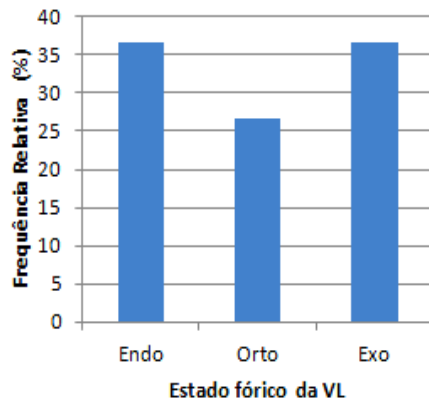


Figura 4.4 Distribuição da amostra por foria da visão de longe

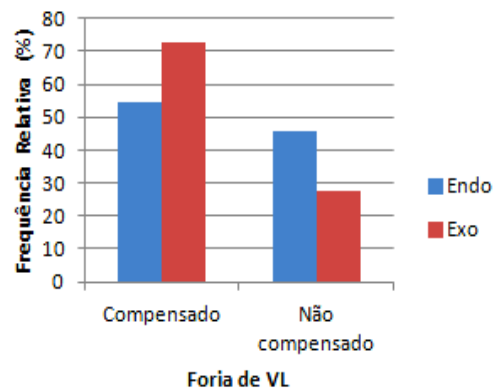


Figura 4.5 Distribuição da foria da visão de longe por compensação

Da população da amostra, para visão de perto, 26,7% têm endoforias, 20% são ortofóricos e 53,3% têm exoforias. Relativamente às endoforias existentes, 25% estavam compensadas e 75% não estavam compensadas. Nas exoforias, estavam todas compensadas (figura 4.6 e 4.7).

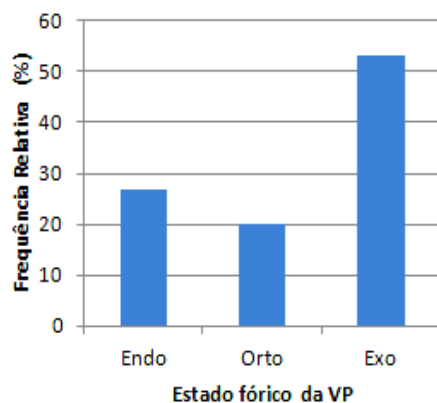


Figura 4.6 Distribuição da amostra por foria da visão de perto

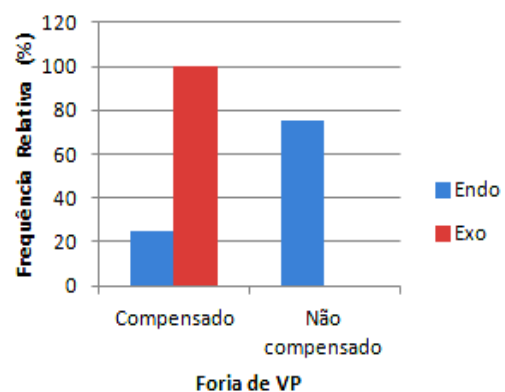


Figura 4.7 Distribuição da foria da visão de perto por compensação

No que diz respeito aos valores da amplitude de acomodação, variaram entre 5,25 D a 13,00 D em que o valor médio foi  $9,43 \pm 2,17$  D. Da população estudada, 10,3% apresentam o

valor de 10,00 D, 6,9% os valores de 5,25 D, 8,75 D, 9,25 D, 9,50 D, 11,25 D, 12,00 D e 12,25 D, e 3,4% foram os restantes valores (figura 4.8).

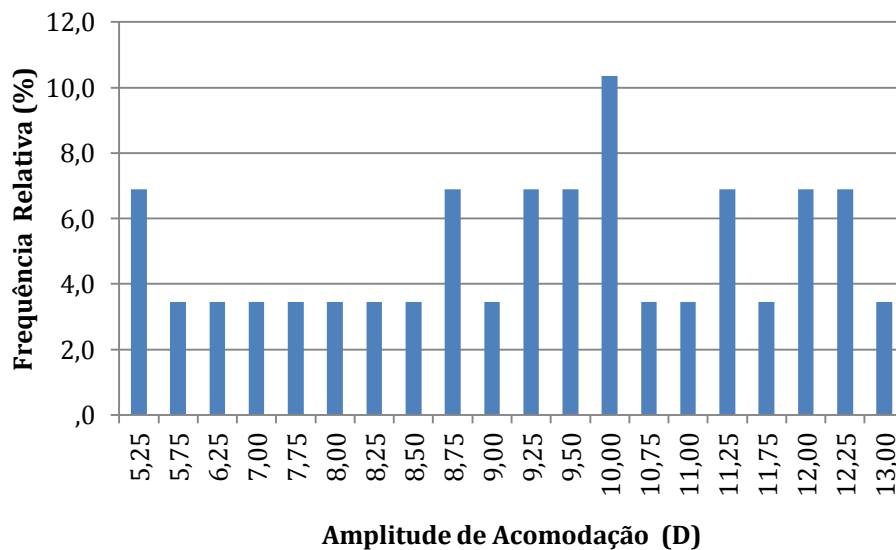


Figura 4.8 Distribuição da amostra por valor da amplitude de acomodação monocular

#### 4.4. Variação dos parâmetros acomodativos ao longo do dia

Os resultados são apresentados por ordem da metodologia de trabalho, em primeiro a acuidade visual em seguida a amplitude de acomodação depois o atraso acomodativo e no final a flexibilidade acomodativa.

Os valores médios e do desvio padrão e sua análise estatística retirados dos parâmetros acomodativos nos diferentes horários foram os seguintes (quadro 4.2).

Quadro 4.2 Valores médios e de dispersão dos parâmetros acomodativos nos horários do início da manhã, final da manhã e final da tarde (Média ± Desvio Padrão)

Parâmetros Acomodativos	Início da Manhã	Final da Manhã	Final da Tarde	$p$ -value
AV	1.08 ± 0.14	1.09 ± 0.14	1.08 ± 0.16	$p > 0.05$
AA (D)	10.05 ± 1.55	<b>10.15 ± 1.58</b>	<b>9.73 ± 1.51</b>	$p = 0.041^*$
ATRASO AC. (D)	0.58 ± 0.14	0.59 ± 0.17	0.61 ± 0.16	$p > 0.05$
FA (cpm)	<b>8.57 ± 5.77</b>	9.13 ± 6.40	<b>9.87 ± 6.33</b>	$p = 0.035^*$

AV – acuidade visual; AA – amplitude de acomodação; ATRASO AC. – atraso acomodativo; FA – flexibilidade de acomodação; (\*) - estatisticamente significativo

Pela análise do quadro 4.2, verifica-se que na acuidade visual, não se encontraram diferenças estatisticamente significativas ( $p\text{-value} > 0,05$ ) ao longo do dia. Cerca de 53% da amostra tem uma AV de 1,2 e no final da tarde cerca de 47% atingem 1,0 de AV e 3,3%, 1,5, não havendo variação entre os três horários (figura 4.9).

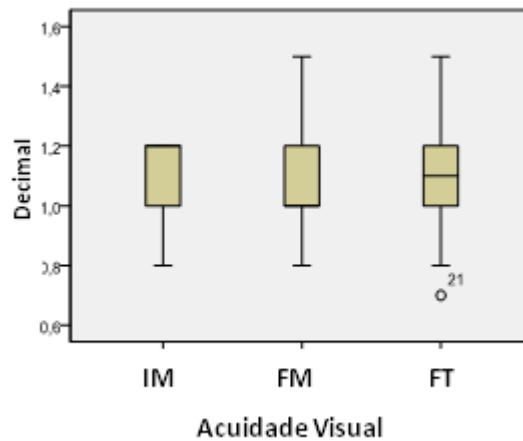


Figura 4.9 Valores médios e de dispersão da AV no IM, FM e FT

Na amplitude de acomodação, de acordo com os valores demonstrados no quadro 4.2, verifica-se uma diminuição entre a manhã e o final da tarde em que o valor da sua diferença foi de 0,43 D, sendo estatisticamente significativo ( $p\text{-value} = 0,041$ ) (Figura 4.10).

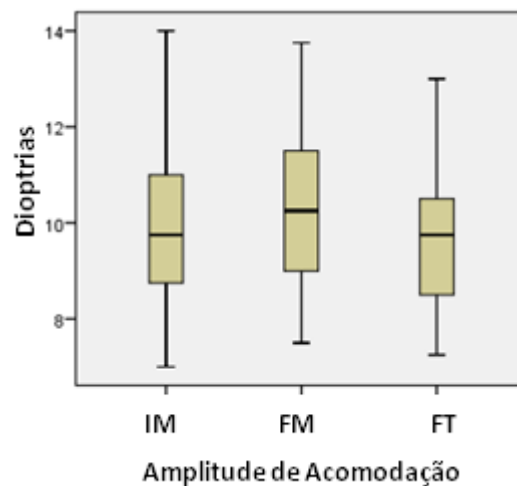


Figura 4.10 Valores médios e de dispersão da AA do IM, FM e FT

No atraso acomodativo, de acordo com os valores demonstrados no quadro 4.2, não houve diferenças ao longo do dia. Cerca de 70% da população da amostra tem um valor de +0,50 D. A diferença entre o início da manhã e o final da tarde foi de +0,03 D, sendo não estatisticamente significativo ( $p\text{-value} > 0,05$ ) (figura 4.11).



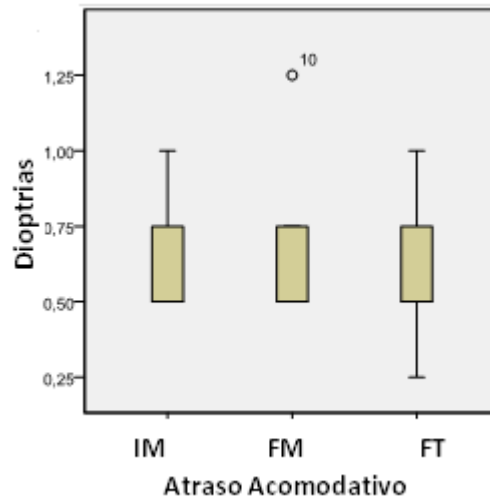


Figura 4.11 Valores médios e de dispersão do atraso acomodativo no IM, FM e FT

Na flexibilidade acomodativa, verifica-se um aumento de 1,3 cpm entre o início da manhã e o final da tarde sendo este aumento estatisticamente significativo ( $p$ value = 0,035) (figura 4.12).

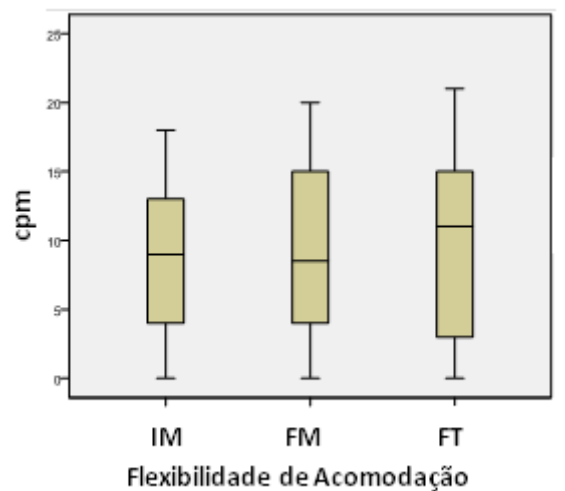


Figura 4.12 Valores médios e de dispersão da FA no IM, FM e FT

Ao relacionar o número de horas de visão de perto com a variação dos parâmetros acomodativos ao longo do dia, verificou-se que a variação da amplitude de acomodação ao longo do dia está diretamente relacionada com o número de horas que dispendem em frente ao computador durante o dia. Quanto mais horas os sujeitos passam em frente ao computador, maior é o valor da amplitude de acomodação no final da tarde do que no início do dia, encontrando-se uma correlação estatisticamente significativa entre a variação da amplitude de

acomodação entre a tarde e o início da manhã com o número de horas que passam em frente ao computador ( $p$ -value = 0,016;  $r = 0,434$ ) (figura 4.13).

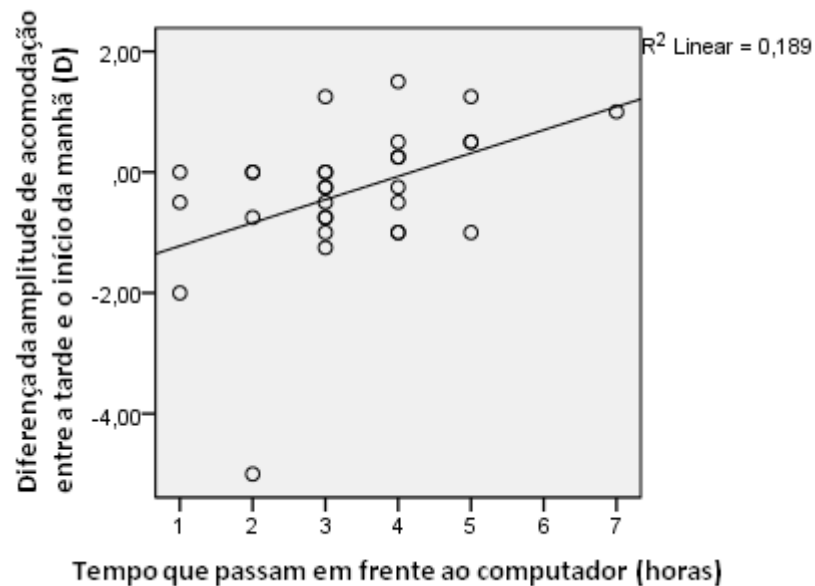


Figura 4.13 Gráfico do tempo que passam em frente do computador com a diferença da amplitude de acomodação entre a tarde e o início do dia

Ao estudar a relação entre a sintomatologia e a variação dos parâmetros acomodativos ao longo do dia verificou-se que os sujeitos com sintomas de cefaleia, perda de concentração e sonolência apresentavam variações ao longo do dia diferentes dos assintomáticos.

Nos sujeitos que apresentavam cefaleia a flexibilidade acomodativa diminuiu significativamente  $0,63 \pm 2,26$  cpm enquanto os assintomáticos tiveram um aumento significativo de  $2 \text{ cpm} \pm 3,27$  cpm ( $p$ -value = 0,046).

Resultados semelhantes foram encontrados para a variação da amplitude de acomodação ao longo do dia nos sujeitos que referiam terem perda de concentração e sonolência. Em ambos os casos, os sintomáticos tiveram uma diminuição estatisticamente significativa na amplitude de acomodação ( $0,17 \pm 0,87$  D e  $0,18 \pm 0,83$  D, respetivamente) enquanto os assintomáticos apresentaram um aumento significativo ( $0,50 \pm 0,63$  D e  $0,52 \pm 0,67$  D, respetivamente) ( $p$ -value = 0,030,  $p$ -value = 0,022).

#### 4.5. Valores médios dos parâmetros acomodativos ao longo do dia com a ametropia

Os valores médios da acuidade visual, da amplitude de acomodação, do atraso acomodativo e da flexibilidade acomodativa em relação ao tipo de ametropia encontrada na amostra, estão apresentados no quadro 4.3.

Quadro 4.3 Valores médios e de dispersão dos parâmetros acomodativos nos emetropes e nos míopes

<b>Acuidade Visual (Decimal)</b>				
(Média ± Desvio padrão)				
	<b>IM</b>	<b>FM</b>	<b>FT</b>	<b>Significância (<math>p</math>value)</b>
Emetropes	1,13 ± 0,11	1,12 ± 0,13	1,13 ± 0,13	$p > 0,05$
Míopes	0,96 ± 0,13	0,99 ± 0,11	0,95 ± 0,19	$p > 0,05$
Significância ( $p$ value)	0,005 *	0,013 *	0,013 *	
<b>Amplitude de acomodação (D)</b>				
(Média ± Desvio padrão)				
	<b>IM</b>	<b>FM</b>	<b>FT</b>	<b>Significância (<math>p</math>value)</b>
Emetropes	9,82 ± 1,32	9,95 ± 1,26	9,75 ± 1,27	$p > 0,05$
Míopes	10,69 ± 2,02	<b>10,69 ± 2,27</b>	<b>9,66 ± 2,13</b>	$p = 0,016^*$
Significância ( $p$ value)	0,179	0,269	0,883	
<b>Atraso Acomodativo (D)</b>				
(Média ± Desvio padrão)				
	<b>IM</b>	<b>FM</b>	<b>FT</b>	<b>Significância (<math>p</math>value)</b>
Emetropes	0,58 ± 0,14	0,61 ± 0,18	0,60 ± 0,17	$p > 0,05$
Míopes	0,59 ± 0,13	0,53 ± 0,09	0,63 ± 0,13	$p > 0,05$
Significância ( $p$ value)	0,660	0,207	0,672	
<b>Flexibilidade Acomodativa (cpm)</b>				
(Média ± Desvio padrão)				
	<b>IM</b>	<b>FM</b>	<b>FT</b>	<b>Significância (<math>p</math>value)</b>
Emetropes	8,27 ± 6,28	8,91 ± 6,77	9,55 ± 7,07	$p > 0,05$
Míopes	9,38 ± 4,31	9,75 ± 5,65	10,75 ± 3,85	$p > 0,05$
Significância ( $p$ value)	0,652	0,757	0,653	

IM- início da manhã; FM- final da manhã; FT – final da tarde; (\*) estatisticamente significativo

Na acuidade visual, de acordo com os valores demonstrados no quadro 4.3, verifica-se que o valor nos emetropes é maior do que nos míopes sendo essa diferença entre eles

estatisticamente significativa. No entanto, quer nos emetropes quer nos míopes os valores da acuidade visual mantem-se constantes ao longo do dia, não existindo variações significativas.

Na amplitude de acomodação, apesar de não ser significativo, nota-se que nos emetropes é inferior do que nos míopes no início da manhã. Nos emetropes, a amplitude de acomodação vai oscilando ligeiramente dentro dos mesmos valores até ao final da tarde enquanto nos míopes, vai diminuindo até ao final da tarde ficando inferior aos emetropes. Sendo este valor estatisticamente significativo entre o final da manhã e o final da tarde ( $p$ -value = 0,016). Ao final da tarde, a amplitude de acomodação diminui 1,00 D em relação ao valor da manhã.

No atraso acomodativo, o valor mantem-se constante ao longo do dia quer nos emetropes quer nos míopes não havendo variações significativas entre os horários.

Na flexibilidade acomodativa, não sendo significativo, nos emetropes é mais baixo do que nos míopes mas em ambas ametropias a flexibilidade vai aumentando ao longo do dia embora não se tenha encontrado significância estatística.

Estes dois parâmetros acomodativos, a amplitude de acomodação e a flexibilidade de acomodação, variam consoante o tipo de ametropia. De acordo com o quadro 4.4, verificou-se uma diminuição significativa na amplitude de acomodação entre o início da manhã e o final da tarde entre os emetropes e míopes de 0,33 D ( $p$ -value=0,049).

Quadro 4.4 Variações da amplitude de acomodação e da flexibilidade de acomodação nos emetropes e míopes entre os horários do dia

	Amplitude de Acomodação (D)		
	(Média ± Desvio padrão)		
	FM – IM	FT - IM	FT – FM
Emetropes	+0,14 ± 0,69	-0,07 ± 0,74	-0,20 ± 0,73
Míopes	+0,00 ± 1,21	-1,03 ± 1,86	-1,03 ± 1,66
Significância ( $p$ -value)	0,700	<b>0,049 *</b>	0,065
	Flexibilidade de Acomodação (cpm)		
	(Média ± Desvio padrão)		
	FM – IM	FT – IM	FT – FM
Emetropes	0,64 ± 3,16	1,27 ± 3,34	0,63 ± 2,59
Míopes	0,38 ± 1,60	1,38 ± 3,07	1,00 ± 3,59
Significância ( $p$ -value)	0,826	0,940	0,761

AA – amplitude de acomodação; FA – flexibilidade de acomodação; IM- início da manhã; FM- final da manhã; FT – final da tarde; (\*) estatisticamente significativo

#### 4.6. Variação dos parâmetros acomodativos ao longo do dia com o estado fórico e sua compensação

Para estudar o impacto do estado da visão binocular na variação dos parâmetros acomodativos ao longo do dia, efetuou-se uma análise estatística concluindo que apenas os valores apresentados no quadro 4.5 apresentavam diferenças estatisticamente significativas.

Quadro 4.5 – Valores da amplitude de acomodação e da flexibilidade de acomodação ao longo do dia em função do estado fórico e suas compensações

Amplitude de Acomodação (D) (Média ± Desvio padrão)				
Foria de VL	IM	FM	FT	Significância ( $\rho$ value)
Endo	9,93 ± 2,07	9,95 ± 1,81	9,39 ± 1,79	$\rho > 0,05$
Orto	10,38 ± 1,27	10,41 ± 1,02	10,16 ± 1,13	$\rho > 0,05$
Exo	9,93 ± 1,19	<b>10,16 ± 1,78</b>	<b>9,75 ± 1,50</b>	<b>0,025*</b>
Amplitude de Acomodação (D) (Média ± Desvio padrão)				
Foria de VP	IM	FM	FT	Significância ( $\rho$ value)
Endo	10,81 ± 1,94	10,69 ± 2,09	10,38 ± 2,06	$\rho > 0,05$
Orto	<b>10,50 ± 0,99</b>	10,38 ± 1,38	<b>9,88 ± 1,18</b>	<b>0,022*</b>
Exo	9,50 ± 1,36	9,80 ± 1,36	9,34 ± 1,25	$\rho > 0,05$
Amplitude de Acomodação (D) (Média ± Desvio padrão)				
Estado de compensação VL	IM	FM	FT	Significância ( $\rho$ value)
Foria não compensada	10,47 ± 2,15	10,50 ± 2,20	10,56 ± 1,88	$\rho > 0,05$
Foria compensada	9,90 ± 1,30	<b>10,02 ± 1,34</b>	<b>9,42 ± 1,27</b>	<b>0,022*</b>
Flexibilidade de Acomodação (cpm) (Média ± Desvio padrão)				
Foria de VP	IM	FM	FT	Significância ( $\rho$ value)
Endo	8,00 ± 3,89	<b>7,63 ± 5,01</b>	<b>9,50 ± 5,95</b>	<b>0,044*</b>
Orto	9,50 ± 2,43	10,83 ± 5,91	10,67 ± 4,76	$\rho > 0,05$
Exo	<b>8,50 ± 7,40</b>	<b>9,25 ± 7,32</b>	9,75 ± 7,28	<b>0,035*</b>
Flexibilidade de Acomodação (cpm) (Média ± Desvio padrão)				
Estado de compensação VL	IM	FM	FT	Significância ( $\rho$ value)
Foria não compensada	<b>8,75 ± 6,30*</b>	<b>9,38 ± 6,37**</b>	<b>11,38 ± 7,42* / **</b>	<b>0,015* / 0,033**</b>
Foria compensada	8,50 ± 5,72	9,05 ± 6,56	9,32 ± 5,98	$\rho > 0,05$

IM- início da manhã; FM- final da manhã; FT – final da tarde; VL – visão de longe; VP – visão de perto; (\*) e (\*\*) estatisticamente significativo

Como pode-se verificar no quadro 4.5, nas forias de visão para longe a amplitude de acomodação nos três tipos de foria aumenta ligeiramente no final da manhã e depois diminui ao final da tarde, sendo esta diminuição estatisticamente significativa para os sujeitos exofóricos entre o final da manhã e a tarde de 0,41 D ( $p$ -value = 0,025).

Em relação às forias de visão para perto, a amplitude de acomodação nos três tipos de foria vai diminuindo ao longo do dia. Esta diminuição é estatisticamente significativa para os sujeitos ortofóricos entre o início da manhã e a tarde de 0,63 D ( $p$ -value = 0,022).

No estado de compensação das forias da visão para longe, a amplitude de acomodação nos sujeitos com as forias compensadas têm uma diminuição estatisticamente significativa entre o final da manhã e a tarde de 0,60 D ( $p$ -value = 0,022).

Quanto à flexibilidade de acomodação, na foria da visão para perto, observa-se que o valor nos três tipos de foria aumenta ao longo do dia. Esse aumento é estatisticamente significativo para os endofóricos entre o final da manhã e a tarde de 1,87 cpm ( $p$ -value = 0,044) e, nos exofóricos o aumento é estatisticamente significativo entre o início da manhã e o final da manhã de 0,75 cpm ( $p$ -value = 0,035).

Em relação ao estado de compensação das forias da visão para longe, em ambas as situações, o valor da flexibilidade acomodativa aumenta ao longo do dia sendo esse aumento significativo para os sujeitos que não têm as forias compensadas entre o início da manhã e a tarde de 2,63 cpm ( $p$ -value = 0,015) e entre o final da manhã e a tarde de 2 cpm ( $p$ -value = 0,033).

Na análise estatística da amplitude de acomodação e da flexibilidade acomodativa do estado fórico da visão para longe e perto e respectivos estado de compensação entre os horários do dia, verificou-se os valores que estão apresentados nos quadros 4.6 e 4.7.

Na amplitude de acomodação, verificou-se que não existe nenhuma alteração estatisticamente significativa entre os três tipos de foria da visão para longe e perto e entre os dois tipos de compensação das respectivas forias ao longo do dia (quadro 4.6).

Quadro 4.6 Variações da amplitude de acomodação com o estado fórico e sua compensação entre os horários do dia (D) (Média ± Desvio padrão)

<b>Foria de VL</b>	<b>FM – IM</b>	<b>FT - IM</b>	<b>FT – FM</b>
Endo	0,02 ± 0,93	-0,55 ± 1,79	-0,57 ± 1,72
Orto	0,03 ± 0,76	-0,22 ± 0,70	-0,25 ± 0,50
Exo	0,23 ± 0,86	-0,18 ± 0,70	-0,41 ± 0,52
Significância ( <i>p</i> -value)	0,828	0,755	0,829
<b>Foria de VP</b>	<b>FM – IM</b>	<b>FT – IM</b>	<b>FT – FM</b>
Endo	-0,13 ± 1,14	-0,44 ± 0,85	-0,31 ± 0,56
Orto	-0,13 ± 0,77	-0,63 ± 0,47	-0,50 ± 0,55
Exo	0,30 ± 0,68	-0,16 ± 1,51	-0,45 ± 1,43
Significância ( <i>p</i> -value)	0,401	0,695	0,944
<b>Estado de compensação VL</b>	<b>FM – IM</b>	<b>FT – IM</b>	<b>FT – FM</b>
Foria não compensada	0,03 ± 0,90	0,09 ± 1,02	0,06 ± 0,81
Foria compensada	0,12 ± 0,83	-0,48 ± 1,24	-0,60 ± 1,14
Significância ( <i>p</i> -value)	0,792	0,253	0,142
<b>Estado de compensação VP</b>	<b>FM – IM</b>	<b>FT – IM</b>	<b>FT – FM</b>
Foria não compensada	0,04 ± 1,09	-0,33 ± 0,58	-0,38 ± 0,65
Foria compensada	0,11 ± 0,79	-0,32 ± 1,31	-0,44 ± 1,18
Significância ( <i>p</i> -value)	0,853	0,985	0,903

IM- início da manhã; FM- final da manhã; FT – final da tarde; VL – visão de longe; VP – visão de perto; (\*) estatisticamente significativo

O mesmo se verificou em relação à flexibilidade de acomodação (quadro 4.7).

Quadro 4.7 Variações da flexibilidade de acomodação com o estado fórico e sua compensação entre os horários do dia (cpm) (Média ± Desvio padrão)

<b>Foria de VL</b>	<b>FM – IM</b>	<b>FT - IM</b>	<b>FT – FM</b>
Endo	-0,18 ± 1,25	0,91 ± 2,30	1,09 ± 2,88
Orto	1,13 ± 3,40	1,63 ± 4,37	0,50 ± 3,02
Exo	0,91 ± 3,48	1,45 ± 3,33	0,55 ± 2,88
Significância ( <i>p</i> -value)	0,547	0,882	0,878
<b>Foria de VP</b>	<b>FM – IM</b>	<b>FT – IM</b>	<b>FT – FM</b>
Endo	-0,38 ± 2,13	1,50 ± 3,30	1,87 ± 2,17
Orto	1,33 ± 5,65	1,17 ± 4,45	-0,17 ± 2,48
Exo	0,75 ± 1,29	1,25 ± 2,89	0,50 ± 3,18
Significância ( <i>p</i> -value)	0,507	0,979	0,377
<b>Estado de compensação VL</b>	<b>FM – IM</b>	<b>FT – IM</b>	<b>FT – FM</b>
Foria não compensada	0,63 ± 1,06	2,63 ± 2,33	2,00 ± 2,14
Foria compensada	0,55 ± 3,23	0,82 ± 3,40	0,27 ± 2,95
Significância ( <i>p</i> -value)	0,947	0,178	0,142
<b>Estado de compensação VP</b>	<b>FM – IM</b>	<b>FT – IM</b>	<b>FT – FM</b>
Foria não compensada	0,00 ± 2,37	1,50 ± 3,89	1,50 ± 2,43
Foria compensada	0,71 ± 2,93	1,25 ± 3,12	0,54 ± 2,93
Significância ( <i>p</i> -value)	0,588	0,868	0,467

IM- início da manhã; FM- final da manhã; FT – final da tarde; VL – visão de longe; VP- visão de perto; (\*) estatisticamente significativo





## Capítulo 5 – Discussão dos resultados

Neste capítulo apresenta-se a discussão dos resultados obtidos deste estudo.

Faz-se a comparação de novos hábitos de uso da visão para perto e em seguida avalia-se as variações dos parâmetros acomodativos com o tipo de ametropia, estado fórico na visão para longe e perto e sua compensação e, sintomatologia.

Este estudo teve como objetivo principal saber quais foram as variações existentes nos parâmetros acomodativos ao longo do dia e em que altura do dia é que foi mais significativo observar essas alterações. E, também, conhecer a sintomatologia mais frequente e os hábitos de vida dos participantes deste estudo.

Sendo assim, em questão ao comportamento da população da amostra em relação aos novos hábitos de tarefas de visão de perto, verificou-se que o computador portátil foi o dispositivo eletrônico mais usado, porém não sendo o seu uso exclusivo. Utilizavam em simultâneo outros dispositivos tais como *tablets* e *smartphones*. A amostra, constituída por uma população jovem com a idade média de  $19,97 \pm 2,22$  anos, habituada ao uso do computador como uma ferramenta de lazer, divertimento, estudo e trabalho referiu que, utilizava este tipo de tecnologia em média  $5,66 \pm 1,65$  horas por dia. Estes jovens têm uma maior predisposição para o uso de novas tecnologias quando comparados com gerações anteriores, verificando-se que 86,7% dos sujeitos usam-nas há mais de seis anos. Isto vai de encontro com o estudo efetuado por *Rosenfiel*<sup>(40)</sup>, em que uso médio despendido em computadores, televisão e videojogos é de 7,5 horas numa população em que a idade varia entre os 8 e os 18 anos. Todos estes dispositivos eletrónicos, exceto o computador de secretária, são de fácil manuseamento, de pequeno tamanho sendo fácil de transportar para qualquer lugar. Deste modo, é necessário o reajustamento da distância de trabalho, muitas das vezes para mais curto do que o normal (40 cm), o que incentiva a uma postura corporal incorreta. Tudo isto provoca uma variedade de sintomas como a alteração do esforço acomodativo e o Síndrome Visual do Computador.

Na avaliação da acuidade visual verificou-se que não houve variações estatisticamente significativas ao longo do dia, nem mesmo nos emetropes e nos miopes. Neste estudo, não tivemos informação sobre as atividades que tinham realizado durante o dia o que não nos permite estabelecer a quantidade e intensidade de trabalho realizado em visão próxima. Segundo *Owens et al*<sup>(41)</sup> existe uma diminuição na acuidade visual na visão de longe após uma hora de leitura intensiva e que tem correlação significativa com a resposta acomodativa. De acordo com estes dados e tendo em conta que os participantes neste estudo são estudantes, poderia ser de esperar alguma variação na acuidade visual. No entanto, em nenhuma situação a acuidade visual foi medida logo após a eventual realização de tarefas de visão próxima pelo que

uma redução temporária desta podia já não estar presente no horário em que foram efetuadas as medidas.

Neste estudo, o atraso acomodativo, apresentou um aumento não estatisticamente significativo de 0,03 D entre a manhã e a tarde indo ao encontro de *Collier et al*<sup>(42)</sup>, que verificaram existir um aumento não significativo na resposta acomodativa ao longo do tempo.

Na amplitude de acomodação, verificou-se uma diminuição estatisticamente significativa de 0,43D entre o final da manhã e o final da tarde. Constatou-se que o valor da amplitude de acomodação no início da manhã é maior nos miopes do que nos emetropes. Mas, em ambos estados refrativos, foram diminuindo até ao final da tarde ao ponto da amplitude de acomodação nos míopes ser inferior ao dos emetropes. Entre estes dois estados refrativos, a amplitude de acomodação diminui significativamente 0,33 D entre o início da manhã e o final da tarde. Ao longo do dia, os miopes diminuem estatisticamente significativamente entre o final da manhã e o final da tarde 1,00 D. Todas estas variações foram mais evidentes nos miopes. Segundo o estudo de *Allen et al*<sup>(43)</sup>, efetuado a estudantes universitários, verificaram que os miopes têm um valor significativamente baixo na amplitude de acomodação e que também existe uma correlação positiva significativa entre o estado refrativo e a amplitude de acomodação. Também a diminuição deste parâmetro é um fator significativo para a progressão da miopia em jovens adultos devido à desfocagem da imagem na retina nas tarefas de perto. Neste caso, não foram detetadas diferenças estatisticamente significativas nos valores da amplitude de acomodação dos emetropes e dos miopes. *Wolffsohn et al*<sup>(44)</sup>, afirmam que não existem alterações significativas na amplitude de acomodação com a realização de tarefas em visão de perto, uma vez que a pessoa vai ajustando significativamente a distância entre o olho e a atividade de visão próxima à medida que o tempo da tarefa progride. Uma vez mais, estes dados não podem ser diretamente relacionados com os nossos resultados uma vez que não podemos garantir que todos os participantes tinham realizado tarefas em visão ao perto imediatamente antes de serem realizadas as medidas.

Na flexibilidade acomodativa, houve um aumento estatisticamente significativo entre o início da manhã e o final da tarde de 1,3 cpm. Este aumento pode ser devido ao efeito de treino visual durante as três medidas do dia que segundo *Sterner et al*<sup>(45)</sup>, indicam que o treino da

flexibilidade acomodativa quando se usa a técnica das lentes provoca um efeito positivo ao longo do tempo.

Nos dois estados refrativos encontrados na amostra verificou-se que, ao longo do dia, os valores da flexibilidade acomodativa nos emetropes foram sempre ligeiramente inferiores do que nos míopes. Além disso, os seus valores foram aumentando ao longo do dia não havendo diferenças estatisticamente significativas. Isto vai ao encontro do estudo de *Pandian et al*<sup>(46)</sup>, que afirmam não existirem diferenças significativas na flexibilidade acomodativa de perto entre os míopes e os não-míopes e que este teste não tem muito significado para discriminar a miopia com outros estados refrativos.

Dos sintomas relacionados com as anomalias acomodativas, verificou-se que os de maior prevalência foram a perda de concentração, sonolência, fotofobia, astenopia e cefaleia. Na relação dos sintomas referidos no questionário com as variações dos parâmetros acomodativos ao longo do dia, verificou-se que os sujeitos com os sintomas perda de concentração e a sonolência têm uma diminuição estatisticamente significativa na amplitude de acomodação entre o início da manhã e o final da manhã de 0,17 D e 0,18 D, respetivamente. Os sujeitos com o sintoma de cefaleia têm uma diminuição significativa na flexibilidade acomodativa de 0,63 cpm. Isto sugere que os sujeitos sintomáticos têm tendência para um desconforto visual maior dos que os assintomáticos, com maior incidência no final da manhã. De acordo com *Toscha et al*<sup>(47)</sup>, o grupo de sujeitos que têm um desconforto visual alto ou seja, com um maior número de sintomas, é associado com fadiga acomodativa.

Ao avaliar os parâmetros acomodativos com o estado fórico, da visão para longe e perto e respetivo estado de compensação, verificou-se uma diminuição estatisticamente significativa na amplitude de acomodação nos sujeitos com exoforias na visão para longe entre o final da manhã e o final da tarde de 0,41 D e nos ortofóricos na visão para perto entre o início da manhã e o final da tarde de 0,63 D. A tentativa de manter a eficiência da convergência perante atividades diversas, pode conduzir a um esforço acomodativo levando à diminuição da amplitude de acomodação ao longo do dia. E por consequência, nas forias compensadas na visão para longe, existiu uma diminuição estatisticamente significativa de 0,60 D entre o final da manhã e o final da tarde.

Quanto à flexibilidade acomodativa, houve aumento estatisticamente significativo nos endofóricos na visão para perto entre o final da manhã e o final de tarde de 1,87 cpm e nos exofóricos entre o início da manhã e o final da manhã de 0,75 cpm. E nas forias não compensadas na visão para longe, houve aumento estatisticamente significativo entre o início da manhã e o final de tarde de 2,63 cpm. Todas estas variações demonstram que existe uma interligação significativa entre as forias e os parâmetros de acomodação que poderá refletir no rendimento visual ao longo do dia. Segundo *Jiang*<sup>(48)</sup>, quando presente a uma tarefa, a adaptação acomodativa ocorre primeiramente ao estímulo da convergência acomodativa.

Ao relacionar a variação dos parâmetros acomodativos ao longo do dia com o número de horas de tarefas em visão de perto, verificou-se que a variação da amplitude de acomodação está diretamente relacionado com o número de horas passadas em frente ao computador. Esta relação pode ser entendida de duas formas, umas delas em que a amplitude de acomodação é influenciada pelo número de horas que os sujeitos trabalham no computador ou que a amplitude de acomodação influencia o número de horas que se conseguem passar ao computador. Ou seja, aqueles que apresentam uma diminuição na amplitude de acomodação ao longo do dia poderão apresentar sintomas que limitem o número de horas de trabalho em visão de perto.

Para poder avaliar melhor esta relação seria necessário realizar um estudo mais aprofundado em que se relacionaria o número de horas com a sintomatologia para verificar se as pessoas passam menos tempo ao computador por começarem a sentir sintomas. Isto pode ser confirmado pelos resultados obtidos na análise da variação dos parâmetros ao longo do dia com a sintomatologia.



## Capítulo 6 – Conclusão

Neste estudo concluiu-se que:

Há variações nos parâmetros acomodativos ao longo do dia em particular na amplitude de acomodação e na flexibilidade de acomodação. Para o atraso acomodativo não houve alterações significativas ao longo do dia.

Na amplitude de acomodação há uma diminuição estatisticamente significativa entre o final da manhã e o final da tarde, em especial nos miopes e nos sujeitos com exoforia na visão para longe e com forias compensadas na visão para longe. Os sujeitos com ortoforia na visão para perto têm diminuição estatisticamente significativa entre o início da manhã e o final da tarde.

Na flexibilidade acomodativa há aumento estatisticamente significativo entre o início do dia e o final da tarde, em especial nos sujeitos com as forias não compensadas na visão para longe. Sujeitos com endoforia na visão para perto têm aumento estatisticamente significativo entre o final da manhã e o final da tarde e com exoforia é entre o início da manhã e o final da manhã.

Sujeitos com sintomas de perda de concentração e sonolência têm uma diminuição estatisticamente significativa na amplitude de acomodação entre o início da manhã e o final da manhã. E com cefaleia, têm uma diminuição estatisticamente significativa entre o início da manhã e o final da tarde.

Tendo em conta com os resultados obtidos o horário da consulta poderá influenciar a avaliação dos parâmetros acomodativos.

### Trabalho futuro:

- Conseguir uma amostra com mais miopes;
- Obter hipermetropes no estudo;
- Avaliar o número de horas de trabalho de visão de perto com os sintomas;
- Avaliar a variação das forias ao longo do dia com a variação dos parâmetros acomodativos.





## Capítulo 7 – Referência bibliográfica

1. Ciuffreda, K.J.;" Accommodation, the pupil, and presbyopia."; In: Borish 's Clinical Refraction, 2nd ed. Benjamin, W.J., Eds.; W.B. Saunders company: Philadelphia, 1998; 93-144.
2. Mutti, Donald O. *et al*; "The equivalent refractive index of crystalline lens in childhood"; Vision Res, 1995; 35(11): 1565-1573.
3. Schachar, Ronald A. *et al*; "The effect of human in vivo accommodation on crystalline lens stability"; Br J Ophthalmol, 2007; 91: 790-793.
4. Fincham, E.F.; "The proportion of ciliary muscular force required for accommodation"; J. Physiol, 1955; 128:99-112.
5. Goldberg, Daniel B.; "Computer-animated model of accommodation and theory of reciprocal zonular action"; Clinical Ophthalmology, 2011; 5: 1559–1566.
6. McLeod, D.; "Vítreo e Afecções Vítreo-Retinais"; In: Atlas de clínica Oftalmológica, D.J. Spalton R.A. Hitchings P.A. Hunter, Editora Manole Ltda, 1992; 12.1-12.22.
7. Strenk, Susan A. *et al*; "The mechanism of presbyopia"; Progress in Retinal and Eye Research 24, 2005; 379-393.
8. Schachar, Ronald A.; "Qualitative Effect of Zonular Tension on Freshly Extracted Intact Human Crystalline Lenses: Implications for the Mechanism of Accommodation"; Invest Ophthalmol Vis Sci., 2004; 45: 2691–2695.
9. Hartridge, H.; "Helmholtz's theory of accommodation"; Br J Ophthalmol, 1925; 9: 521-523.
10. Charman, W. Neil;"The eye in focus: accommodation and presbiopia. Invited review"; Clin Exp Optom, 2008; 91(3): 207–225.
11. Kasthurirangan, Sanjeev *et al*; "MRI study of the changes in crystalline lens shape with accommodation and aging in humans"; Journal of Vision, 2011; 11(3): 19, 1-16.
12. Dubbelman, M. *et al*; "Change in shape of the aging human crystalline lens with accommodation"; Vision Research, 2005; 45:117-132.

13. Anderson, Heather A. *et al*, "Age-Related Changes in Accommodative Dynamics from Preschool to Adulthood"; Investigative Ophthalmology & visual Science, 2010; 51(1): 614-622.
14. Kasthurirangan, S. *et al*, "Age related changes in accommodative dynamics in humans"; Vision Research 46, 2006: 1507-1519.
15. Fincham, E. F.; "The Accommodation Reflex and its Stimulus"; Br J Ophtalmol, 1951; 35:381-393.
16. Rosenfield, Mark *et al*, "The linearity of Proximally Induced Accommodation and Vergence"; Invest Ophtalmol Vis Sci, 1991; 32: 2985-2991.
17. Hung, G.K, Ciuffreda, K.J., Rosenfield, M.; "Proximal contribution to a linear static model of accommodation and vergence"; Ophthalmic Physiol Opt, 1996; 16:31-41.
18. Rosenfield, Mark *et al*, "Tonic accommodation: a review I. Basic aspects"; Ophthalmic Physiol Opt, 1993; 13(3): 266-284.
19. Rosenfield, Mark *et al*, "Tonic accommodation: a review II. Accommodative Adaptation and Clinical Aspects"; Ophthalmic Physiol Opt, 1994; 14(3): 265-277.
20. Mordj, John A.; "Static aspects of accommodation: age and presbiopia"; Vision Research, 1998; 38:1643-1653.
21. Goss, David A. *et al*, "Clinical and laboratory investigations of the relationship of accommodation and convergence function with refractive error"; Review; Documenta Ophthalmologica, 1994; 86: 349-380.
22. Mutti, Donald O. *et al*, "AC/A Ratio, Age and Refractive Error in Children"; Invest Ophthalmol Vis Sci, 2000; 41:2468-2478.
23. Antona, B. *et al*, "Intra-examiner repeatability and agreement in accommodative response measurements"; Ophthal Physiol Opt, 2009; 29: 606-614.
24. Cacho, Maria del Pilar *et al*, "Comparison between MEM and Nott dynamic retinoscopy"; Optom Vis Sci, 1999; 76(9): 650-655.
25. Rutstein, Robert P., Daum, Kent M.; "Anomalies of Accommodation"; In: Anomalies of Binocular Vision: Diagnosis & Management, Mosby Editor, Philadelphia, 1998; 3:80-81.
26. Saladin, James J.; "Phorometry and Stereopsis"; In: Borish's Clinical Refraction, 2<sup>nd</sup> ed. Benjamin, W.J., Eds.; W.B. Saunders Company: Philadelphia, 1998; 899-960.

27. Jeffrey S. Cooper, M.S.; "Statement of the Problem"; In: Optometric clinical practice guideline, Care of the Patient with Accommodative and Vergence Dysfunction, American Opt Ass, 2011; A: 4-6.
28. Rutstein, Robert P.; "Accommodative spasm in bibliings: A unique finding"; Indian J Ophthalmology, 2010; 58(4):326-327.
29. Airiani S, Braunstein RE.; "Accommodative Spasm after Laser-Assisted In Situ Keratomileusis (LASIK)"; Am J Ophthalmol, 2006; 141:1163-1164.
30. Montés-Micó, Robert; "Prevalence of General Dysfunctions in Binocular Vision"; Ann Ophthalmol, 2001; 33(3):205-208.
31. Jeffrey S. Cooper, M.S.; "Clinical Background of Accommodative and Vergence Dysfunction"; In: Optometric clinical practice guideline, Care of the Patient with Accommodative and Vergence Dysfunction, American Opt Ass., 2011; C: 13-15.
32. Rivkees S.A, Hao H.; "Developing Circadian Rhythmicity"; Seminars in Perinatology, 2000; 24(4): 232-242.
33. Nickla D.L. *et al*; "Diurnal Rhythms in Intraocular Pressure, Axial Length, and Choroidal Thickness in a Primate Model of Eye Growth, the Common Marmoset"; Invest Ophthalmol Vis Sci, 2002;43(8):2519-2528.
34. Cahill, G.M, Besharse, J.C.; "Circadian Rhythmicity in Vertebrate Retinas: Regulation by a Photoreceptor Oscillator"; Progress in retinal and Eye Research, 1995; 14(1): 267-291.
35. Liu, John H.K. *et al*;" Nocturnal Elevation of Intraocular Pressure in Young Adults"; Invest Ophthalmol Vis Sci, 1998; 39(13):2707-2712.
36. Kurtev, Angel Dimitrov *et al*, "Diurnal variations in Tonic Accommodation"; Invest Ophthalmol Vis Sci, 1990; 31:2456-2458.
37. Schanzlin, D.J. *et al*, "Diurnal change in refraction, corneal curvature, visual acuity, and intraocular pressure after radial keratotomy in the PERK Study."; Ophthalmology, 1986; 93(2): 167-175.
38. Wong, Tien Yin *et al*, "Prevalence and Risk Factors for Refractive Errors in Adult Chinese in Singapore"; Invest Ophthalmol Vis Sci, 2000; 41: 2486-2494.
39. Sheedy, J. and Saladin, J.; "Validity of diagnostic criteria and case analysis in binocular vision disorders"; In: Vergence Eye Movements: Basic and Clinical Aspects, ed.C. M. Schor and K. Ciuffreda, Butterworths, Boston, 1983; 517-540.

40. Rosenfield, M. *et al*; "Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments"; *Ophthalmic Physiol. Opt.*, 2011; 31:502-515.
41. Owens, Alfred D. *et al*; "Near Work, Visual Fatigue, and Variations of Oculomotor Tonus"; *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1987; 28:743-749.
42. Collier, Juanita D. *et al*; "Accommodation and convergence during sustained computer work"; *Optometry*, 2011; 82:434-440.
43. Allen, Peter M. *et al*; "Accommodation functions: Co-dependency and relationship to refractive error"; *Vision Research*, 2006; 46:491-505.
44. Wolffsohn, James S. *et al*; "Accommodative amplitude required for sustained near work"; *Ophthal. Physiol. Opt.*, 2011; 31: 480-486.
45. Sterner, Bertil *et al*; "Accommodative facility training with a long term follow up in a sample of school aged children showing accommodative dysfunction"; *Documenta Ophthalmologica*, 1999; 99:93-101.
46. Pandian, A. *et al*; "Accommodative Facility in Eyes with and without Myopia"; *Invest Ophthalmol Vis Sci.*, 2006; 47:4725-4731.
47. Tosha, Chinatsu *et al*; "Accommodation response and visual discomfort"; *Ophthal. Physiol. Opt.*, 2009; 29:625-633.
48. Jiang, B.C., "Accommodative vergence is Driven by the Phasic Component of the Accommodative Controller"; *Vision Res.*, 1996; 36(1): 97-102.

