

**Análise do diâmetro pupilar em crianças e  
adolescentes:  
Influência da idade, sexo e erro refrativo**

**(Versão final após defesa)**

**Mónica Isabel Jorge Marques**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Optometria e Ciências da Visão**  
(2<sup>o</sup> ciclo de estudos)

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Doutora Amélia Maria Monteiro Fernandes Nunes

**maio de 2022**

Análise do diâmetro pupilar em crianças e adolescentes  
Influência da idade, sexo e erro refrativo

# **Dedicatória**

**À minha mãe.**

Análise do diâmetro pupilar em crianças e adolescentes  
Influência da idade, sexo e erro refrativo

## Agradecimentos

Em primeiro lugar à professora Doutora Amélia Nunes, por ter aceitado orientar-me, por ter-me guiado durante todo este processo, por todo o conhecimento partilhado, pelo apoio, paciência e disponibilidade que teve comigo, principalmente na reta final e por todas as palavras de apoio e força que me deu. Um grande obrigada!

À minha mãe, que tudo fez por mim para que fossem possíveis estes últimos 5 anos na Covilhã e no curso. Sem ti nada disto teria sido possível de realizar. Por todas as vezes em que fui abaixo e estiveste sempre lá para me levantar e apoiar. Um obrigada não chega.

À minha avó Lena, ao Rui, à minha tia Lurdes e ao meu irmão, por todo o apoio dado e carinho. Por terem acreditado em mim, por todas as palavras ditas, sei que estão orgulhosos de mim!

À minha avó Nina, onde quer que estejas, sei que estás orgulhosa de mim!

Ao meu namorado e melhor amigo, Fábio, agradeço todo o amor, paciência e carinho que me deu ao longo desta etapa. Foi uma fase muito difícil em que me apoiaste incondicionalmente e estiveste sempre ao meu lado. Não podia pedir melhor!

Às minhas amigas que a Covilhã me deu. A ti Mariana, por toda a ajuda e paciência que tiveste comigo em toda esta etapa. A ti Inês, por ter sido das melhores pessoas que a Covilhã me podia ter dado, por me apoiares em tudo e não me deixares cair! A ti Maria, por me fazeres sempre rir e por estares lá sempre. A ti Jéssica, por todas as noitadas a estudar. A ti Diana por alinhares comigo nas loucuras das 4 da manhã. A todas vocês um obrigada por tornarem estes 5 anos uns dos melhores da minha vida.

Aos meus amigos de infância, Inês, Mariana e Simão. Vocês sim deram significado à expressão “longe, mas sempre perto”! Um especial obrigada à Inês por todas as longas conversas e todo o apoio incondicional! A vocês, um obrigada.

À minha grande amiga e melhor colega de casa, Sara Gi, a amizade improvável. Por todos os cereais ao domingo, por todo o apoio nas piores fases, por estares sempre a meu lado, um grande obrigada a ti!

Agradeço também à equipa que recolheu os dados utilizados neste trabalho.

A todos, o meu sincero obrigada!

## Resumo

Alterações no tamanho da pupila podem estar relacionados com diversas patologias, e o conhecimento das características da pupila normal ajuda os profissionais de saúde na separação de achados benignos de patológicos. A idade, o sexo e o tipo de erro refrativo têm sido correlacionados com o diâmetro pupilar (DP), no entanto, nem todos os autores corroboram da mesma opinião.

**Objetivo:** Pretende-se estimar o valor médio do diâmetro pupilar (DP) e a diferença interocular (anisocoria) em crianças e adolescentes saudáveis. É ainda objetivo deste trabalho explorar associações com o diâmetro pupilar, averiguando se existe relação entre o DP o sexo, o ciclo de estudos, uso de correção ótica e erro refrativo.

**Metodologia:** Participaram 644 crianças com idades compreendidas entre os 5 e os 16 anos, das quais 349 são do sexo masculino e 295 do sexo feminino. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Universidade da Beira. Os dados das pupilas foram recolhidos em ações de rastreio em ambiente escolar, através do auto refratómetro pediátrico plusoptiX A09. Calcularam-se médias e desvio padrão para as variáveis em análise e estudaram-se diferenças entre grupos, pelos testes One-Way ANOVA e teste t student ou em alternativa o teste não paramétrico Kruskal Wallis.

**Resultados:** Não se encontraram diferenças estatisticamente significativas para o diâmetro pupilar entre os olhos. O valor médio do DP foi de  $5,8 \pm 0,8$ mm para o olho direito. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no DP segundo o sexo, mas encontraram-se diferenças significativas entre ciclos de estudo ( $p < 0,001$ ; O-W ANOVA), onde se detetou um aumento com o avanço dos ciclos de estudo. Verificou-se que existem diferenças estatisticamente significativas ( $p = 0,001$ ) entre sujeitos com e sem correção ótica, maiores DP para quem usa correção ótica. Segundo o tipo de erro refrativo encontraram-se DP maiores em míopes. A partir do teste de *Bonferroni* verificamos que existe diferenças significativas entre o grupo dos míopes e dos hipermetropes e entre emetropes e míopes.

Quanto à anisocoria, esta variou entre 0,03 e 0,90mm, com um valor médio de  $0,2 \pm 0,17$ mm. Registaram-se 581 (90,22%) casos com anisocoria  $\leq 0,4$ mm, 80 (12,42%) de casos com uma anisocoria entre 0,4 e 1,0mm e não foi detetado nenhum caso com

anisocoria  $\geq 1,0$ mm. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas da anisocoria segundo o sexo, segundo o ciclo de estudos ou tipo de erro refrativo.

Conclusão: Para a amostra em estudo verificou-se que o diâmetro pupilar aumenta com o aumento do ciclo de estudos. O uso de correção ótica também influencia o diâmetro pupilar. Diâmetros pupilares maiores foram encontrados em míopes e menores em hipermetropes, a amostra em análise apresentava ametropias corrigidas e não corrigidas. Ao falarmos da anisocoria encontrou-se uma taxa na ordem dos 12,5% de crianças com anisocoria entre os 0,4 e 1 mm, não se registrando casos com valores de anisocoria superiores. Nenhum dos fatores em análise mostrou associação com a anisocoria.

## **Palavras-chave**

Diâmetro pupilar; anisocoria; sexo; idade; ciclo de estudos; erro refrativo;



## Abstract

Changes in pupil size can be related to several pathologies, and knowledge of the characteristics of the normal pupil helps health professionals in separating benign from pathological findings. Age, sex and type of refractive error have been correlated with pupil diameter, however, not all authors corroborate with the same opinion.

**Objective:** It is intended to estimate the mean value of pupil diameter (PD) and interocular difference (anisocoria) in healthy children and adolescents. It is also the objective of this work to explore associations with pupil diameter, ascertaining whether there is a relationship between PD, sex, study cycle, use of optical correction and refractive error.

**Methods:** 644 children aged between 5 and 16 years participated in this study, of which 349 are male and 295 females. The study which was approved by the ethics committee of Universidade da Beira Interior. Pupil data were collected in screening actions in a school environment, using a pediatric autorefractometer, the plusoptiX A09. Means and standard deviation were calculated for the variables under analysis and differences between groups were studied using the One-Way ANOVA and t student tests or, alternatively, the non-parametric Kruskal Wallis test.

**Results:** No statistically significant differences were found for the pupillary diameter between the eyes. The mean value of PD was  $5,8 \pm 0,8$  mm for the right eye. No statistically significant differences were found in the PD according to sex, but significant differences were found between study cycles ( $p < 0,001$ ; O-W ANOVA), where an increase was detected as the study cycles progressed. It was found that there are statistically significant differences ( $p = 0,001$ ) between subjects with and without optical correction, with and higher SD for those who use optical correction. According to the type of refractive error, higher PDs were found in myopic people.

As for anisocoria, it varied between 0,03 and 0,90 mm, with an average value of  $0,2 \pm 0,17$  mm. There were 581 (90,22%) cases with  $\text{anisocoria} \leq 0,4$  mm, 80 (12,42%) cases with  $0,4 < \text{anisocoria} < 1,0$  mm and no case with  $\text{anisocoria} \geq 1,0$  mm was detected. No statistically significant differences were found in anisocoria according to sex, study cycle, use of optical correction or type of refractive error.

Conclusions: For the sample under study, it was found that the pupil diameter increases with the increase in the study cycle, a factor that is strongly related to age. The use of optical correction also influences pupil diameter. Larger pupil diameters were found in myopic people than in emmetropes and hyperopes. When talking about anisocoria, a rate of around 12.5% of children with anisocoria between 0.4 and 1 mm was found, with no cases with higher anisocoria values being recorded. None of the factors under analysis showed an association with anisocoria.

## **Keywords**

Pupillary diameter; anisocoria; sex; age; study cycle; refractive error;

# Índice

Dedicatória	iii
Agradecimentos	v
Resumo	vii
Palavras-chaves	viii
Abstract	x
Keywords	xi
Lista de Figuras	xvi
Lista de Tabelas	xviii
Lista de acrónimos	xx
Capítulo 1 - Introdução	1
1.1 Temática central do trabalho	1
1.2 Objetivo do estudo	1
1.3 Estrutura da dissertação	1
Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica	3
2.1 Função pupilar	3
2.2 Avaliação pupilar	4
2.3 Fatores que influenciam o tamanho pupilar	5
2.3.1 Idade e sexo	5
2.3.2. Iluminação e acomodação	7
2.3.3 Erro refrativo	7
2.4 Valores normativos	9
2.5 Anisocoria	10
Capítulo 3 - Metodologia	13
3.1 Enquadramento do estudo	13
3.2 Participantes	13
3.3 Materiais e métodos	13
3.3.1 Descrição e características do aparelho	14
3.3.2 Procedimento de medição	14
3.4 Tratamento dos resultados	15
3.4.1 Critérios de análise de dados	16
3.4.2 Tratamento estatístico	16
Capítulo 4 - Resultados	19
4.1 Caracterização da amostra	19
4.1.1 Variáveis sociodemográficas	19

4.1.2 Variáveis clínicas	21
4.2 Diâmetro pupilar	24
4.2.1. Diâmetro pupilar e variáveis sociodemográficas	25
4.2.2. Diâmetro pupilar e variáveis clínicas	28
4.3 Anisocoria	31
4.3.1. Anisocoria e variáveis sociodemográficas	33
4.3.2. Anisocoria e variáveis clínicas	35
Capítulo 5 - Discussão	39
Capítulo 6 - Considerações finais	43
6.1 Conclusão	43
6.2 Limitações	43
6.3 Estudos futuros	44
Bibliografia	45
Anexos	48
Anexo I	49
Anexo II	50

## Lista de Figuras

- Figura 1: via dos reflexos pupilares. Fonte: adaptado de *Touquer*, 2015 (10)
- Figura 2: distribuição da amostra segundo o sexo
- Figura 3: distribuição da amostra segundo a idade
- Figura 4: distribuição da amostra segundo ciclo de estudos
- Figura 5: distribuição da amostra segundo o uso de compensação
- Figura 6: uso de compensação segundo o ciclo de estudos
- Figura 7: distribuição da amostra segundo o tipo de erro refrativo
- Figura 8: distribuição da amostra segundo o astigmatismo
- Figura 9: dispersão dos valores relativos ao diâmetro pupilar de OD e OE
- Figura 10: média e desvio padrão do DP em função do sexo
- Figura 11: média do diâmetro pupilar em função do ciclo de estudo
- Figura 12: média e desvio padrão do DP em função do uso de compensação ótica
- Figura 13: média e desvio padrão do DP em função do tipo de ametropia
- Figura 14: média e desvio padrão do DP em função do tipo de astigmatismo
- Figura 15: valores médios da anisocoria na amostra estudada
- Figura 16: média e desvio padrão da anisocoria em cada um dos sexos
- Figura 17: médias da anisocoria em função do ciclo de estudo
- Figura 18: média da anisocoria segundo o uso de compensação
- Figura 19: média da anisocoria segundo o tipo de ametropia esférica
- Figura 20: média de anisocoria segundo o tipo de astigmatismo



## Lista de Tabelas

Tabela 1: Valores normativos do diâmetro pupilar em três diferentes condições de iluminação (3)

Tabela 2: valores médios de diâmetros pupilares (em mm) segundo o tipo de erro refrativo

Tabela 3: Valores médios de anisocoria (em mm) em diferentes condições de iluminação

Tabela 4: análise parâmetros de astigmatismo

Tabela 5: testes estatísticos *Levéne* e ANOVA entre ciclos de estudo

Tabela 6: teste de *Bonferroni* entre os ciclos de estudo

Tabela 7: dados variáveis sociodemográficas e DP

Tabela 8: DP segundo variáveis clínicas

Tabela 9: teste de *Bonferroni* entre ametropias esféricas

Tabela 10: DP segundo o tipo de astigmatismo

Tabela 11: frequência de participantes segundo os diferentes pontos de corte da anisocoria

Tabela 12: anisocoria segundo variáveis sociodemográficas

Tabela 13: testes estatísticos *Levéne* e ANOVA entre ciclos de estudo

Tabela 14: anisocoria segundo as variáveis clínicas

Tabela 15: anisocoria segundo o tipo de astigmatismo



## Lista de Acrónimos

D	Dioptria
DP	Diâmetro Pupilar
mm	Milímetros
n	Número da amostra
OD	Olho direito
OE	Olho esquerdo
Rx	Correção ótica





# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Temática central do trabalho

O tamanho da pupila pode estar clinicamente relacionado a diversas patologias, não apenas patologias oculares. (1,2) A determinação de normas pupilares bem como normas de anisocoria e os fatores que os influenciam estas normas, são importantes de forma a auxiliar os profissionais de saúde a perceberem de que forma a pupila reage dentro dos diferentes fatores analisados neste trabalho.

Tem vindo a ser estudado ao longo dos anos quais são os principais fatores que influenciam o diâmetro pupilar. Sabe-se que fatores como a acomodação, quando se passa de visão de longe para visão de perto, e alterações na iluminância afetam o diâmetro pupilar, mas existem outros fatores que aparentam também influenciar o diâmetro pupilar, tais como: idade, género, uso de correção ótica e magnitude do erro refrativo. A literatura refere que o tamanho pupilar diminui com o aumento da idade, diminui com a diminuição da iluminação retiniana (3,4) e diminui com as mudanças de fixação de longe para o perto (5). No entanto também existe registos que corroboram estes achados, observando-se que ainda não existe um consenso na literatura. (6)

No que respeita à anisocoria, a maioria dos estudos estuda as diferenças interoculares no diâmetro pupilar em diferentes condições de iluminações, não se encontrando estudos que abordem se existe variação neste parâmetro em função de variáveis sociodemográficas como a idade e o sexo, ou variáveis mais clínicas como o uso ou não de refração ótica ou o tipo de erro refrativo.

### 1.2 Objetivo do estudo

O presente trabalho tem como objetivo primário analisar o padrão de variação do diâmetro pupilar segundo a idade, sexo, uso de correção ótica e tipo de erro refrativo, em crianças em idades escolares, numa faixa etária dos 5 aos 16 anos.

Como objetivo secundário pretende-se estimar a frequência de anisocoria segundo os mesmos fatores do objetivo primário.

### 1.3 Estrutura da dissertação

Este documento encontra-se dividido em 6 capítulos.

No primeiro e presente capítulo é apresentada a temática central do trabalho, os objetivos do trabalho, a estrutura da dissertação e os objetivos propostos.

No capítulo 2 é feita uma revisão da literatura, começando com uma pequena descrição relativamente ao tema central, a função pupilar, sendo de seguida abordados vários parâmetros relativos a esta condição, tais como, a avaliação pupilar, fatores que influenciam o tamanho pupilar, idade e sexo, iluminação e acomodação, erro refrativo, valores normativos para os diâmetros pupilares. Segue-se uma abordagem da anisocoria procurando conhecer a percentagem de ocorrência da condição, na faixa etária em estudo.

No capítulo 3 é descrito o procedimento prático deste trabalho. Apresenta-se uma descrição dos participantes e da metodologia utilizada para a aquisição dos dados e da forma como os mesmos foram tratados. Abrangeu a descrição dos materiais e métodos utilizados, os critérios de análise e classificação e a explicação da análise e tratamento estatístico dos dados.

No capítulo 4 apresentam-se os resultados, começando-se por caracterizar a amostra em função dos fatores que foram controlados, ou seja, segundo as diferentes variáveis sociodemográficas e segundo as variáveis clínicas que foram controladas. Apresenta-se depois a exploração dos dados relativos ao tamanho pupilar, em função daqueles fatores.

No capítulo 5 é apresentada a discussão dos resultados, sendo feita a comparação com o que a literatura reporta em cada um dos parâmetros avaliados e os resultados obtidos no presente trabalho.

No capítulo 6 é uma sumula do trabalho, onde são apresentadas as conclusões gerais deste estudo e as considerações finais sobre o trabalho, apontando-se ainda críticas e sugestões para trabalhos futuros.

Por fim, não sendo contabilizado como capítulo, encontra-se a bibliografia e todos os anexos referidos ao longo desta dissertação.

## Capítulo 2

### Revisão Bibliográfica

#### 2.1. Função pupilar

A pupila é um orifício situado entre a córnea e o cristalino, delimitado pela íris, que tem por função primordial regular a quantidade de luz que passa para a retina. (6) Os limites da variação do diâmetro pupilar diferem segundo diversos autores, podendo variar entre 1,5 mm e 9 mm. (2,7)

A visão e a pupila são fatores que dependem da iluminação. Quando o nível de luz aumenta, a pupila contrai-se para reduzir a quantidade de dispersão da luz e iluminância retiniana, aumentando assim a acuidade visual. (8)

Num olho considerado normal, o tamanho pupilar está constantemente a mudar, não só devido a alterações luminosas a que o olho é exposto, mas também, devido a respostas fisiológicas internas como a acomodação e a convergência, que são respostas ativadas em visão de perto. (9) O tamanho pupilar também pode ser influenciado por medicamentos e das dosagens, tais como midriáticos que podem dilatar a pupila até ao seu tamanho máximo e também medicamento mióticos que contraem a pupila até ao seu tamanho mínimo. (6,10)

A pupila é controlada pelo sistema nervoso autónomo, por efeitos contrários do sistema simpático e parassimpático (11), que atua mediante a ativação de dois músculos antagonistas presentes no estroma da íris. (12)

A via nervosa começa na retina, onde nos fotorreceptores inicia-se o percurso da via aferente. A energia radiante da luz é convertida em energia química pelos fotorreceptores e esta estimula as células ganglionares da retina. Os impulsos nervosos viajam através do nervo ótico, para o núcleo pretectal no mesencéfalo, e então para o núcleo de *Edinger-Westphal*. O núcleo *de Edinger-Westphal* (parassimpático pré-ganglionar) projeta fibras parassimpáticas pré-ganglionares, que saem do mesencéfalo e viajam ao longo do nervo oculomotor - ramo eferente é dirigido pelo nervo oculomotor - fazendo sinapse nas fibras parassimpáticas pós-ganglionares no gânglio ciliar. As fibras parassimpáticas pós-ganglionares do gânglio ciliar inervam o músculo esfíncteriano das pupilas, resultando assim na constrição pupilar (13) A figura 1 ilustra este percurso.

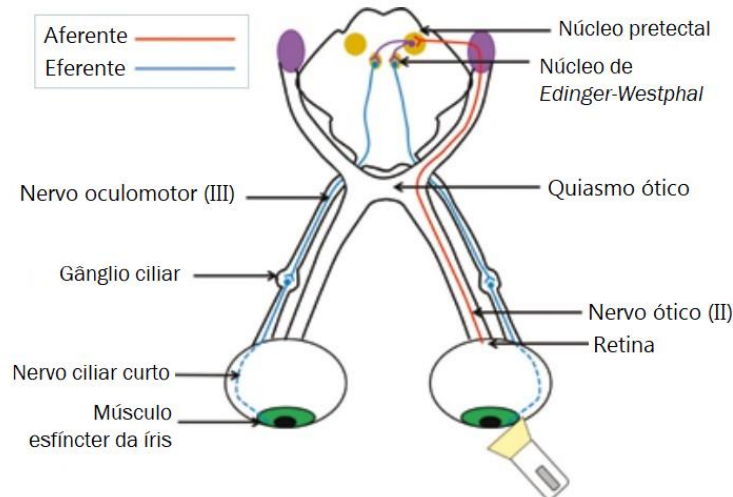


Figura 1: via dos reflexos pupilares. Fonte: adaptado de *Touquer*, 2015 (14)

## 2.2. Avaliação pupilar

Do ponto de vista clínico, a avaliação pupilar inclui a inspeção visual e a análise das suas respostas, também designadas por reflexos pupilares.

Na inspeção visual deve-se observar o tamanho, a forma e a cor de ambas as pupilas

O diâmetro pupilar (DP) pode ser medido utilizando uma régua milimétrica e é uma medida geralmente registada em milímetros. (12)

O valor normativo do tamanho pupilar prende-se diretamente com as condições de iluminação em que são medidos. A tabela 1 apresenta os resultados deste parâmetro, propostos por um autor que procurou encontrar os valores normais do DP, para ambos os olhos numa amostra de 91 sujeitos adultos, com idade média de 39,7 anos, em três condições de iluminação diferentes. (2) Como se pode constatar, o tamanho pupilar diminui com a luminosidade.

Tabela 1: Valores normativos do diâmetro pupilar em três diferentes condições de iluminação (2)

	<b>Condições escotópicas</b>	<b>Condições mesópicas</b>	<b>Condições fotópicas</b>
<b>OD</b>	6,47±1,28 mm	5,49±1,15 mm	4,03±0,85 mm
<b>OE</b>	6,48±1,23 mm	5,50±1,11 mm	4,03±0,81 mm

No que toca à avaliação pupilar, além da medida do seu tamanho, avaliar possíveis diferenças interoculares também é importante. Pupilas consideradas normais devem apresentar diâmetros semelhantes e serem regularmente redondas. (15) No caso de se verificar uma diferença significativa no tamanho entre as duas pupilas, condição designada por anisocoria, é recomendada a avaliação do mesmo parâmetro em condições de iluminação diferente, com o intuito de verificar se a anisocoria varia com a luz. (10) Este é um fator importante na caracterização da anisocoria devido ao facto que nem todos os pacientes que apresentam

anisocoria num ambiente de luz intensa o vão apresentar num ambiente mais escuro. (16) Uma anisocoria fisiológica, que não depende de nenhuma patologia é estável em qualquer ambiente luminoso. (17)

Na análise da resposta funcional da pupila, avalia-se a resposta à luz e à acomodação, ou seja, o reflexo fotomotor e o reflexo acomodativo, também designados por reflexos pupilares. Os reflexos pupilares devem revelar resposta direta e consensual à luz e à miose acomodativa. (10)

O reflexo fotomotor direto é observado quando a pupila se contrai sob a ação da luz incidente nesse olho. O reflexo consensual ou indireto é observado quando a pupila se contrai sob a ação da luz incidente no olho contralateral. A constrição pupilar é mais rápida que a dilatação pupilar. (10) O reflexo acomodativo avalia-se ao aproximar o estímulo acomodativo dos olhos, e em resposta a isto, observava-se os olhos a convergirem e as pupilas a contrair ao mesmo tempo. (15)

O teste da luz alternante (*swinging light test*) permite determinar o defeito pupilar aferente relativo (DPAR) que representa um sinal clínico neurológico de lesão unilateral da via ótica. (10)

### **2.3. Fatores que influenciam o tamanho pupilar**

Na literatura científica encontram-se estudos sobre a variação pupilar que envolvem o controlo e análise de diversos fatores, tais como a iluminação (1,4,18), mudanças de fixação (5,19), cor da íris (3), idade (1,3,11,18,20), sexo (1,20) e erro refrativo (3,7,18–21).

Alguns fatores que influenciam o DP encontram-se bem documentados na literatura, como é o caso da iluminação, (1,18,19) enquanto outros são objeto de conclusões que nem sempre concluem para os mesmos resultados, como é o caso do erro refrativo (7) e também se encontram estudos pontuais, como é o caso da cor da íris cujo único estudo encontrado para esta pesquisa, revela que este é um fator que não contribui para a variação do tamanho pupilar. (3)

A maioria dos estudos avaliam o efeito no tamanho pupilar, de mais do que um fator, em conjunto, sendo mais frequentes aqueles que avaliam o efeito da idade e da iluminação retiniana. (3,4,18) É reportado que o DP diminui com o aumento da idade (3,4) e com as mudanças de fixação de longe para o perto. (5)

#### **2.3.1. Idade e Sexo**

A pupila é relativamente mais pequena em recém-nascidos e torna-se maior no início da infância para voltar a diminuir o seu tamanho no envelhecimento, condição esta que é designada por miose senil. (6) Num estudo com crianças entre 1 mês e 19 anos de idade, verificou-se que os recém-nascidos, com idades médias de 0,59 anos apresentavam valores de DP médios semelhantes entre o sexo masculino e feminino. Estes autores reportam que, sob condições mesópicas, o diâmetro pupilar aumenta com a idade, tendo observado que durante os primeiros 17 anos de vidas, o diâmetro pupilar aumenta cerca de 1,5 mm e tende a estabilizar por volta dos 20 anos. (1)

Num dos trabalhos mais antigos respeitantes a esta temática destaca-se um estudo de 1976 sobre midriáticos, onde se verificou que em condições fotópicas num grupo de controlo de sujeitos jovens e adultos, para os mais novos, entre os 17 e os 20 anos, os valores médios dos diâmetros pupilares eram de  $4,60 \pm 0,83$  mm e para os sujeitos mais velhos entre os 63 e os 75 anos, sob as mesmas condições de iluminação, a média dos diâmetros pupilares era de  $3,70 \pm 0,67$  mm, concluindo-se que nas mesmas condições de iluminação a pupila diminui com a idade. Neste estudo, os autores verificaram também não existir nenhuma diferença entre os sexos dentro das mesmas faixas etárias. (11) Conclusões idênticas foram obtidas por *Guillon*, quando comparou as variações no DP em sujeitos de três faixas etárias (dos 18 até 39 anos, dos 40 até 54 anos e mais de 55 anos). O autor concluiu que o fator idade afeta o DP, pois pupilas mais pequenas foram observadas em grupos mais velhos, e esta diferença foi mais significativa entre pré-presbitas e presbitas. (18) Também os resultados do estudo de *Winn* vão ao encontro das mesmas conclusões, sendo reportado que o DP diminui à medida que a idade aumenta. (3)

Para *Schröder*, num dos seus estudos fez a medição de DP, verificou que a idade teve uma aparente influência no DP, em condições escotópicas. Em indivíduos com idades superiores a 20 anos, verificou que em condições de alta iluminação, aparentam uma menor diminuição no DP e que em condições de baixa iluminação, uma maior diminuição do DP, concluiu assim que a amplitude da contração pupilar também diminuiu com a idade. (2)

Quanto ao sexo, fator também avaliado, por alguns autores, os resultados não são claros. *Jones* em 1990, apoiando-se em estudos mais antigos, onde é referida a existência de pupilas maiores no sexo feminino, conduziu uma investigação numa população com ambos os sexos e com idades entre os 18 e os 26 anos, para averiguar qual seria a relação entre o estado refrativo e o sexo, no diâmetro pupilar. O autor reproduziu aqueles estudos e concluiu que os seus resultados não suportavam a teoria de que mulheres têm um tamanho pupilar maior que os homens, no entanto convém referir que o seu estudo continha uma amostra relativamente reduzida ( $n=48$ ) quando comparando com outros estudos. (20) Num outro estudo mais recente, com o intuito de medir o diâmetro pupilar, em 1306 crianças com idades compreendidas entre 1 – 17 anos, utilizando o Plusoptix, registou-se uma diferença no tamanho pupilar onde o sexo masculino apresentou DP de 5,80mm e o sexo feminino de 5,72mm verificando assim que o sexo feminino apresentava menor DP quando comparado com o sexo masculino. No entanto esta diferença não revelou ser estatisticamente significativa o que vai ao encontro do reportado em estudos anteriores. (22) Na maioria dos estudos parece que não se encontra relação significativa entre a variação do DP e o sexo. (1,3,20)

### **2.3.2. Iluminação e acomodação**

O fator que mais influencia o DP é a iluminação. (2,18) Diâmetros pupilares maiores são medidos sobre níveis de iluminação que representam condições noturnas, ou seja, o diâmetro pupilar

aumenta à medida que a quantidade de luz diminui. Pupilas maiores são encontradas em condições escotópicas face a condições mesópicas e condições fotópicas. (4,18)

Um estudo conduzido por *MacLachlan* com sujeitos de várias idades submetidos a uma iluminação de 300 lux e depois alterada para 19 lux, revelou que a resposta pupilar em relação ao nível de iluminação não varia com a idade, ou seja, a pupila diminui com a idade e isto verifica-se tanto em condições de baixa como alta iluminação. (1) Por outro lado, também há registo de que a reação pupilar à luz se torna mais lenta com o aumento da idade. (6)

Numa grande parte dos estudos que se fazem medições do DP, o fator acomodação não é controlado ou então é descartado das conclusões finais. Quanto a este parâmetro, as conclusões dos estudos científicos apresentam algumas variações. Alguns autores afirmam que o DP diminui com as mudanças de fixação de longe para o perto (5), mas também há registos de não existir relação entre DP e a acomodação. (19)

### **2.3.3. Erro refrativo**

Quando o fator em análise é o tipo de erro refrativo não existe consenso entre os vários estudos encontrados na literatura. Alguns autores defendem que não existe nenhuma relação entre o tamanho do DP e o erro refrativo, (3,20,21) mas também há registo de que o tipo e a magnitude de erro refrativo são fatores significativos para a variação no DP, (7,18) inclusive há autores que verificaram que sujeitos míopes apresentam valores de DP maiores, quando comparados com sujeitos hipermetropes e emetropes. (18)

Os estudo mais antigos, referem não existir qualquer relação entre o diâmetro pupilar e o erro refrativo. (3,21) *Monroe* em 1949, investigou, numa população de 266 participantes do sexo masculino, estudantes universitários, a relação entre o diâmetro pupilar e o erro refrativo. Partiram do pressuposto que havia uma tendência para os hipermetropes possuírem diâmetros pupilares mais pequenos quando comparando com os míopes, mas concluíram que não havia diferença nos diâmetros pupilares entre os diferentes erros refrativos. (21) Mais tarde em 1990, *Jones* investigou, numa população de 48 participantes de ambos os sexos com idades entre os 18 e os 26 anos, com sujeitos emetropes e míopes baixos e também concluiu não existirem diferenças significativas no tamanho pupilar entre estes dois grupos. (20)

Considerando que a miopia está associada a um maior poder dióptrico corneal e a um aumento da profundidade da câmara anterior, e que ambos estes fatores aparentemente resultam num aumento do DP, *Monroe* justifica os resultados do seu estudo, sugerindo que a relação que encontrara entre o tamanho do DP e o erro refrativo poderá, mesmo que pequena, ser devida à acomodação, fator que não foi controlado, levando a conclusões incertas. (21) No estudo de *Jones* também não é claro nos seus resultados os efeitos da acomodação pois os resultados apresentados foram obtidos num ambiente onde estímulos como acomodação e convergência não foram controlados. Preconiza-se que os emetropes precisam de acomodar mais do que os míopes e que

maior acomodação levará a uma diminuição no tamanho pupilar pelo que seria de esperar que os sujeitos míopes tivessem um maior DP quando comparado com os emetropes, fato este que não foi comprovado. (20) Como conclusão final os autores dos dois estudos partilham da mesma opinião, e referem que não existe relação aparente entre o tamanho pupilar e o erro refrativo, (20,21) e que essa tal relação a existir, depende na maioria dos casos, da profundidade da câmara anterior e de diferentes potências corneais nos diferentes erros refrativos. (21)

*Winn* avaliou o papel do estado refrativo no DP, numa população de 91 sujeitos com idades entre os 17 e os 83 anos incluindo sujeitos dos três grupos refrativos, míopes, emetropes e hipermetropes. Reportou que o tamanho pupilar diminuiu linearmente em função da idade em todos os níveis de iluminação e que o tamanho pupilar é independente do sexo, do erro refrativo e da cor da íris. No entanto neste estudo os hipermetropes tinham em média mais 10 anos que os míopes e os emetropes. (3)

Outros trabalhos reportam a presença de DP maiores em míopes. *Cakmak* estudou a relação entre o DP e os fatores que o poderiam influenciar, em ambiente mesópico, numa população de 402 sujeitos de ambos os sexos. Fatores como a idade, a magnitude e o tipo de erro refrativo foram os mais significativos na variação do DP, e fatores como o sexo e a média de queratometria não mostraram efeito significativo na variação do diâmetro das pupilas. Reportou também que sujeitos com astigmatismo a favor da regra têm maiores DP, tendo observado um aumento médio de 0,15mm no diâmetro pupilar, em relação a sujeitos com astigmatismo oblíquo e astigmatismo contra a regra. (7)

*Guillon* estudou como é que o estado refrativo e a idade influenciavam o DP, utilizando 3 níveis de iluminação diferentes (alto, médio e baixo). Numa população de 304 sujeitos, dos três grupos refrativos (218 sujeitos míopes, 86 sujeitos hipermetropes e 45 sujeitos emetropes) com idades entre os 18 e os 78 anos, verificou que o DP é maior em míopes. (18)

Tanto nos trabalhos de *Cakmak* como de *Guillon* concluiu-se que o diâmetro pupilar é inversamente proporcional ao equivalente esférico do erro refrativo, observando-se que quanto maior o erro refrativo, menor vai ser o diâmetro pupilar, (7,18) esta conclusão pode resultar de fatores como o comprimento axial, o diâmetro corneal entre os bordos do limbo e a profundidade da câmara anterior, pois estes três fatores tendem a ser maiores em sujeitos míopes. (7) Saliente-se ainda que tamanhos pupilares maiores foram medidos em indivíduos mais jovens e essa diferença foi mais acentuada em níveis de iluminância baixos. (18)

Um estudo, publicado em 2015, mediu o diâmetro pupilar sem correção do erro refrativo, em condições controladas, numa amostra de 60 sujeitos entre os 18 e os 35 anos. Verificou-se que os três grupos refrativos apresentavam diâmetros pupilares semelhantes quer estivessem corrigidos ou não corrigidos tanto para o longe como para o perto. Os resultados deste estudo sugerem que o erro refrativo não influencia o diâmetro pupilar, independentemente da correção refrativa ou

da demanda acomodativa, ou seja, parece que a pupila é controlada pelos reflexos pupilares à luz e não é impulsionada pela desfocagem da imagem na retina. (19)

## 2.4. Valores normativos do DP

Nos estudos consultados, os valores médios de DP variam, como seria de esperar, com diferentes níveis de iluminação. Também há registo de variação com o erro refrativo e com o sexo, mas nestes casos nem sempre se encontra uma variação com significância estatística. No que respeita à idade, na literatura existem poucos estudos que relacionem o DP em crianças e adolescentes e como consequência existem poucos ou quase nenhuns valores normativos para estas faixas etárias. A tabela 2, apresenta os resultados de vários estudos onde foram referidas as médias dos diâmetros pupilares, em função de vários fatores como a idade, o sexo, as condições de iluminação e a ametropia.

Tabela 2: valores médios de diâmetros pupilares (em mm) segundo o tipo de erro refrativo

Ano	Idade	Emetropes	Míopes	Hipermetropes	Amostra Total	Astigmatismo	
1949(21)	----- Estudantes universitários	M	4,23	5,23	4,08	-----	
1990(20)	Condições fotópicas Idade: 18-26A	F	5,60±0,22	5,63±0,30	-----	5,61±0,18	
		M	6,00±0,24	5,59±0,20	-----	5,80±0,16	-----
		T	5,80±0,15	5,61±0,13	-----	5,71±0,12	-----
2010(7)	Condições mesópicas Idade: 18-61A	F	-----	-----	-----	6,19 ± 0,81	-----
		M	-----	-----	-----	6,19 ± 0,94	-----
		T	6,33±0,82	-----	5,70±1,01	-----	6,04±0,79
2016(18)	----- Idade: 18-39A ----- Idade: 40-54A ----- Idade: 55+A	-----	4,32±1,53	4,21±1,62	3,73±1,40	4,21±1,61	-----
		-----	3,44±1,13	3,91±1,38	4,15±1,55	3,84±1,37	-----
		-----	3,50±1,03	3,73±1,31	3,51±1,22	3,58±1,23	-----
2017(24)	Condições mesópicas Idade: 3-4A	F	-----	-----	-----	5,80±0,7	-----
		M	-----	-----	-----	6,0±0,7	-----
		T	-----	-----	-----	5,97±0,7	-----

F-feminino; M-masculino; T-total; A-anos.

Para *Guillon*, iluminações baixas apresentaram valores de DP maiores ( $5,78 \pm 1,15 \text{mm}$ ) quando comparado com iluminação médias ( $3,51 \pm 0,61 \text{mm}$ ) e com iluminação altas ( $2,73 \pm 0,37 \text{mm}$ ). Como também seria esperado, devido a miose senil, valores maiores de DP foram encontrados nas faixas etárias mais novas quando comparado com as faixas etárias mais velhas. (18)

*Jones* quando comparou os valores de DP entre os sexos, concluiu não existir diferença entre estes. No que toca à comparação entre sujeitos míopes e sujeitos emetropes, verificou que sujeitos míopes apresentavam um maior valor de DP quando comparando com sujeitos emetropes. (20)

No estudo de *Cakmak*, este também verificou os valores do DP nos diferentes tipos de astigmatismo. Concluiu-o que sujeitos com astigmatismo a favor da regra apresentavam valores de DP maiores ( $6,27 \pm 0,84 \text{mm}$ ) quando comparando com sujeitos com astigmatismo contra a regra ( $6,0 \pm 0,99 \text{mm}$ ) e sujeitos com astigmatismo oblíquo ( $5,96 \pm 0,84 \text{mm}$ ). (7)

## 2.5. Anisocoria

No exame pupilar deve ser observada a cor, a forma, o tamanho e a localização da pupila, atendendo a qualquer assimetria entre as duas e a medição do tamanho deve ser feita sob condições de iluminação ambiente com ambas as pupila iluminadas de igual forma. (25) A diferença entre os diâmetros pupilares dos dois olhos é uma condição chamada de anisocoria. (26) O diagnóstico precoce e distinção entre anisocoria patologia e anisocoria fisiologia é crucial para a aplicação de tratamento de doenças secundárias. (24)

A anisocoria pode resultar de uma interrupção na inervação do esfíncter da íris ou do músculo dilatador ou de danos no esfíncter ou dilatador da íris ou de fatores farmacológicos externos. (17,27) A via parassimpática causa miose por meio da ativação do esfíncter da íris, e a via simpática causa midríase através da ativação do dilatador da íris. (17) A causa exata da anisocoria é desconhecida, mas geralmente é secundária a uma inibição supranuclear assimétrica no núcleo de *Edinger-Westphal*. (24,27)

A anisocoria patológica, manifesta-se quando existe uma perturbação nas vias simpáticas ou parassimpáticas que inervam a pupila, ou um problema na própria íris. (25) Uma das doenças mais associadas à anisocoria patológica é a síndrome de *Horner* (24) onde se observa miose unilateral, ptose da pálpebra superior e ligeira elevação da pálpebra inferior. (27) A anisocoria fisiológica é facilmente confundida com a síndrome de *Horner* devido ao facto de que em ambas as condições, a reação pupilar é normal. O melhor teste para diferenciar estas duas condições seria o teste do atraso da dilatação. Num paciente com síndrome de *Horner* verifica-se um enfraquecimento do músculo dilatador que leva a que a pupila dilate muito mais lentamente quando comparando com uma resposta pupilar normal, (27) levando 5 a 6 segundos para atingir 90% da contração pupilar. (28) Nos casos de anisocoria, em que uma pupila apresenta-se

anormalmente dilatada, devem considerar-se como diagnósticos diferenciais causas traumáticas que provocam lesão do músculo esfíncter da pupila, pupila de Adie, paralisia do III nervo craniano e exposição unilateral a agentes midríaticos. Devem efetuar-se outros exames de forma a excluir-se patologias neurológicas graves, tais como tumores, aneurismas e infecções do sistema nervoso central. (29) As causas mais comuns de anisocoria em baixa iluminação são a síndrome de *Horner* e a anisocoria fisiológica, e as causas mais comuns de anisocoria em alta iluminação são a pupila tónica ou pupila de Adies, paralisia do III nervo craniano, midríase farmacológica e lesão no músculo esfíncter da íris. (27)

Enxaquecas e cefaleias estão associadas à anisocoria e podem ser acompanhadas pela síndrome de *Horner*. Quando a dor de cabeça é unilateral, a síndrome de *Horner* observa-se do mesmo lado da dor. (30) A pupila de Adie é uma das condições mais sintomáticas e a anisocoria fisiológica raramente é sintomática. Um estudo com 32 participantes, com idades compreendidas entre os 18 e os 74 anos, verificou que 4 pacientes apresentavam sintomas associados a anisocoria, sendo 3 deles casos da pupila de Adie. Nesse mesmo estudo registou-se um historial de dor cabeça reportado em 11 participantes, onde apenas 4 apresentavam anisocoria fisiológica. (31)

Na presença de anisocoria e na ausência de patologia ocular e/ou neurológica define-se a anisocoria fisiológica. Quando a anisocoria é pequena, com uma resposta pupilar normal à luz, sem atrasos na dilatação pupilar e sem ptose, a anisocoria não gera preocupações. (26) A literatura também reporta que a anisocoria fisiológica não varia com o sexo, idade, cor da íris, lateralidade ou altura do dia, mas relata que esta pode variar nos valores se forem feitas medições em dias diferentes (22,27,32)

Os limites da diferença interpupilar, para a classificação da anisocoria não apresentam uma uniformidade clara na literatura. Os autores de cada estudo implementam um ponto de corte para definir a anisocoria no seu estudo assim como o valor limite entre a anisocoria fisiológica e a anisocoria patológica, sem uma justificação clara do seu uso. Este aspeto pode gerar algumas discrepâncias nos resultados de estudos sobre a prevalência da anisocoria fisiológica.

A anisocoria fisiológica é geralmente classificada por uma diferença interpupilar inferior a 1 mm que tende a manter-se estável em diferentes condições de iluminação, (17,27,31) no entanto em alguns pacientes pode ser mais evidente em ambientes de pouca luz. (27) O valor médio da anisocoria pode variar conforme o nível de iluminação em que é observada. (2,16)

Num estudo de *Gross*, que citou estudos mais antigos como o de *Lam\**, em 1985 e de *Loewenfeld\*\**, em 1977, é referido que a condição mais comum na irregularidade da pupila é a anisocoria fisiológica e que aproximadamente 15% a 30% da população geral apresenta esta

condição.<sup>1</sup> (17) Um outro estudo, realizado com 1306 crianças reportou que cerca de 19,1% apresentava uma anisocoria >0,4mm enquanto que apenas 2,3% apresentava uma anisocoria de  $\geq 1.0$ mm. (22)

A tabela 3 resume os resultados de alguns estudos desta natureza.

Tabela 3: Valores médios de anisocoria (em mm) em diferentes condições de iluminação

<b>Lam. BL, 1996 (16)</b>	<b>Escuro</b>	<b>Escuro c/ luz vinda de baixo</b>	<b>Luz ambiente</b>	<b>Luz ambiente/ luz vinda de baixo</b>
	0,22 $\pm$ 0,21	0,21 $\pm$ 0,20	0,21 $\pm$ 0,19	0,18 $\pm$ 0,17

<b>Schröder. S, 2018 (2)</b>	<b>Condições escotópicas</b>	<b>Condições mesópicas</b>	<b>Condições fotópicas</b>
	0,26 $\pm$ 0,32	0,26 $\pm$ 0,27	0,19 $\pm$ 0,19

No estudo de *Lam*, a anisocoria <0,4mm foi encontrada com maior frequência (18%) em condições de baixa iluminação quando comparando com condições de iluminação mais alta (8%). Estatisticamente verificou-se que a anisocoria aumenta em condições escotópicas quando comparando com condições de iluminação mais claras. (16)

No estudo conduzido por *Schröder* em média de anisocoria foi de 0,26 mm numa população de 91 sujeitos com idade média de 36 anos. Esta foi maior em condições escotópicas do que em condições fotópicas. Os autores concluem ainda que maiores variações de anisocoria podem ser observadas em condições de baixa iluminação. (2)

<sup>1</sup> \* Lam BL, Thompson HS, Corbett JJ. The prevalence of simple anisocoria. Am J Ophthalmol 1987; 104:69–73.

\*\*Loewenfeld IE. 'Simple central' anisocoria: a common condition, seldom recognized. Trans Sect Ophthalmol Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 1977; 83:832–839.

## Capítulo 3

### Metodologia

#### 3.1. Enquadramento do estudo

Este trabalho enquadra-se numa metodologia com características de um estudo epidemiológico, observacional, analítico e transversal. A amostra analisada foi selecionada a partir de rastreios visuais, realizados no âmbito do Projeto VER+, dinamizado em ambiente escolar. O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética da Universidade da Beira processo CE-UBI-Pj-2019-043 (Anexo I) e os dados foram recolhidos entre outubro de 2019 e fevereiro de 2020 em diversas escolas da região da Cova da Beira. Foram processados os dados dos participantes que apresentaram o consentimento livre informado e esclarecido, devidamente assinado pelo seu representante legal, consentindo o tratamento de dados para fins de investigação. Todos os dados processados neste estudo encontravam-se devidamente codificados, garantindo o anonimato.

#### 3.2. Participantes

Foram analisados os dados de crianças e adolescentes que frequentavam diferentes escolas locais, do ensino básico, incluindo o 1º, o 2º e o 3º ciclo.

O tamanho da base de dados de original foi de 668 crianças, com idades compreendidas entre 5 e 16 anos

Foram excluídos da análise, dados de crianças com estrabismos e de crianças onde não foi possível efetuar qualquer medição da pupila ou do erro refrativo. Após aplicados os critérios de exclusão, foram descartados os dados de 24 entradas da base de dados original, sendo que 4 pertenciam a crianças do 1º ciclo, 11 do 2º ciclo e 9 do 3º ciclo. A amostra final contou com 644 crianças e adolescentes.

#### 3.3. Materiais e Métodos

A medição objetiva do erro refrativo e do diâmetro pupilar foi efetuada com um auto-refratómetro pediátrico, de campo aberto, o Plusoptix – modelo - A09.

A medição do diâmetro pupilar foi obtida em milímetros e a medição do erro refrativo foi obtido na sua forma esfero-cilíndrica com cilindro negativo. Todas as medições foram efetuadas

binocularmente, ou seja, o olho direito e o olho esquerdo foram avaliados ao mesmo tempo e tentando sempre manter as mesmas condições de iluminação.

### **3.3.1. Descrição e características do aparelho**

O Plusoptix A09 é um auto-refratômetro de visão pediátrica portátil, fácil de usar, que permite obter medidas em condições de visão binocular ou monocular. Mede erros refrativos, tamanhos pupilares, distância interpupilar e desvios da posição do olhar, precisando apenas de alguns segundos de atenção do paciente. (33,34)

De acordo com o manual do aparelho este pode efetuar medições tanto esféricas como cilíndricas entre os -7,00D a +5,00D em passos de 0,25D e o eixo do astigmatismo fica compreendido entre 1° a 180° em passos de 1°. Também permite, medir diâmetros pupilares entre os 4,00mm  $\pm$  10% e os 8,00mm  $\pm$  10% em passo de 0,1mm. Em casos de desalinhamentos oculares  $\geq 10^\circ$ , as medidas de erro refrativo e de diâmetro pupilar, não conseguem ser medidas binocularmente tendo de se efetuar medição monocular. (34)

O aparelho está conectado a um computador, com monitor, teclado e rato. O Plusoptix é utilizado em condições de iluminação mesópica e é segurado em frente da criança, na linha média dos olhos da criança, aproximadamente a 1 metro de distância, considerando-se, portanto, um auto-refratômetro de campo aberto. Quando ativado para a medição, emite sons para chamar a atenção da criança de modo que esta olhe para o aparelho. Ao carregar num botão inserido no aparelho é feita uma medição binocular dos parâmetros assinalados, de forma automática. (34)

O Plusoptix apresenta vantagens comparando com outros auto-refratômetros e com a retinoscopia manual, especialmente em crianças e em doentes com défice cognitivo. (35) Apresenta também como vantagem não precisar de administrar gotas cicloplégicas assim como a possibilidade de efetuar medições binoculares ou monoculares . (33,34)

No entanto apresenta algumas desvantagens, para crianças com erros refrativos próximos dos limites do fabricante ou superiores e na presença de estrabismo ou opacidade dos meios óticos é aconselhado realizar retinoscopia cicloplégica. (35)

### **3.3.2. Procedimento de medição**

Para todos os participantes do presente estudo foram realizadas 3 medidas consecutivas, em condições binoculares, ou seja, ambos os olhos de cada participante foram medidos ao mesmo tempo, nas mesmas condições de iluminação. A medição foi realizada em condições de iluminação atenuada, numa sala escura, ou seja, em condições mesópicas. A distância de trabalho da medição foi a 1 metro do paciente fazendo com que a resposta proximal (acomodação e convergência) não fosse ativada. Todas as medições foram efetuadas sem qualquer correção ótica por parte do paciente.

Os dados relativos ao erro refrativo foram obtidos na forma esfero-cilíndrica com cilindro negativo e os dados relativos ao diâmetro pupilar foram obtidos em milímetros.

### 3.4. Tratamento de dados

Dado que se obtiveram três medidas consecutivas de cada parâmetro em análise, houve a necessidade de calcular a média dessas três medidas, para o tratamento de resultados.

Quanto à variável DP, o cálculo da média foi simples.

Para calcular a média das três medições refrativas, efetuou-se a conversão da potência na forma esfero-cilíndrica para a sua representação vetorial, descrita por *Thibos*, usando as seguintes expressões: (36)

$$M = S + \frac{C}{2} \quad (1)$$

$$J_0 = \left(-\frac{C}{2}\right) \cos(2\alpha) \quad (2)$$

$$J_{45} = \left(-\frac{C}{2}\right) \sin(2\alpha) \quad (3)$$

Onde M representa o equivalente esférico;  $J_0$  representa o valor do cilindro no eixo a  $90^\circ$  ou  $180^\circ$ ,  $J_{45}$  representa o cilindro no eixo a  $45^\circ$  ou  $135^\circ$ , S representam a componente esférica, C a componente cilíndrica e  $\alpha$  o eixo do cilindro, obtidas diretamente da medição do auto-refratômetro.

Posteriormente foi então calculada a média das três medidas, nas componentes vetoriais. Após a obtenção do valor médio das potências vetoriais, converteu-se de novo para a potência esfero-cilíndrica equivalente, utilizaram-se as equações seguintes, onde C representa o valor do cilindro, S o valor da esfera e A o valor do eixo.

$$C = 2\sqrt{J_0^2 + J_{45}^2} \quad (1)$$

$$S = M - \frac{C}{2} \quad (2)$$

$$A = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left( \frac{J_{45}}{J_0} \right) \quad (3)$$

### **3.4.1. Critérios da análise de dados**

#### *Classificação do tipo de erro refrativo*

Segundo os resultados do valor médio do auto-refratômetro, os participantes foram classificados segundo o estado refrativo como míopes, hipermetropes, emetropes e astigmatas. Para efetuar esta classificação foram aplicados os critérios propostos por *Matta & Silbert*. (37) Segundo o autor, para crianças e adolescentes com idades superior aos 6 anos, olhos com valores de equivalente esférico superior ou iguais a 1,00D são considerados hipermetropes, com valores de equivalente esférico menores ou iguais a -1,00D são considerados míopes e com valores de equivalente esférico entre -1,00D e 1,00D são considerados emetropes. Para o astigmatismo considera-se significativo quando a componente cilíndrica apresenta valores inferiores ou iguais a -1,25D (para a notação esfero-cilíndrica com cilindro negativo).

#### *Classificação da anisocoria*

No que toca à anisocoria para crianças e adolescentes com idades superiores aos 6 anos e seguindo os mesmos critérios de *Matta & Silbert*, (37) quando se verifica uma diferença no diâmetro pupilar entre os dois olhos de 1,00 mm ou superior será considerado como potencial anisocoria patológica.

Segundo os registos da literatura a diferença interpupilar inferior a 1 mm é geralmente classificada como anisocoria fisiológica e tende a manter-se estável em diferentes condições de iluminação, (17,27,31) no entanto em alguns pacientes pode ser mais evidente em ambientes de pouca luz. (27) O valor médio da anisocoria pode variar conforme o nível de iluminação em que é observada. (2,16)

### **3.4.2. Tratamento estatístico**

Todas as medições efetuadas foram reunidas numa base de dados em folha de cálculo no programa Microsoft Office Excel. Com este software foram elaborados gráficos para uma melhor visualização dos dados.

Com o programa IBM SPSS Statistics versão 27 foi possível calcular parâmetros da estatística descritiva como a médias e desvios padrão, frequências e percentagens das variáveis em estudo. Também se usou este software para a elaboração de gráficos de dispersão, quer em relação a toda a amostra como também segundo diversas estratificações da mesma. Neste programa também se efetuaram os cálculos relativos aos testes de hipóteses.

A inferência estatística foi analisada por intermédio de testes de hipóteses paramétricos sempre que os grupos em estudo apresentaram dimensão superior a 30. Quando os grupos amostrais apresentaram tamanho menor, foram avaliados os pressupostos da normalidade da distribuição e homogeneidade das variâncias para decidir se aplicar testes paramétricos ou não

paramétricos. Como tal, aplicaram-se os seguintes testes: teste t de student para amostras emparelhadas e amostras independentes, testes One-Way ANOVA, testes post hoc de *Bonferroni*. Sempre que não foi possível recorrer a testes paramétricos, efetuou-se em alternativa o teste não paramétrico equivalente, e no presente trabalho foi aplicado o teste de *Kruskal Wallis*. Todos os resultados dos testes de inferência estatística foram interpretados para um grau de confiança de 95%, ou seja, usou-se o nível de significância de 0,05.

Análise do diâmetro pupilar em crianças e adolescentes  
Influência da idade, sexo e erro refrativo

## Capítulo 4

### Resultados

#### 4.1. Caracterização da amostra

A amostra constituída 644 crianças e adolescentes apresentou idades compreendidas entre os 5 e os 16 anos, incluindo dados de crianças dos 3 ciclos do ensino básico português.

A amostra foi caracterizada em função de variáveis sociodemográficas e clínicas. Nas variáveis sócio-demográficas teve-se em conta o sexo, a idade e o ciclo de estudos. No que diz respeito às variáveis clínicas teve-se em conta o uso de correção ótica e o tipo de erro refrativo.

A caracterização da amostra em cada um destes parâmetros encontra-se detalhada nos pontos que se seguem.

##### 4.1.1. Variáveis sociodemográficas

###### *Distribuição segundo o sexo*

Na distribuição da amostra segundo o sexo, este estudo contou com 349 (54,19%) crianças do sexo masculino e 295 (45,81%) do sexo feminino, como se pode observar na figura 2. Observa-se uma distribuição semelhante entre os sexo, com uma percentagem ligeiramente superior para o sexo masculino.

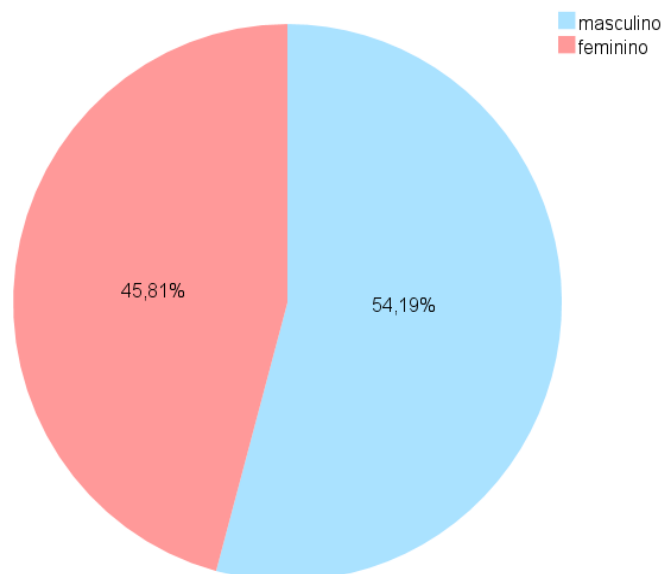


Figura 2: distribuição da amostra segundo o sexo

### *Distribuição segundo a idade*

Em relação à distribuição segundo a idade dos participantes, a amostra final contou com 5 crianças (0,78%) de 5 anos, 54 (8,39%) de 6 anos, 57 (8,85%) de 7 anos, 55 (8,54%) de 8 anos, 68 (10,56%) de 9 anos, 82 (12,73%) de 10 anos, 81 (12,58%) de 11 anos, 75 (11,65%) de 12 anos, 70 (10,87%) de 13 anos, 74 (11,49%) de 14 anos, 16 (2,48%) de 15 anos e 7 (1,09%) de 16 anos. Esta distribuição pode-se observar-se na figura 3.

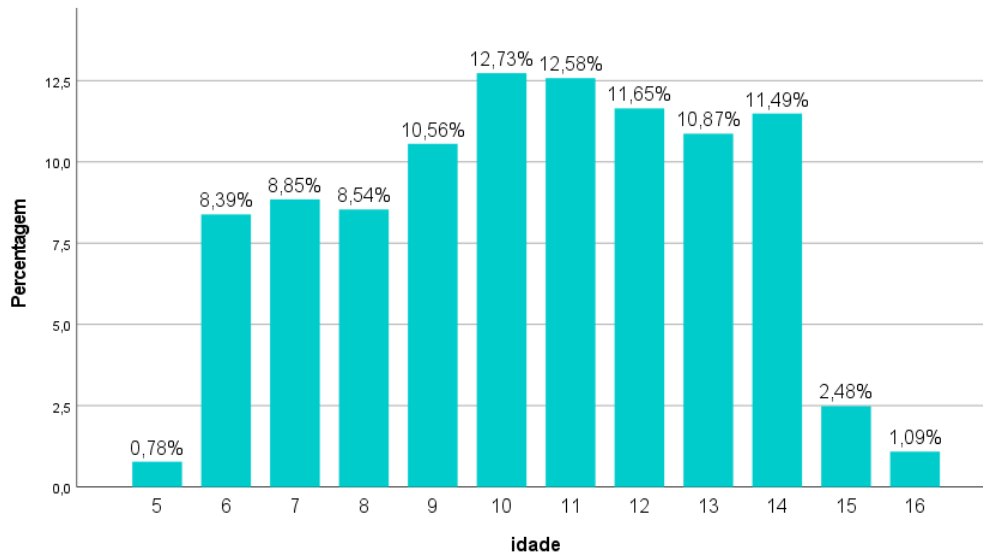


Figura 3: distribuição da amostra segundo a idade

Observa-se que a maior frequência está entre os 6 e os 14 anos, sendo que as crianças com 5 anos representam um número bastante residual. Este aspeto é espetável dado que o estudo foi dirigido a crianças em idade escolar por isso as crianças com registo de 5 anos serão, portanto, crianças que estarão muito próximo dos 6 anos visto que já frequentam a escola. Por outro lado, os adolescentes com mais de 15 anos, também devem representar uma minoria, pois o estudo foi dirigido a crianças que frequentam o ensino básico, ou seja, desde o 1º ao 9º ano de escolaridade, ou seja, dos 6 aos 15 anos. Adolescentes de 15 anos representam, os adolescentes que nasceram no primeiro semestre e adolescentes de 16 anos serão adolescentes que já ficaram retidos um ano escolar ou entraram mais tarde para o 1º ciclo.

### *Distribuição segundo o ciclo de estudos*

No que toca à distribuição segundo o ciclo de estudos que os alunos frequentavam, contou-se com 234 crianças (36,34%) do 1º ciclo, 181 (28,11%) do 2º ciclo e 229 (35,56%) do 3º ciclo. Pode-se observar graficamente esta distribuição na figura 4.

Observa-se que a distribuição da amostra é semelhante entre os 3 ciclos de estudo avaliados.

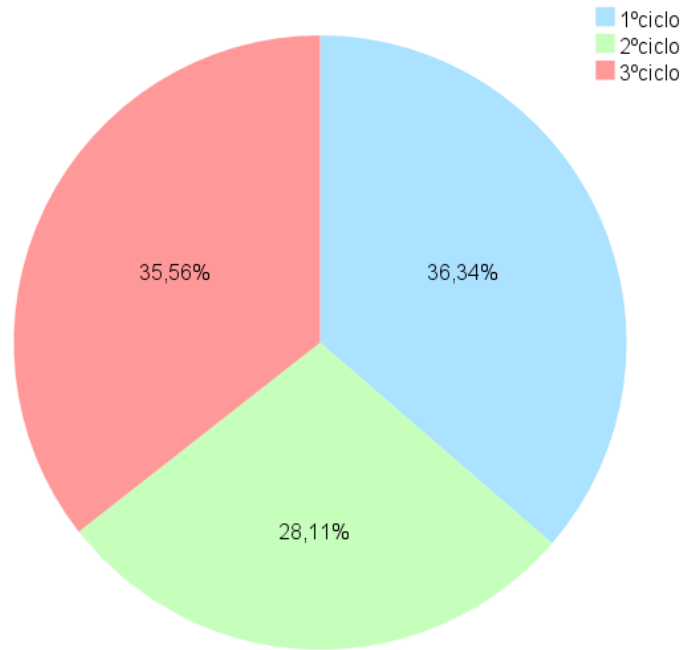


Figura 4: distribuição da amostra segundo ciclo de estudos

#### 4.1.2. Variáveis clínicas

##### *Distribuição segundo o uso de correção ótica*

Na análise da distribuição da amostra segundo o uso de correção ótica dos participantes, verificou-se que 167 (25,93%) dos participantes usam algum tipo de correção ótica e que 477 (70,07%) não usam. Esta distribuição pode ser observada na figura 5. Como se pode constatar, a maioria da amostra em estudo não usa qualquer tipo de correção ótica.

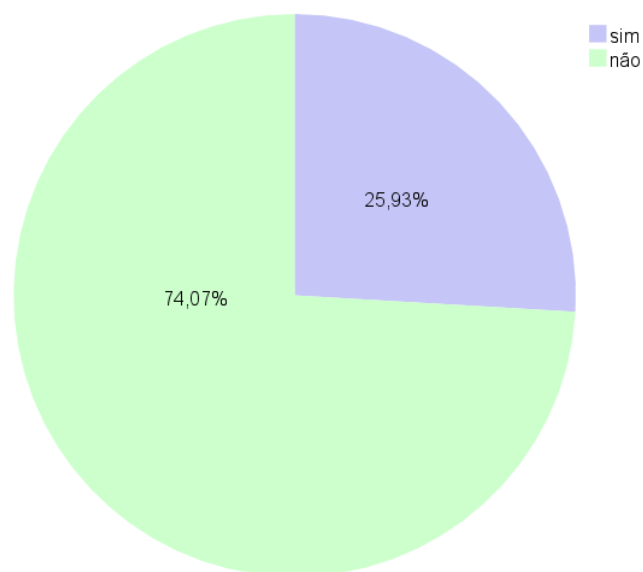


Figura 5: distribuição da amostra segundo o uso de compensação

De todos os participantes que usam algum tipo de correção, 35 (5,43%) são do 1º ciclo, 45 (6,99%) são do 2º ciclo e 87 (13,51%) são do 3º ciclo como se pode observar na figura 6. Esta distribuição mostra um aumento gradual na taxa de uso de correção ótica, à medida que o ensino avança, ou seja, à medida que a criança cresce, observando-se uma maior percentagem de adolescentes a usar correção ótica do que crianças mais novas, destacando-se um aumento mais significativo do 2º para o 3º ciclo.

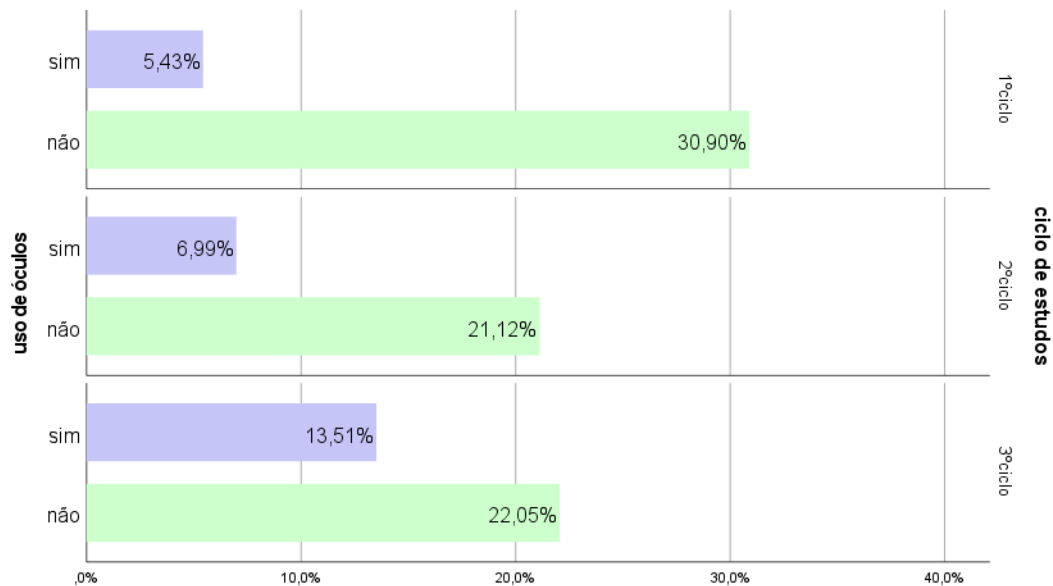


Figura 6: uso de compensação segundo o ciclo de estudos

### *Distribuição segundo o tipo de erro refrativo*

Para caracterizar a amostra segundo o tipo de ametropia dos sujeitos, e dado que a ametropia pode ser diferente entre os olhos, começou-se por estudar as diferenças entre a refração dos dois olhos. Esta análise foi efetuada para as potências vetoriais médias, ou seja, M, JO e J45, que corresponde ao equivalente esférico, ao astigmatismo direto ou inverso e ao astigmatismo oblíquo.

Dado que o que se procura é a existência ou não de diferenças estatisticamente significativas entre os olhos do mesmo sujeito, consideramos as amostras do OD e do OE como sendo amostras dependentes. Deste modo, a inferência estatística foi efetuada mediante o teste *t student* para medidas emparelhadas. Os resultados desta análise podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4: análise parâmetros de astigmatismo

Variável em estudo	DP (Média ±Desvio padrão)		p-value
	OD	OE	
<b>M</b>	0,25±0,47	0,28±0,48	0,193
<b>Jo</b>	0,0026±0,0074	0,0029±0,0079	0,977
<b>J45</b>	0,0132±0,0080	0,0103±0,0072	0,785

As diferenças dos parâmetros refrativos, entre cada um dos olhos, não mostram ser significativas ( $p > 0,05$ ), pelo que para se proceder à classificação do tipo de erro refrativo, aplicaram-se os critérios de classificação da ametropia, descritos na metodologia, apenas ao olho direito.

A distribuição segundo o tipo de erro refrativo dos participantes contou com 458 (71,12%) emetropes, 61 (9,47%) míopes, 110 (17,08%) hipermetropes, e 15 (2,33%) astigmatas (cilindro  $> 1,00D$ ), como se observa na figura 7. Observa-se com grande destaque uma maior percentagem de participantes emetropes (sem erro refrativo significativo) e a ametropia mais frequente nesta amostra foi a hipermetropia, com cerca de 17% de ocorrência.

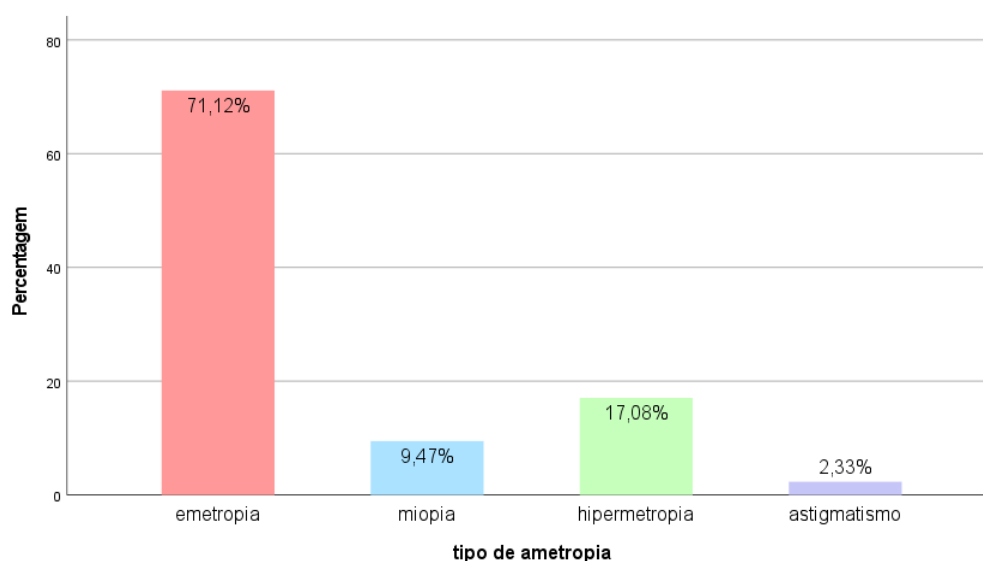


Figura 7: distribuição da amostra segundo o tipo de erro refrativo

Dos 644 participantes, 606 (94,10%) não apresentaram qualquer astigmatismo, apenas erro refrativo esférico, e 38 sujeitos (6%) apresentam astigmatismo (15 sujeitos apresentam astigmatismo simples e 23 sujeitos astigmatismo associado a outro erro refrativo esférico, composto).

A distribuição do tipo de astigmatismo pode-se observar na figura 8. Analisando a frequência da amostra de sujeitos astigmatas, observa-se que 29 (76,32%) apresentaram astigmatismo direto e 9 (23,32%) apresentaram astigmatismo oblíquo. Não se registou nenhum astigmatismo inverso.

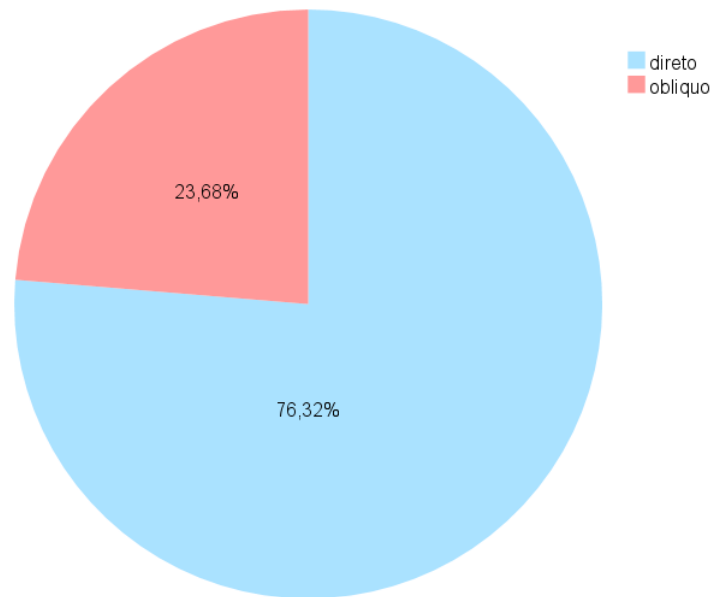


Figura 8: distribuição da amostra segundo o astigmatismo

## 4.2. Diâmetro Pupilar

O valor médio de diâmetro pupilar, na amostra total, foi de  $5,8 \pm 0,8$ mm para o olho direito e também  $5,8 \pm 0,8$ mm para o olho esquerdo. Apesar do mesmo valor médio, o diagrama de dispersão mostra diferenças entre os olhos. A figura 9 ilustra a dispersão dos valores relativos ao diâmetro pupilar, em cada um dos olhos, dos participantes deste estudo.

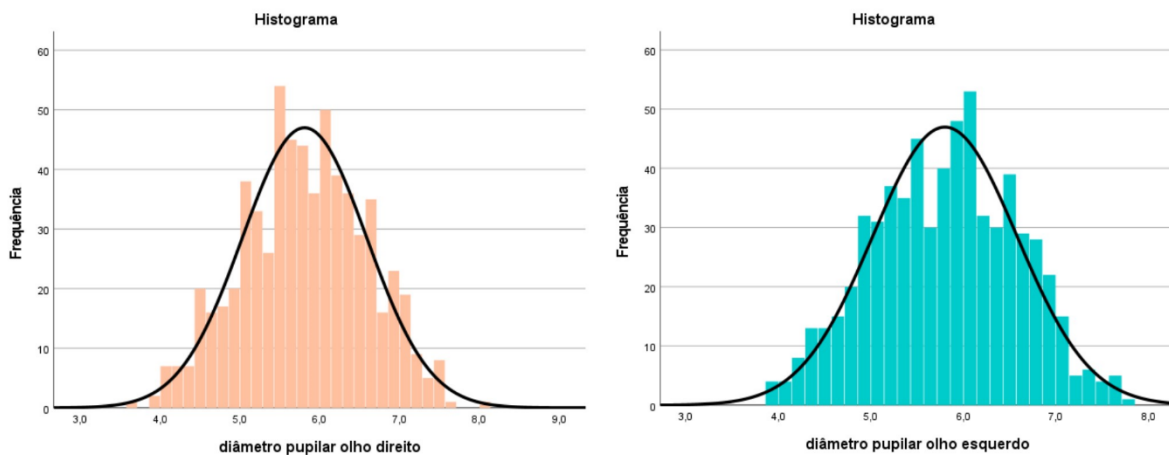


Figura 9: dispersão dos valores relativos ao diâmetro pupilar de OD e OE

No sentido de verificar se as diferenças entre o olho direito e o olho esquerdo são significativas do ponto de vista estatístico, foi aplicado o teste t de student emparelhado e o resultado revela que estas diferenças não são significativas ( $p\text{-value}=0,163$ ).

Como se verificou não existir diferenças entre os dois olhos, para o estudo dos parâmetros propostos, usaram-se os dados de apenas um olho, tendo sido trabalhado os resultados relativos ao olho direito.

#### 4.2.1. Diâmetro pupilar e variáveis sociodemográficas

Estudou-se a variação do tamanho pupilar em função das variáveis sociodemográficas sinalizadas, ou seja, em função do sexo e da idade. O avanço escolar está diretamente relacionado com a idade, por isso, devido ao relacionamento destes dois fatores a amostra foi dividida pelos ciclos de estudos de forma a facilitar a organização.

A tabela 5 resume a estatística descritiva deste parâmetro para a variável sexo e ciclo de estudos.

Tabela 5: Variáveis sociodemográficas e DP

Variáveis sociodemográficas		Tamanho do grupo	DP (Média e desvio padrão)	Amplitude de variação	
				Mínimo	Máximo
<b>Segundo sexo</b>	Masculino	349	5,8±0,8mm	3,7	7,6
	Feminino	295	5,9±0,8mm	4,03	8,00
<b>Segundo ciclo de estudo</b>	1ºciclo	234	5,59±0,72 mm	3,90	7,50
	2ºciclo	181	5,71±0,80mm	3,67	7,47
	3ºciclo	229	6,11±0,73 mm	4,03	8,00

Atendendo à variável sexo, comparou-se tamanho pupilar entre os participantes do sexo feminino e os participantes do sexo masculino. O gráfico da figura 10 mostra os valores médios do DP em cada um dos grupos.

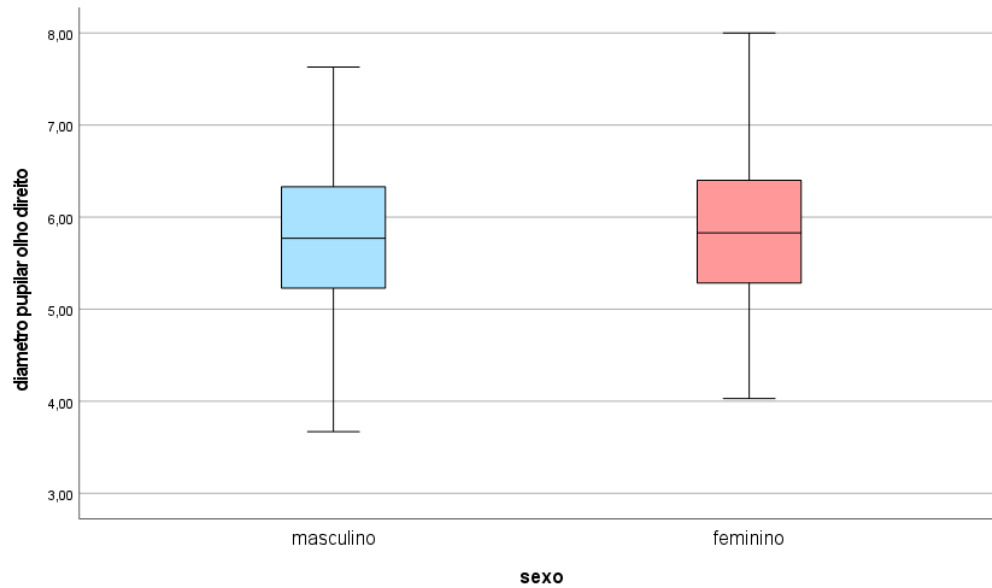


Figura 10: dispersão do DP em função do sexo

Na relação entre o diâmetro pupilar e o sexo, observou-se que o sexo masculino apresenta valores médios de diâmetro pupilar ligeiramente inferiores ao sexo feminino. A inferência estatística no estudo das diferenças entre sexos revela não existir evidência para se afirmar que existem diferenças entre os sexos ( $p\text{-value}=0,152$ ; teste t student para amostras independentes), pelo que pode concluir-se, que para a amostra em estudo, o diâmetro pupilar não difere significativamente entre o sexo masculino e o sexo feminino.

A figura 11 mostra graficamente a variação do valor médio do DP em cada ciclo de estudos e da sua observação regista-se um aumento do DP desde o 1º ciclo até ao 3º ciclo, com uma variação do valor médio do DP do 1º ciclo e do 2º ciclo ligeira, mas do 2º ciclo para o 3º ciclo observa-se um aumento mais significativo.

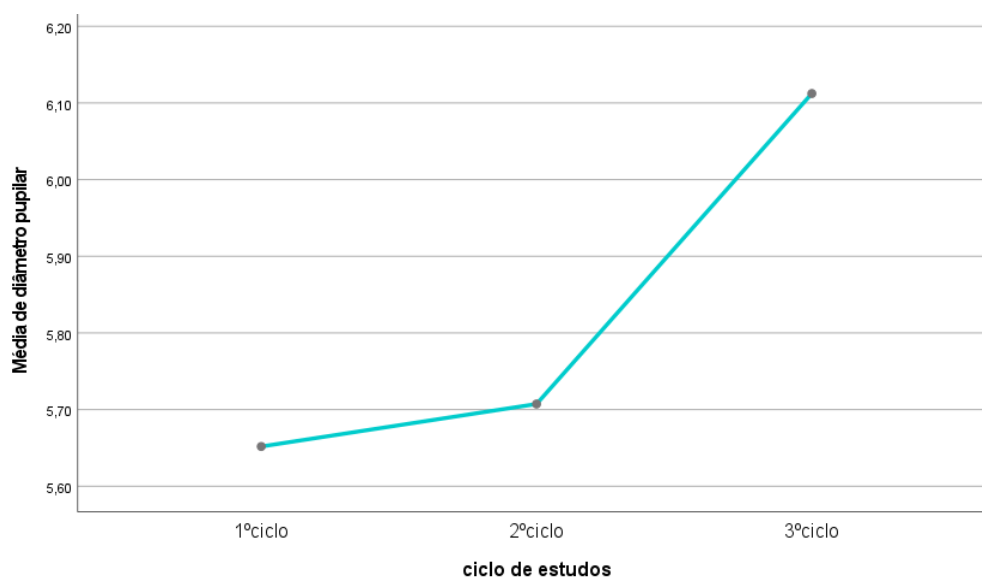


Figura 11: média do diâmetro pupilar em função do ciclo de estudo

Para se estudar as diferenças do DP entre os ciclos de estudo, e dado que este fator fragmenta a amostra em mais do que dois grupos, aplicou-se o teste estatístico One-Way ANOVA a um fator.

Os dados desta inferência estatística expressam-se na tabela 6 e 7, onde se pode constatar que existem diferença estatisticamente significativa ( $p\text{-value}<0,001$ ), para pelo menos um grupo. Realizando o teste de *Levéne*, verificamos que a amostra é homogênea (tabela 6). Para identificar que grupos diferem entre si, efetuaram-se testes *post hoc*, mas especificamente o teste de *Bonferroni*, como se pode observar na tabela 7. O resultado mostra que existe diferença significativa entre o 3º ciclo e os outros dois ciclo de estudo ( $p\text{-value}<0,001$ ) e não se regista diferença estatisticamente significativa entre o 1º ciclo e o 2º ciclo  $p\text{-value}=0,227$ ).

Conclui-se assim que existe evidência estatística para afirmar que para os dados em análise, o DP varia dos alunos do 3º ciclo de estudos é significativamente maior do que os alunos do 1º e do 2º ciclo de estudos

Tabela 6: testes estatísticos *Levéne* e ANOVA entre ciclos de estudo

Ciclo estudos	Tamanho do grupo	<i>Levéne</i> (p-value)	ANOVA (p-value)
1º	234		
2º	181	0,206	<0,001*
3º	229		

\*significativo ao nível 0,01

Tabela 7: teste de *Bonferroni* entre os ciclos de estudo

<i>Bonferroni</i> (p-value)		
1º - 2º ciclo: 0,227	1º - 3º ciclo: <0,001*	2º - 3º ciclo: <0,001*

\*significativo ao nível 0,01

#### 4.2.2. Diâmetro pupilar e variáveis clínicas

As variáveis clínicas avaliadas neste trabalho foram relativas ao uso de correção ótica e ao tipo de erro refrativo de cada participante.

A figura 12 permite visualizar a variação dos valores médios da DP em função do uso de compensação ótica. Como se pode observar, maiores DP podem ser observados nos sujeitos que usam compensação ótica.

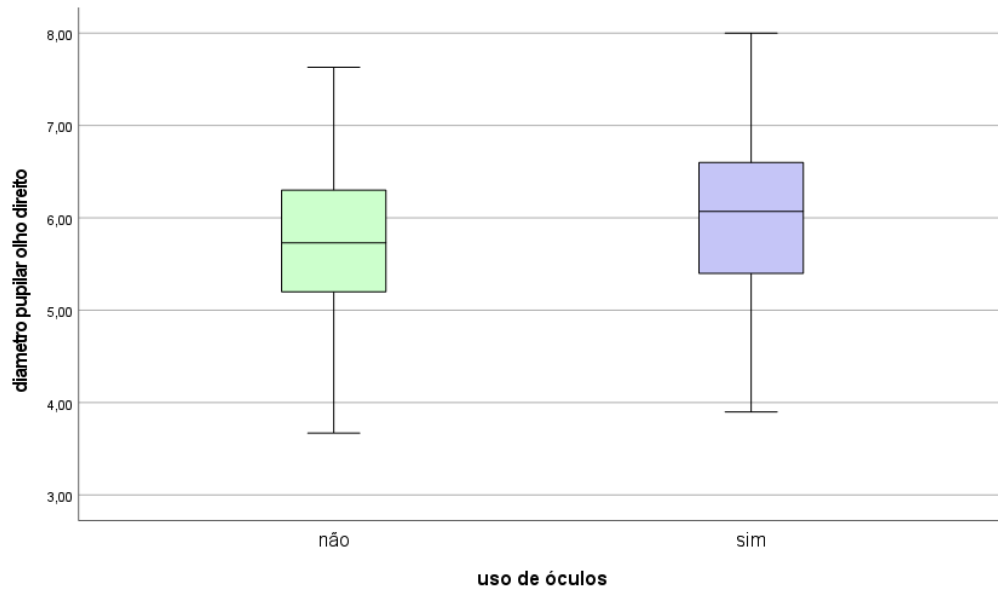


Figura 12 : dispersão do DP em função do uso de compensação ótica

Na análise da variação do DP em função da ametropia, e atendendo a que a percentagem de participantes com astigmatismo é baixa, excluímos os sujeitos com astigmatismo (a sua análise foi efetuada separadamente). A figura 13 permite visualizar a variação dos valores médios da DP em função do tipo de ametropia esférica e observa-se que os sujeitos míopes apresentam em média, valores superiores quando comparando com sujeitos emetropes e hipermetropes.

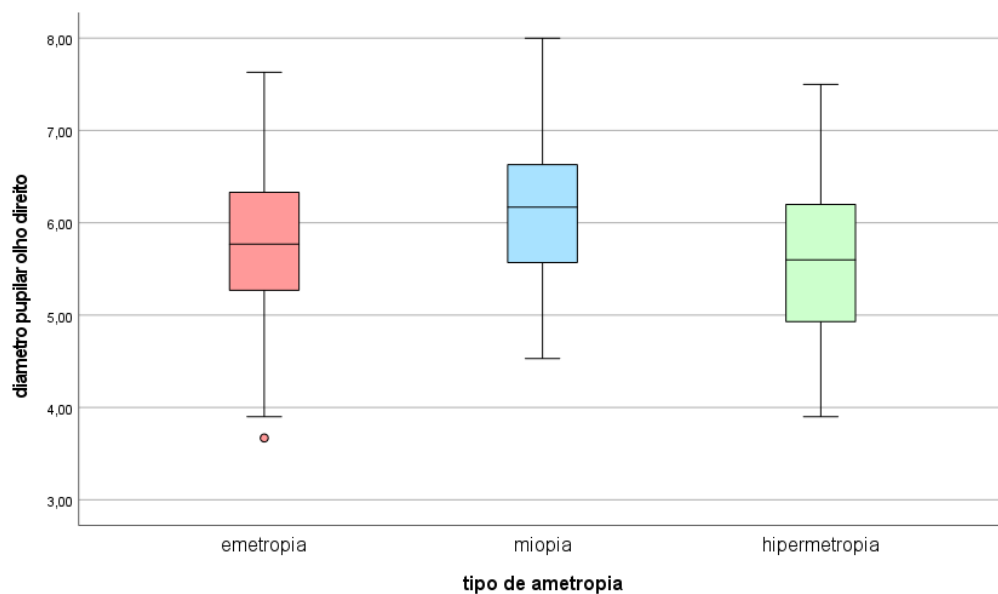


Figura 13: dispersão do DP em função do tipo de ametropia

Como se pode observar registaram-se DP maiores em participantes míopes e DP menores em participantes hipermetropes, ou seja, pupilas menores são encontradas em sujeitos com equivalente esférico mais positivo.

A tabela 8 resume os resultados da variação do DP segundo estas mesmas variáveis, apresentando o tamanho da amostra em cada fragmentação, o valor médio e respetivo desvio padrão para cada grupo e o valor da significância estatística (*p-value*) do estudo das diferenças para cada um dos fatores em análise.

Ao observar-se o DP segundo o uso da compensação, maiores DP foram registados em participantes que usam compensação e estas diferenças, podem se considerar significativas do ponto de vista estatístico. Utilizando o teste t student para amostras independentes verificou-se que existe uma diferença significativa entre os dois grupos (*p-value*=0,001), ou seja, sujeitos que usam compensação ótica apresentam um DP significativamente maior do que sujeitos que não usam. Estes dados na prática clínica não apresentam relevância clínica devido à diferença média de valores ser de 0,3 mm.

Tabela 8: DP segundo variáveis clínicas

		Tamanho do grupo	DP (Média e desvio padrão)	Homogeneidade Variâncias ( <i>p-value</i> )	Estudo diferenças <i>p-value</i>	
Variáveis clínicas	<b>Segundo o uso de Rx *</b>	Não usa	477	5,7±0,8 mm	0,181	0,001** (t student)
		Uso	167	6.0±0,8mm		
	<b>Segundo o tipo de ametropia</b>	Emetropia	458	5,8±0,8 mm	0,272	0,001** (ANOVA)
		Miopia	61	6,1±0,7mm		
		Hipermetropia	110	5,6±0,8 mm		

\* correção ótica

\*\*significativo ao nível 0,01

Para o estudo das diferenças segundo o tipo de ametropias, e atendendo ao facto de existirem três grupos de sujeitos, todos com dimensão superior a 30, aplicou-se o teste paramétrico One-Way ANOVA. O teste de *Levéne* mostra que existe homogeneidade de variâncias entre os grupos pelo que se prosseguiu com a análise do teste ANOVA, cujo resultado revelou existirem diferenças no diâmetro pupilar em pelo menos um grupo (*p-value*=0,001).

Para verificar que diferenças existem entre os vários grupos aplicaram-se testes *post-hoc*, inferindo-se o resultado pelo teste *Bonferroni*. A tabela 9 expressa os resultados das comparações múltiplas, pelo teste *Bonferroni*. Verificamos que existe diferenças significativas entre o grupo dos míopes e dos hipermetropes e entre emetropes e míopes.

Tabela 9: teste de *Bonferroni* entre ametropias esféricas

		<i>p-value</i>
<b>Comparações múltiplas</b>	Emetropia – Miopia	0,013**
	Emetropia – Hipermetropia	0,107
	Miopia - Hipermetropia	<0,001*

\*significativo ao nível 0,01

\*\*significativo ao nível 0,05

### *Astigmatismo*

Em relação ao astigmatismo a literatura refere que sujeitos com astigmatismo direto têm maiores DP, em relação a sujeitos com astigmatismo oblíquo e astigmatismo inverso. (7)

Para observar a variação do DP em sujeitos com astigmatismo na amostra em estudo selecionaram-se os sujeitos astigmatas, dos quais 29 com astigmatismo direto e 9 com astigmatismo oblíquo. Não houve registo de sujeitos com astigmatismo inverso. A tabela 10 reúne os valores médios de DP segundo o tipo de astigmatismo encontrados na amostra do presente estudo.

Tabela 10: DP segundo o tipo de astigmatismo

	<b>Tamanho do grupo</b>	<b>DP (Média e desvio padrão)</b>	
<b>Tipo de astigmatismo</b>	Direto	29	6,0±0,8 mm
	Oblíquo	9	5,7±1,0 mm

Na análise da variação do DP em função do tipo de astigmatismo, observa-se que os sujeitos com astigmatismo direto apresentam em média valores superiores aos sujeitos com astigmatismo oblíquo. A figura 14 permite visualizar a variação dos valores médios da DP em função do tipo de astigmatismo.

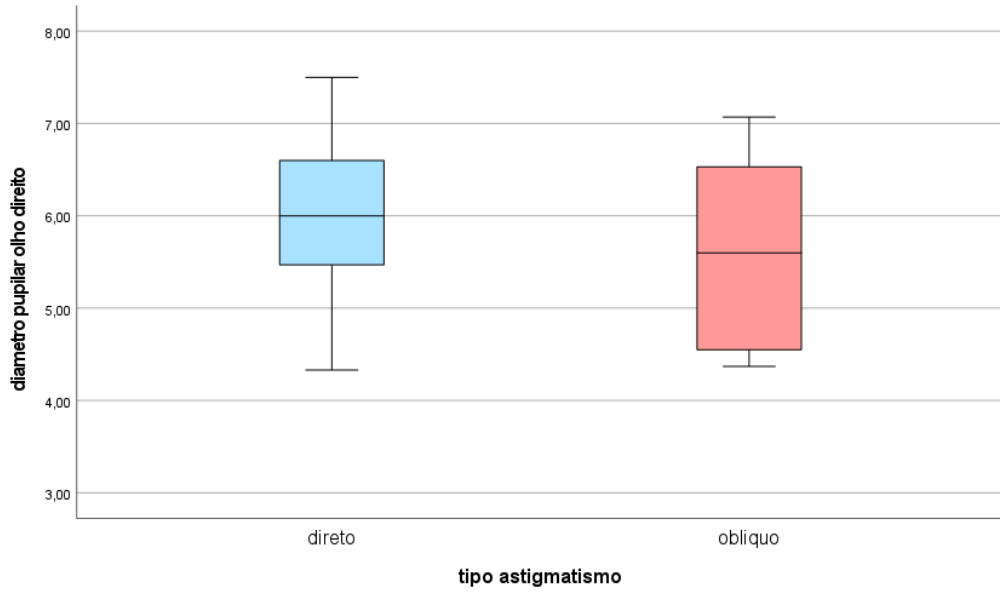


Figura 14: dispersão do DP em função do tipo de astigmatismo

Utilizando um teste não paramétrico para amostras independentes, o teste de *Kruskal-Wallis*, verificou-se que não existe uma diferença significativa entre os dois grupos de astigmatismo, no que concerne ao diâmetro pupilar ( $p\text{-value}=0,465$ ).

### 4.3 Anisocoria

Da amostra total (644 sujeitos) verificou-se que 37 não apresentavam nenhuma diferença de DP entre os olhos, ou seja 607 apresentavam alguma diferença de DP interocular.

O valor médio de anisocoria na amostra estudada foi de  $0,2 \pm 0,17$  mm. O valor mínimo encontrado foi de 0,03 mm e o máximo foi de 0,90 mm. A figura 15 ilustra a dispersão destes valores.

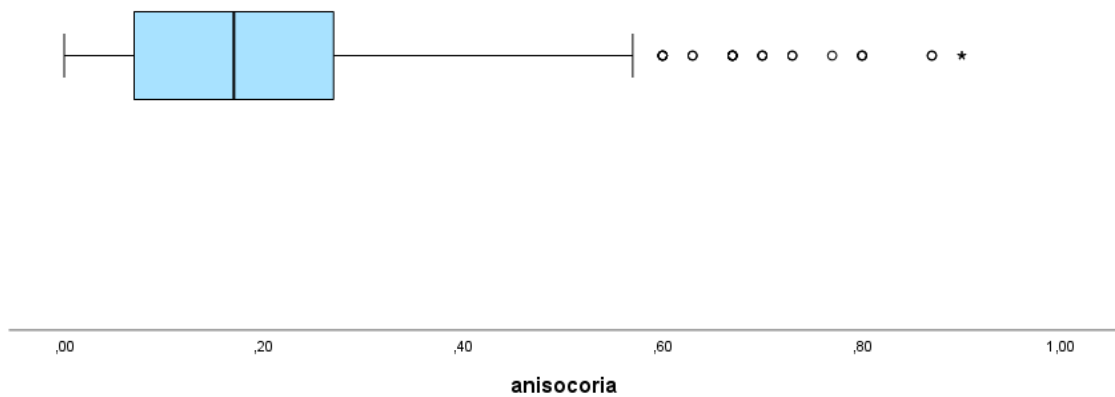


Figura 15: dispersão da anisocoria na amostra estudada

Para estudar a variação da anisocoria na amostra em análise, recorreu-se à aplicação de pontos de corte, semelhantes aos descritos na literatura. Fragmentou-se a amostra em 2 grupos com as seguintes características:

1. Sujeitos com anisocoria fisiológica: valores de anisocoria entre 0 e 1,0mm
2. Sujeitos com anisocoria patológica: valores de anisocoria  $\geq 1,0$ mm.

A tabela 11 apresenta frequência de ocorrência de cada caso, segundo os pontos de cortes mencionados.

Tabela 11: frequência de participantes segundo os diferentes pontos de corte da anisocoria

<b>Ponto de corte</b>	<b>Participantes</b>
<b>anisocoria <math>\leq 0,4</math>mm</b>	581 (90,22%)
<b>0,4 &lt; anisocoria &lt; 1,0mm</b>	80 (12,42%)
<b>anisocoria <math>\geq 1,0</math>mm</b>	0 (0%)

Verificou-se que a grande maioria dos participantes (90,22%) apresentaram uma anisocoria  $\leq 0,4$ mm, quando uma pequena percentagem (12,42%) apresentaram uma anisocoria  $> 0,4$ mm. Não foram detetados participantes com anisocoria  $\geq 1,0$ mm. Segundo *Matta & Silbert (37)* este valor é considerado um valor de suspeita de anisocoria patológica. Como não foi detetado nenhum valor de anisocoria  $\geq 1,0$ mm nenhum dos participantes apresenta uma suspeita de anisocoria patológica, ou seja, todos os participantes do estudo que apresentam anisocoria, apresentam uma anisocoria considerada fisiológica.

#### **4.3.1 Anisocoria e variáveis sociodemográficas**

Estudou-se a variação da anisocoria em função das variáveis sociodemográficas indicadas, ou seja, em função do sexo e ciclo de estudos (que indiretamente também informa sobre a idade).

Quanto à variável sexo, comparou-se a anisocorias entre os participantes do sexo feminino e os participantes do sexo masculino. O gráfico da figura 16 mostra os valores médios da anisocoria entre estes dois grupos

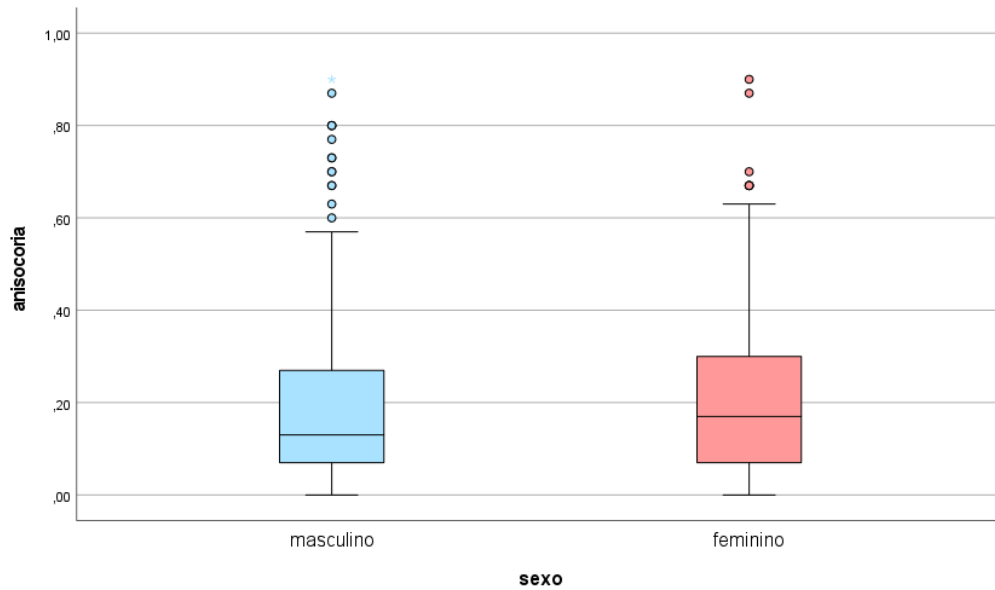


Figura 16: dispersão da anisocoria em cada um dos sexos

Ao observar-se a relação entre a anisocoria e o sexo, observou-se que o sexo feminino apresenta valores médios de anisocoria ligeiramente superiores ao sexo masculino. A inferência estatística no estudo das diferenças entre sexo revela não existir evidência para se afirmar que existem diferenças entre os sexos ( $p\text{-value}=0,112$ ; teste t student para amostras independentes), pelo que pode concluir-se, que para a amostra em estudo, a anisocoria não difere significativamente entre meninos e meninas.

O avanço escolar está diretamente relacionado com a idade, por isso, devido ao relacionamento destes dois fatores a amostra foi fragmentada em ciclo de estudos.

A figura 17 mostra graficamente a variação da anisocoria em cada um dos ciclos de estudos. Numa primeira observação verificamos um aumento da anisocoria com o aumento do ciclo de estudo, verificando-se um maior aumento entre o 1º ciclo e o 2º ciclo.

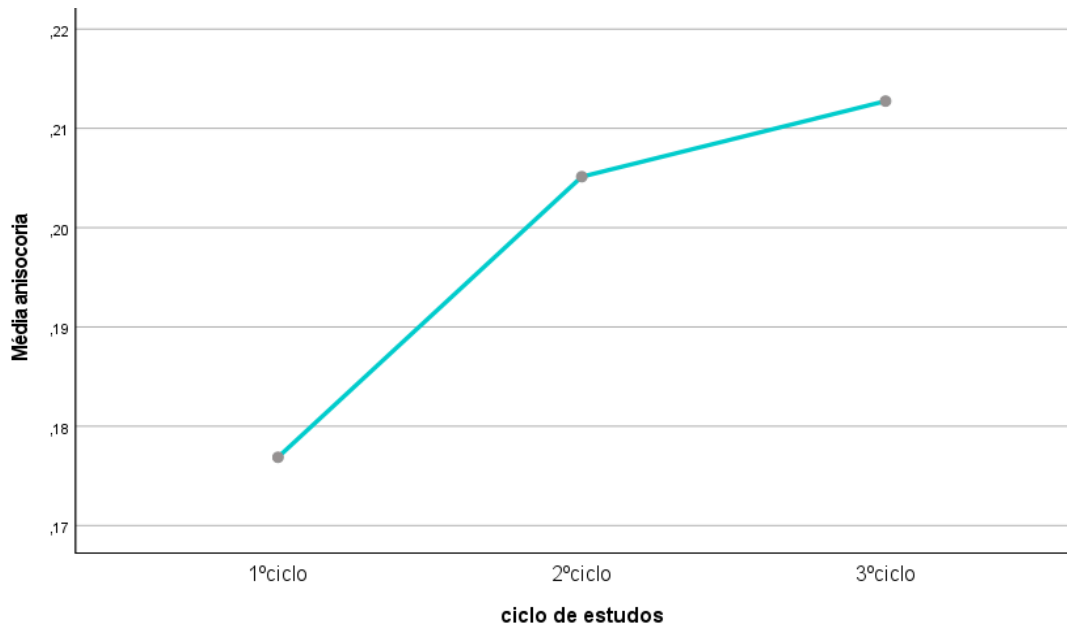


Figura 17: médias da anisocoria em função do ciclo de estudo

Para se estudar as diferenças da anisocoria entre os ciclos de estudo, e dado que este fator fragmenta a amostra em mais do que dois grupos, aplicou-se o teste estatístico One-Way ANOVA a um fator. O teste de *Levéne* mostra que existe homogeneidade de variância entre os grupos pelo que se prosseguiu com uma análise do teste ANOVA. Os dados desta inferência estatística expressam-se na tabela 12 e verifica-se que não existem diferença estatisticamente significativa entre os ciclos de estudo ( $p\text{-value}=0,053$ ).

Tabela 12: testes estatísticos *Levéne* e ANOVA entre ciclos de estudo

Ciclo estudos	Tamanho do grupo	<i>Levéne</i> ( $p\text{-value}$ )	ANOVA ( $p\text{-value}$ )
1º	234		
2º	181	0,118	0,053
3º	229		

Conclui-se assim que não existe evidência estatística para afirmar que para os dados em análise, a anisocoria varia conforme o ciclo de estudo, ou com a idade.

Dado que o valor de  $p\text{-value}$  da análise anterior é próximo, remete-nos para um valor próximo do definido como ponto de corte na análise ( $p<0,05$ ), e dado que um dos fatores em análise seria observar se a anisocoria tem alguma relação com a idade, efetuou-se ainda uma correlação linear entre o valor da anisocoria e a idade. Dada a grande dimensão da amostra, aplicou-se o teste de correlação de *Person*. O resultado revela que a correlação de *Person* é de 0,091, sendo uma

correlação positiva, mas baixa. É estatisticamente significativa sendo a correlação é significativa no nível de 0,05.

A tabela 13 resume os resultados da variação da anisocoria segundo estas mesmas variáveis, apresentando o tamanho da amostra, o valor médio e respetivo desvio padrão para cada grupo e o valor mínimo e máximo de cada um dos fatores em análise.

Tabela 13: anisocoria segundo variáveis sociodemográficas

Variáveis sociodemográficas		Tamanho do grupo	Média e desvio padrão	Amplitude de variação	
				Mínimo	Máximo
<b>Segundo sexo</b>	Masculino	349	0,19±0,18mm	0,00	0,90
	Feminino	295	0,21 ±0,17mm	0,00	0,90
<b>Segundo ciclo de estudo</b>	1ºciclo	234	0,18±0,15 mm	0,00	0,90
	2ºciclo	181	0,21±0,17mm	0,00	0,87
	3ºciclo	229	0,21±0,18mm	0,00	0,90

#### 4.3.2 Anisocoria e variáveis clínicas

Analisou-se a variação da anisocoria segundo as variáveis clínicas em estudo, ou seja, segundo o uso de correção ótica e segundo o tipo de erro refrativo.

Quanto à variável do uso de correção, comparou-se a anisocorias entre os participantes que usavam correção ótica. O gráfico da figura 18 mostra os valores médios da anisocoria entre estes dois grupos.

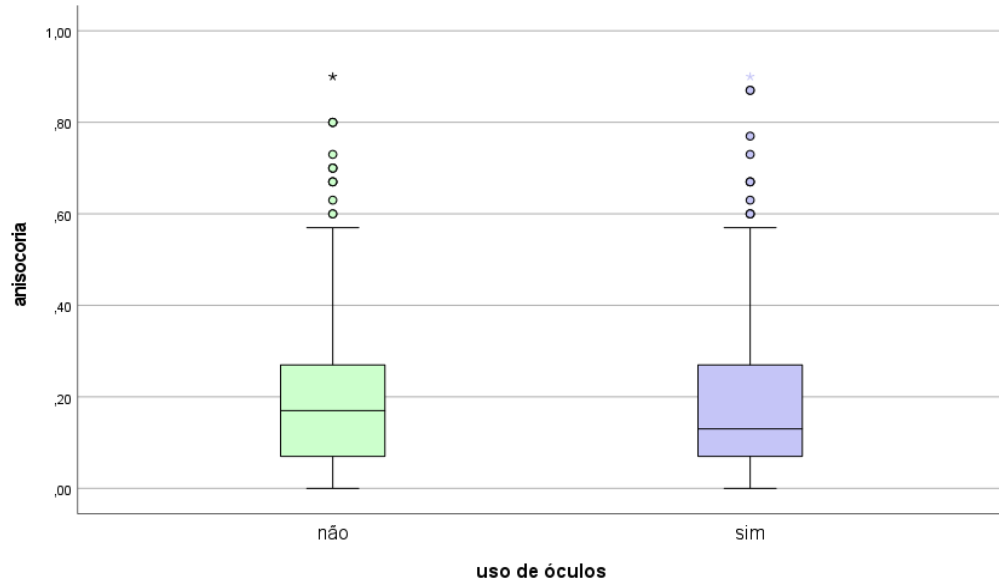


Figura 18: dispersão da anisocoria segundo o uso de compensação

Ao observar-se a anisocoria segundo o uso da compensação, valores maiores foram registados em participantes que não usam compensação. Utilizando teste t student para amostras independentes verificou-se que não existe uma diferença significativa entre os dois grupos ( $p\text{-value}=0,136$ ), ou seja, o uso de compensação ótica não apresenta ser um fator significativo na anisocoria.

Na análise dos valores de anisocoria em função da ametropia esférica, observa-se que os sujeitos míopes apresentam em valores superiores de anisocoria quando comparando com aos sujeitos emetropes e hipermetropes. A figura 19 permite visualizar a variação dos valores médios da DP em função do tipo de ametropia esférica.

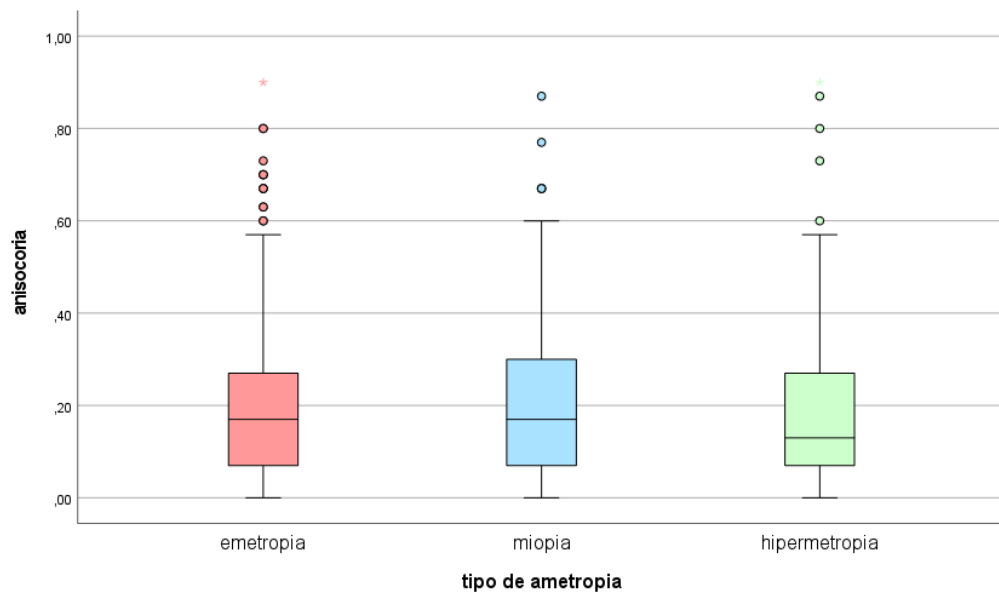


Figura 19: dispersão da anisocoria segundo o tipo de ametropia esférica

Como se pode observar registaram-se valores de anisocoria maiores em participantes míopes e valores de anisocoria menores em participantes emetropes, ou seja, menores diferenças interpupilar são encontradas em sujeitos com equivalente esférico nulo (valor entre -1,00D e 1,00D).

Para o estudo das diferenças segundo o tipo de ametropias, e atendendo ao facto de existirem três grupos de sujeitos, todos com dimensão superior a 30, aplicou-se o teste paramétrico One-Way ANOVA. Como se pode observar na tabela 14, o teste de *Levéne* mostra que existe homogeneidade de variâncias entre os grupos pelo que se prosseguiu com a análise do teste ANOVA, cujo resultado revelou não existirem diferenças na anisocoria em pelo menos um grupo ( $p=0,511$ ).

A tabela 14 resume os resultados da variação da anisocoria segundo estas mesmas variáveis, apresentando o tamanho da amostra em cada fragmentação, o valor médio e respetivo desvio padrão para cada grupo e o valor mínimo e máximo de cada um dos fatores em análise. Como a percentagem de participantes com astigmatismo é baixa a sua análise foi efetuada separadamente.

Tabela 14: anisocoria segundo as variáveis clínicas

		Tamanho do grupo	Média e desvio padrão	Homogeneidade Variâncias ( <i>p-value</i> )	Estudo diferenças ( <i>p-value</i> )	
Variáveis clínicas	<b>Segundo o uso de Rx</b>	Não usa	477	0,20±0,16mm	0,538	0,136 (t student)
		Uso	167	0,15±0,19mm		
	<b>Segundo o tipo de ametropia</b>	Emetropia	458	0,19±0,16mm	0,005	0,511 (ANOVA)
		Miopia	61	0,27±0,21mm		
		Hipermetropia	110	0,20±0,19mm		

### *Astigmatismo*

Na literatura não se verificou nenhum estudo onde fosse aferido os resultados de anisocoria em pacientes astigmatas. Para avaliar esta relação seleccionou-se na amostra todos os sujeitos astigmatas, dos quais 29 com astigmatismo direto e 9 com astigmatismo oblíquo. A tabela 15 reúne os valores médios de anisocoria segundo o tipo de astigmatismo.

Tabela 15: anisocoria segundo o tipo de astigmatismo

Tipo de astigmatismo	Tamanho do grupo		Média e desvio padrão
	Astig. Direto	29	0,21±0,20 mm
Astig. oblíquo	9	0,24±0,17 mm	

Na análise da variação da anisocoria em função do tipo de astigmatismo, observa-se que os sujeitos com astigmatismo oblíquo apresentam em média valores superiores aos sujeitos com astigmatismo direto. A figura 20 permite visualizar a variação dos valores médios da anisocoria em função do tipo de astigmatismo.

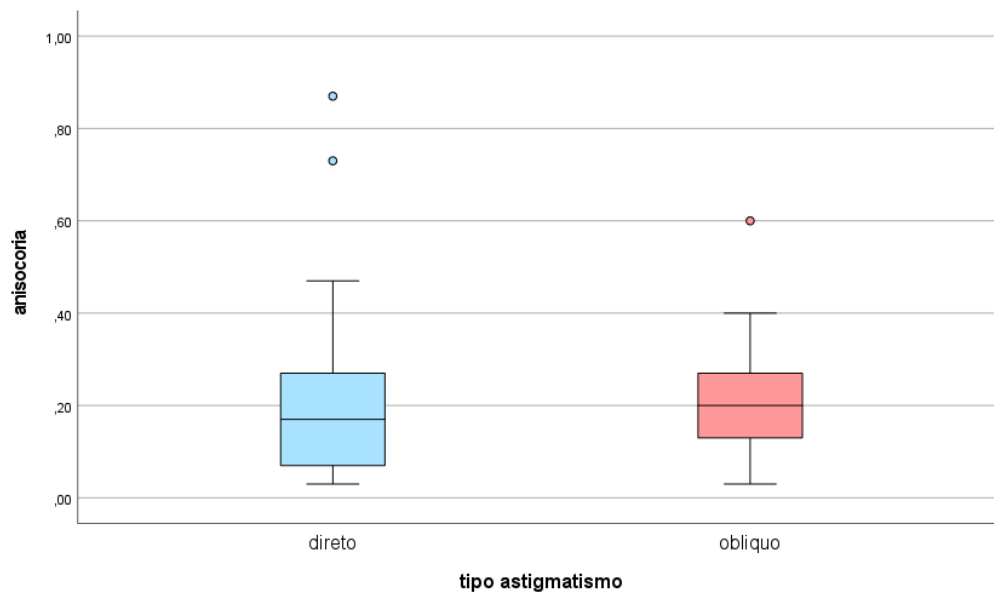


Figura 20: dispersão de anisocoria segundo o tipo de astigmatismo

Utilizando teste não paramétrico para amostras independentes, teste de *Kruskal-Wallis*, verificou-se que não existe uma diferença significativa entre os dois grupos de astigmatismo ( $p$ -value=0,588).

## Capítulo 5

### Discussão

Este estudo contou com uma amostra total de 644 participantes, 349 (54,19%) do sexo masculino e 295 (45,81%) do sexo feminino com idades compreendidas entre os 5 e os 16 anos. Mostrou não existir diferenças significativa entre o DP do OD e do OE e por isso para toda a exploração efetuada ao diâmetro pupilar, foram considerados os dados relativos a um só olho, tendo sido escolhido para tal o olho direito.

A variação do diâmetro pupilar não mostrou existirem diferenças significativas entre o sexo masculino e o sexo feminino, mas encontraram-se diferenças estatisticamente significativas no valor do DP segundo os diferentes ciclos de estudo. Verificou-se que o valor médio do DP aumenta com o aumento do ciclo de estudo, ou seja, os alunos do 3º ciclo de estudos tem um DP significativamente maior do que os alunos do 1º e do 2º ciclo. No que diz respeito à compensação ótica verificou-se que sujeitos que usam compensação ótica apresentam maiores DP. Encontrou-se que em relação à ametropia esférica, sujeitos míopes apresentam em média DP maiores e que sujeitos hipermetropes apresentam em média DP menores. Quanto ao astigmatismo, verificou-se que não existe uma diferença significativa entre os sujeitos com astigmatismo direto e com astigmatismo oblíquo.

Quando à anisocoria dos 644 participantes, 581 apresentaram uma anisocoria  $\leq 0,4$ mm, 80 apresentaram uma  $0,4 < \text{anisocoria} < 1,0$ mm e não se verificou nenhum caso de anisocoria  $\geq 1,0$ mm que seria considerado um valor de suspeita de anisocoria patológica. Quando às variáveis estudadas, sexo, ciclo de estudo, uso de correção ótica, ametropia esférica e astigmatismo não se registaram diferenças significativas que permitam estabelecer alguma associação entre a anisocoria e qualquer um destes fatores.

No que toca à lateralidade (olho direito e olho esquerdo), os valores médios do diâmetro pupilar recolhidos (OD:  $5,8 \pm 0,8$ mm; OE:  $5,8 \pm 0,8$ mm), quando comparando com os valores encontrados na literatura obtidos em condições de iluminação idênticas (OD:  $5,49 \pm 1,15$  mm; OE:  $5,50 \pm 1,11$  mm), (2) verifica-se que apesar da dispersão dos dados do presente estudo apresentarem valores de tendência central menor, as diferenças são muito pequenas.

Quando aos valores normativos da pupila em relação ao astigmatismo, no estudo de *Cakmak*, (7) os astigmatismos diretos apresentaram valores de DP mais altos que os resultados do presente estudo e astigmatismos oblíquo apresentaram valores semelhantes ao presente estudo. Saliente-se, contudo, que a amostra de sujeitos com astigmatismo no presente trabalho é pequena, quando comparada com o estudo analisado.

A informação científica disponível que relaciona o diâmetro pupilar e o sexo, não é clara. Estudos mais antigos referem a existência de pupilas maiores em sujeitos do sexo feminino, mas *Jones* apoiando-se nesses estudos conduziu um trabalho onde verificou que os seus resultados não suportam essa teoria. (20) Outros estudos também chegaram a conclusões idênticas, concluindo que o sexo não influencia o diâmetro pupilar (1,3,11) Um estudo que usa uma metodologia semelhante à usada no presente trabalho, também vai de encontro com as descobertas anteriores, referindo que não encontraram evidências de que a variação no tamanho pupilar esteja associada ao sexo. (22) Os resultados da presente pesquisa também não mostraram existirem diferenças significativas entre os diâmetro pupilar das meninas e o diâmetro pupilar dos meninos, o que vai ao encontro dos achados dos estudos mencionados anteriormente.

Não foram encontrados estudos que relacionassem o ciclo de estudo com o diâmetro pupilar, mas vários estudos relacionam a idade com o diâmetro pupilar. Como o avanço escolar (ciclo de estudo) está diretamente relacionado com a idade, comparam-se as descobertas deste trabalho com os estudos sobre o diâmetro pupilar e a idade. Outros estudos sobre a variação do tamanho pupilar e a idade, que usam nos seus estudos faixas etárias mais amplas, desde crianças a idosos, concluíram que o diâmetro pupilar diminui com a idade, o que justifica o fator conhecido como miose senil. (3,11,18) O estudo de *MacLachlan*, que utiliza sujeitos com idades mais novas, tendo trabalhado com uma faixa etária semelhante à do presente estudo, verificou que o diâmetro pupilar aumenta com a idade. (1) No presente estudo verificou-se que a variação do valor médio do DP aumenta desde o 1º ciclo até ao 3º ciclo, o que vai de acordo com o estudo de *MacLachlan*.

Quando se fala de uso de correção ótica, *Orr* no seu estudo, com uma amostra dos três grupos refrativos verificou que os três grupos apresentavam diâmetros pupilares semelhantes quer estivessem corrigidos ou não. (19) O estudo de *Orr* não vai de encontro com a descoberta do presente trabalho, os dados do presente trabalho não permitem verificar se o uso da correção ótica influencia no DP, mas verificou-se que os participantes que usam correção ótica tendem a apresentar DPs maiores do que os sujeitos que não usam. Isto leva a considerarmos que o uso de correção ótica não influencia neste parametro, estes achados podem sugerir que a ametropia tem influencia.

Analisando o erro retrativo esférico não existe consenso na literatura, estudos mais antigos defendem que não existe relação entre o DP e o erro refrativo (3,20,21) mas estudos mais recentes apontam para o contrario, que o DP depende do erro refrativo, (7,18) estando em sintonia com os resultados do presente estudo.

Os estudos que reportaram que o DP depende do erro refrativo, também verificaram que a variação do DP é inversamente proporcional à variação do equivalente esférico do erro refrativo. (7,18) *Guillon* conclui que os sujeitos míopes apresentavam DP maiores que os restantes, contudo a amostra de míopes utilizada era bastante maior relativamente aos grupos de emetropes e de hipermetropes. (18) No entanto os resultados daquele investigador estão alinhados com os

resultados obtidos no presente estudo. Tanto no estudo de *Jones* (20) como no de *Monroe* (21), os resultados foram recolhidos em ambientes onde não foi controlado a convergência e a acomodação levando a que os autores tirassem conclusões mais conservadoras, contando que os seus resultados estão contaminados por aqueles e outros vieses. No estudo de *Jones* (20) o facto de a amostra ser pequena e apenas terem utilizados míopes de baixa magnitude, com o valor refrativo mais perto da emetropia, considera-se uma forte limitação no estudo, pelo que os resultados reportados não permitem tirar conclusões sobre o diâmetro pupilar na população miópica devido ao facto de apenas terem sido observados pacientes com miopias fisiológicas, deixando por apurar o que aconteceria numa população com miopias mais elevadas. No estudo de *Winn* os sujeitos hipermetropes, apresentavam em média, mais 10 anos, quando comparado com os sujeitos emetropes e hipermetropes pelo que poderá levar a resultados dúbios devido ao efeito da acomodação ser diferente entre os grupos.

*Cakmak* também reportou que sujeitos com astigmatismo direto apresentam maiores DP quando comparando com sujeitos com astigmatismo oblíquo ou inverso, (7) estando de acordo com as descobertas do presente estudo, sujeitos com astigmatismo direto apresentaram DP superiores aos sujeitos com astigmatismo oblíquo, mas esta não é uma diferença estatisticamente significativa.

Estudos de prevalência de anisocoria são raros e os poucos que se encontram apresentam pontos de corte para a sinalização da condição, que nem sempre são os mesmos, ou seja, a literatura não apresenta uniformidade quanto aos critérios de identificação da anisocoria, tornando difícil identificar os valores normativos e por consequente os valores que separam a anisocoria fisiológica da anisocoria patológica.

Quando analisamos os valores da anisocoria em função dos fatores que foram controlados, ou seja, analisados, sexo, idade, ciclo de estudo, uso de correção ótica e erro refrativo, verificamos que a anisocoria não apresenta associação com nenhum destes fatores. Também não se encontraram estudos sobre estas associações na literatura. A maioria da literatura científica que aborda a anisocoria, faz uma análise dos valores da anisocoria em diferentes condições de iluminação, explorando potenciais alterações. O desenho metodológico do presente estudo não permitiu a inclusão deste critério para análise, já que todos os dados registados foram adquiridos nas mesmas condições de iluminação, ou seja, com iluminação atenuada que corresponde a uma iluminação mesópica. Observando os valores normativos de dois estudos relacionados, em diferentes condições de iluminação verifica-se que valores de anisocoria variam com a iluminação, observando-se valores de anisocoria maiores em ambientes de baixa luz ou condições escotópicas. (2,16) *Falardeau* verificou que para as condições de iluminação do mesmo nível em que o presente estudo foi realizado, as causas mais comuns de anisocoria são a síndrome de *Horner* e a anisocoria fisiológica. (27) Estas duas condições são facilmente confundidas, o que as difere é a reação pupilar à luz. A síndrome de *Horner* faz com que a pupila dilate muito mais lentamente do que numa pupila normal (produz uma anisocoria maior 4 a 5 segundos após a exposição a pouca iluminação e ligeiramente menor quando medido novamente em 15 segundos).

O presente estudo, não se avaliou a anisocoria com diferentes condições de iluminação, não sendo possível avaliar como a anisocoria se comporta nas diferentes condições de iluminação, não sendo possível verificar se dentro das anisocorias fisiológicas encontradas se alguma seria síndrome de *Horner*.

*Silbert*, numa amostra de 1306 crianças, com idades compreendidas entre o 1 ano e os 17 anos, verificou que 19,1% da sua amostra apresentou uma anisocoria  $>0,4\text{mm}$  e 2,3% apresentavam uma anisocoria de  $\geq 1,0\text{mm}$ . (22) No presente estudo para os mesmos pontos de corte encontrou-se uma maior percentagem de sujeitos com anisocoria  $>0,4\text{mm}$  (12,42%), e para uma anisocoria de  $\geq 1,0\text{mm}$  não foram detetados qualquer caso. A ausência de dados de anisocoria  $\geq 1,0\text{mm}$  era espetável, uma vez que a amostra em estudo apenas incluir crianças saudáveis.

Valores de anisocoria maiores foram encontrados em participantes míopes e valores de anisocoria menores em participantes emetropes. No entanto, do ponto de vista estatístico, não se encontraram diferenças significativas na anisocoria entre os grupos refrativos (miopia, emetropia e hipermetropia).

## Capítulo 6

### Considerações finais

#### 6.1 Conclusão

Este trabalho teve como objetivo primário analisar o padrão de variação do diâmetro pupilar segundo diversos fatores não modificáveis tais como a idade, sexo, uso de correção ótica e tipo de erro refrativo, em crianças em idades escolares, envolvendo numa faixa etária dos 5 aos 16 anos e como objetivo secundário pretendeu-se estimar a frequência de anisocoria segundo os mesmos fatores do objetivo primário. Após o tratamento de dados e análise de resultados foi possível estimar os valores de diâmetro pupilar e anisocoria segundo diversos fatores permitindo observar que fatores aparentam influenciar o diâmetro pupilar e a anisocoria.

O valor médio de diâmetro pupilar, foi de  $5,8 \pm 0,8$  mm para o olho direito e também  $5,8 \pm 0,8$  mm para o olho esquerdo. A distribuição dos valores do diâmetro pupilar de ambos os olhos, na amostra estudada, revela medidas de tendência central igual para ambos os olhos e a inferência estatística comprova não existirem diferenças significativas. Este dado facilitou o estudo, pois foi possível trabalhar com os dados relativos a um só olho, para conseguir as conclusões pretendidas.

Os resultados deste trabalho mostraram que o diâmetro pupilar aumenta com o aumento do ciclo de estudos, fator este que está fortemente relacionado à idade e por isso indiretamente pode-se inferir que durante o percurso escolar do ensino básico, a idade é um fator que influencia o diâmetro pupilar. Os dados do presente trabalho também permitiram verificar que os usuários de correção ótica também apresentaram um diâmetro pupilar maior do que os que não usam, pelo que se inferiu que a presença de uma ametropia poderá influenciar na variação do diâmetro pupilar. Quando analisando a ametropia, diâmetros pupilares maiores foram encontrados em míopes e menores em hipermetropes, e estas diferenças foram consideradas significativas do ponto de vista estatístico

Na anisocoria encontrou-se uma taxa na ordem dos 12,5% de crianças com anisocoria entre os 0,4 e 1 mm. Para anisocoria superior a 1 mm, e com maior probabilidade de ser uma anisocoria patológica, não se registou caso nenhum, ou seja, dados os casos de anisocoria que se observaram podem ser considerados de anisocoria fisiológica. Os resultados na anisocoria nenhum dos fatores em análise mostrou associação com a anisocoria.

É de notar que o trabalho foi executado e concluído com sucesso, onde os objetivos propostos foram atingidos. Os resultados deste estudo foram divulgados na forma de comunicação oral,

aceite e aprovado pelo comitê científico do 2º congresso Internacional de Intervenção em Saúde e Bem-estar (Anexo II)

## 6.2 Limitações

Esta dissertação representa um estudo bastante objetivo pelo que no geral apresentou um balanço positivo, no entanto, como acontece em todos os trabalhos científicos existe algumas limitações a relatar.

Na literatura a grande maioria dos estudos nesta temática, assenta em estudos populacionais numa faixa etária com idades superiores ao da amostra usada na presente pesquisa, tornando difícil a comparação de valores de diâmetros pupilares e de anisocoria. Uma vez que a grande maioria dos estudos disponíveis, apresentava uma faixa etária já com idades avançadas, onde a miose senil já está presente, é frequente observar-se que o DP tende a diminuir com a idade, mas esta conclusão deve ser tida em conta em populações geriátricas.

Outro tipo de limitação foi o tipo de aparelho utilizado para recolher os dados, o Plusoptix – modelo - A09, que apenas permite as medições em condições mesópicas. Na literatura alguns estudos comparam a variação do diâmetro pupilar em diferentes condições de iluminação e esta situação não foi possível de avaliar neste estudo. Também na anisocoria, a maioria da literatura compara os valores de anisocoria em diferentes condições de iluminação, coisa que não foi possível fazer no presente estudo.

Na literatura, a informação sobre a anisocoria não aponta para um consenso sobre os pontos de corte para a sua classificação, sendo que cada autor define os seus pontos de corte, dificultando a comparação entre estudos. Sendo que no presente estudo utilizaram-se os pontos de corte definidos por um outro autor, que utilizou o mesmo aparelho no seu trabalho e o ponto de corte para sinalização de potencial anisocoria patologia sugerido por *Matta & Silbert*. (37)

Segundo *William* é recomendado a avaliação dos mesmos parâmetros da anisocoria em condições de iluminação diferente, com o intuito de verificar se a anisocoria varia com a luz, (10) o mesmo não foi realizado no presente estudo sendo apontado como um aspeto limitador na avaliação da variação da anisocoria.

## 6.3 Estudos futuros

Em trabalhos futuros seria importante a análise dos diâmetros pupilares em outras condições de iluminação, para averiguar se os fatores analisados (sexo, ciclo de estudos, uso de correção ótica e erro refrativo) influenciam a variação do diâmetro pupilar em diferentes iluminações. Esta melhoria no protocolo de trabalho permitiria obter informação mais assertiva sobre a anisocoria.

Futuramente seria interessante analisar como se comporta o diâmetro pupilar não só em função do tipo de erro refrativo, mas também em função da magnitude do equivalente esférico. Verificar se dentro de cada ametropia, conforme a sua magnitude existe aumento do diâmetro pupilar ou não.



## Bibliografia

1. MacLachlan C, Howland HC. Normal values and standard deviations for pupil diameter and interpupillary distance in subjects aged 1 month to 19 years. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2002;22(3):175–82.
2. Schröder S, Chashchina E, Janunts E, Cayless A, Langenbacher A. Reproducibility and normal values of static pupil diameters. *Eur J Ophthalmol.* 2018;28(2):150–6.
3. Winn B, Whitaker D, Elliott DB, Phillips NJ. Factors affecting light-adapted pupil size in normal human subjects. *Investig Ophthalmol Vis Sci.* 1994;35(3):1132–7.
4. Watson AB, Yellott JI. A unified formula for light-adapted pupil size. *J Vis.* 2012;12(10):1–16.
5. Phillips NJ, Winn B, Gilmartin B. Absence of pupil response to blur-driven accommodation. *Vision Res.* 1992;32(9):1775–9.
6. Fletcher R. *Ocular Anatomy and Physiology*. 1.<sup>a</sup> ed. Norway: Publications, Oxford ; Boston :Blackwell Scientific; 1993.
7. Cakmak HB, Cagil N, Simavli H, Duzen B, Simsek S. Refractive error may influence mesopic pupil size. *Curr Eye Res.* 2010;35(2):130–6.
8. Woodhouse JM. The effect of pupil size on grating detection at various contrast levels. *Vision Res.* 1975;15(6):645–8.
9. Knoll HA. Pupillary changes associated with accommodation and convergence. *Am Acad Optom.* 1949;
10. Benjamin WJ. *Borish's Clinical Refraction*. Borish's Clinical Refraction. 2006.
11. Korczyn AD, Laor N, Nemet P. Sympathetic Pupillary Tone in Old Age. *Arch Ophthalmol.* 1976;94(11):1905–6.
12. Larson MD, Behrends M. Portable infrared pupillometry: A review. *Anesth Analg.* 2015;120(6):1242–53.
13. Gupta M BB. Neuroanatomy, Visual Pathway [Internet]. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL). 2021. Disponível em: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553189/#\\_article-31204\\_s1\\_](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553189/#_article-31204_s1_)
14. Touqeer M. Detecting a relative afferent pupillary defect using the swinging light test. *Int J Ophthalmic Pract.* 2015;6(1):8–10.
15. Direção de Serviços de Cuidados de Saúde/Comissão de Coordenação do Programa Nacional para a Saúde da Visão. *Boas Práticas em Oftalmologia - Elementos Clínicos de Avaliação e Referenciação*. 2008;83.
16. Lam BL, Thompson HS, Walls RC. Effect of light on the prevalence of simple anisocoria. *Ophthalmology.* 1996;103(5):790–3.

17. Gross JR, McClelland CM, Lee MS. An approach to anisocoria. *Curr Opin Ophthalmol*. 2016;27(6):486–92.
18. Guillon M, Dumbleton K, Theodoratos P, Gobbe M, Wooley CB, Moody K. The effects of age, refractive status, and luminance on pupil size. *Optom Vis Sci*. 2016;93(9):1093–100.
19. Orr JB, Seidel D, Day M, Gray LS. Is pupil diameter influenced by refractive error? *Optom Vis Sci*. 2015;92(7):834–40.
20. Jones R. Do women and myopes have larger pupils? *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 1990;31(7):1413–5.
21. Monroe J. H. that the pupil of the myope is larger and that of the hyperope smaller than the pupil of the emmetrope. *Duke-Elder. J Appl Physiol*. 1949;1948–50.
22. Silbert J. Pupil size and anisocoria in children measured by the plusoptiX photoscreener. *J AAPOS*. 2013;17:609–11.
23. Feil M, Moser B, Abegg M. The interaction of pupil response with the vergence system. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017;255(11):2247–53.
24. Dan Huang M. Pupillary measurements and anisocoria in Chinese preschooler 3-4 years of age screened using the plusoptiX A12C. *J AAPOS*. 2017;
25. Jeffery RCH, Young B, Swann PG, Lueck CJ. AJGP-0102-2019-Clinical-Heath-Jeffery- Unequal-Pupils-WEB. *Aust J Gen Pract*. 2019;48(1):39–42.
26. Steck RP, Kong M, McCray KL, Quan V, Davey PG. Physiologic anisocoria under various lighting conditions. *Clin Ophthalmol*. 2018;12:85–9.
27. Falardeau J. Anisocoria. Em: *INTERNATIONAL OPHTHALMOLOGY CLINICS*. 2019. p. 125–39.
28. Pilley SFJ, Thompson HS. Pupillary «dilatation lag» in Horner's syndrome. *Br J Ophthalmol*. 1975;59(12):731–5.
29. Ferreira R, Moreira M, Martins C. Um caso de midríase episódica benigna. *Rev Port Med Geral e Fam*. 2015;221–4.
30. Gilbert ME, Friedman D. CLINICAL CHALLENGES Migraine and Anisocoria. Em: *Survey of ophthalmology*. 2007.
31. González Martín-Moro J, Pilo De La Fuente B, Clement Corral A, Fernández De Miguel Y, Gómez Sanz F, Cobo Soriano R. Anisocoria cotidiana: epidemiología de la anisocoria en un centro de nivel secundario. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2012;87(7):206–15.
32. Lam BL, Thompson HS, Corbett JJ. The prevalence of simple anisocoria. *Am J Ophthalmol [Internet]*. 1987;104(1):69–73. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9394\(87\)90296-0](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9394(87)90296-0)
33. Lemos JA, Gonçalves R, Ribeiro I, Mota Á, Mateus C, Vieira B, et al. The performance of Plusoptix A09 in detection of Refractive Amblyopia Risk Factors. *Rev Soc Port Oftalmol*.

2016;40(2):117–25.

34. Instruction manual. Pediatric Autorefractor plusoptiX A09. 2009;1–43.
35. Erdurmus M, Yagci R, Karadag R, Durmus M. A comparison of photorefractometry and retinoscopy in children. *J AAPOS*. 2007;11(6):606–11.
36. Thibos LN, Wheeler W, Horner D. Power vectors: An application of fourier analysis to the description and statistical analysis of refractive error. Vol. 74, *Optometry and Vision Science*. 1997. p. 367–75.
37. Matta NS, Singman EL, Silbert DI. Performance of the Plusoptix vision screener for the detection of amblyopia risk factors in children. *J AAPOS*. 2008;12(5):490–2.

## **Anexos:**

Anexo I - Parecer da Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior

Anexo II - Certificado de apresentação da comunicação oral “Variation in pupil diameter during school path” no 2º Congresso Internacional Intervenção em Saúde e Bem-estar- Saúde e Bem-estar no ciclo vital no PIAGET

Anexo I



comissaodeetica@ubi.pt  
Convento de Santo António  
6201-001 Covilhã | Portugal

**Parecer relativo ao processo n.º CE-UBI-Pj-2019-043:ID1426**

Na sua reunião de 9 de julho de 2019 a Comissão de Ética apreciou a documentação científica submetida referente ao pedido de parecer do projeto “**VER+ :Valorizar, Educar e Responsabilizar - promoção da saúde visual na escola**”, da proponente **Amélia Fernandes Nunes**, a que atribuiu o código n.º CE-UBI-Pj-2019-043.

Na sua análise não identificou matéria que ofenda os princípios éticos e morais sendo de parecer que o estudo em causa pode ser aprovado.

Covilhã e UBI, 16 de julho de 2019

O Presidente da Comissão de Ética



Professor Doutor José António Martinez Souto de Oliveira  
Professor Emérito

Anexo II



**2<sup>nd</sup> Health & Well-Being Intervention INTERNATIONAL CONGRESS**

**International Conference on Human Kinesiology**

**CERTIFICATE**

This is to certify that oral communication titled Variation in pupil diameter during school path By Mónica Marques, Maria Batista, Amélia Nunes was presented at the 2<sup>nd</sup> International Congress of Health and Well-being Intervention (ICHWBI 2021), organized by the RECI (Research in Education and Community Intervention) and the Jean Piaget Health School (ESS) / Viseu and 1<sup>st</sup> International Conference on Human Kinesiology (ICOHK), organized by the KinesioLab and the Piaget Institute which was held at the University Campus of Viseu of the Piaget Institute, Viseu, Portugal, on May 28 & 29, 2021 ([www.healthwellbeingcongress.ipiaget.org](http://www.healthwellbeingcongress.ipiaget.org)).

  
**Gustavo Desouzart**  
ICHWBI 2021 President of the Organizing Committee

ORGANIZAÇÃO  
 INSTITUTO PIAGET VISEU