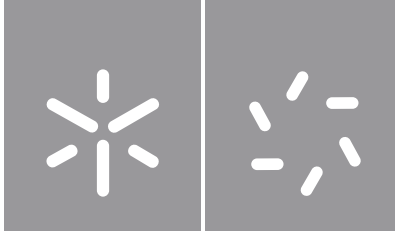


Universidade do Minho
Escola de Ciências

Sara Filipa da Silva Ribeiro

Caraterização de Erros Refrativos



Universidade do Minho
Escola de Ciências

Sara Filipa da Silva Ribeiro

Caraterização de Erros Refrativos

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Optometria Avançada

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Jorge Manuel Martins Jorge
e da
Professora Doutora Maria Madalena Cunha Faria

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4,0/>

Agradecimentos

A chave do sucesso é a resistência e a coragem. Resistir à dificuldade. Resistir ao comodismo. Resistir ao facilitismo. Resistir à vontade de desistir. Ter coragem de lutar. Coragem de enfrentar os desafios. Coragem para ir mais longe. Coragem de viver.

Foram 5 anos de desafios onde a vontade de desistir foi muitas vezes o maior inimigo, mas em que a vontade de vencer superou qualquer adversidade e tentativa de cair.

Ao meu lado tive pessoas que acreditaram sempre que era possível. Que acreditaram nos meus valores, nos meus ideais. Que acreditaram que o sucesso estava mesmo ali. Que acreditaram no meu profissionalismo. Que acreditaram na minha coragem e na minha resistência.

Ao meu pilar da vida, à minha força, à minha motivação, à minha coragem contínua. A ti sister. A pessoa mais importante da minha vida. A pessoa que me mandava um amo-te antes de cada teste e a pessoa que dizia que o importante era focar no próximo depois de cada um. A ti, que a força e o “vais conseguir” estiveram sempre presentes. A ti, porque nunca largaste a minha mão. Obrigada.

Aos meus pais, que sempre tornaram possível a luta pelos meus objetivos. Que nunca faltaram com o abraço e as palavras de aconchego. Que me deram a educação que tanto me orgulho. Que acreditaram sempre que a filha ia ser a melhor. Obrigada.

Ao meu irmão, que por entre palavras de loucura me dizia que isto se fazia a brincar. Que nada me conseguia deitar abaixo. Que se uma porta se fechasse havia outras tantas para abrir. Obrigada.

À minha família e aos meus amigos, que aturaram todos os meus receios e inseguranças. Que nunca me fizeram esquecer da pessoa que sou. Que me acompanharam nesta caminhada tão longa, mas tão curta. Que me desejam o maior sucesso e o melhor do mundo. Obrigada.

A todos os meus professores que inevitavelmente me fizeram absorver novas aprendizagens e novos conceitos. Obrigada.

Aos meus orientadores, por me guiarem na última fase deste caminho e que tornaram possível a conclusão do mesmo. Obrigada.

Por último, à minha crença. A nossa Senhora que todos os anos me acompanhou. Que todos os dias que me levantei da cama me fez ser o melhor de mim em cada objetivo. A Ela por ser a minha maior fé.

Não preciso de muitas pessoas. Preciso das pessoas certas. E essas são minhas.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Caraterização de Erros Refrativos

Resumo

A presença de erros refrativos é um assunto que exige especial cuidado, nomeadamente, nas crianças, onde através da deteção dos mesmos, a probabilidade da sua correção é superior.

Este trabalho teve como objetivo a caracterização de erros refrativos numa população estudantil, do 1º ao 4º ano de escolaridade. Para isso, foi realizado um rastreio visual que incorporou os testes de refração e acuidade visual. Através do instrumento Plusoptix, foram medidos os valores de refração e a acuidade visual foi avaliada através de uma tabela de Snellen.

Foram avaliadas 2647 crianças, entre os 6 e 11 anos, 50,5% do sexo feminino e 49,5% do sexo masculino e verificou-se que a emetropia é predominante tendo sido verificado em 59,8% dos casos. A miopia verificou-se em 11,7% dos casos e a hipermetropia arrecadou 28,4%.

A prevalência da hipermetropia é superior no sexo masculino (30,2%), quando comparado com o sexo feminino (26,8%).

O número de casos de miopia aumenta com o aumento da idade, sendo o número de casos com miopia aos 10 anos superior (15,0%), quando comparado com crianças de 6 anos (5,8%) e 7 anos (8,7%).

Na amostra total, a quase totalidade das crianças apresenta um valor de anisometropia inferior a 1,00D (96,3%) e o astigmatismo está presente em 87,4% dos casos.

Este trabalho verifica que, em idades mais jovens o nº de crianças que apresenta hipermetropia é superior quando comparado com a miopia, contudo, este sentido inverte-se a partir dos 10 anos de idade, em que a miopia tem mais prevalência. O astigmatismo é também um erro refrativo com a sua importância, estando associado, na maioria dos casos, quer à presença de miopia quer à de hipermetropia.

Palavras chave: crianças; erro refrativo; idades jovens; miopia; prevalência.

Characterization of Refractive Errors

Abstract

The presence of refractive errors is a subject that requires special care, namely in children, where, through their detection, the probability of their correction is higher.

This work aimed to characterize refractive errors in a student population, from the 1st to the 4th year. For this, a visual screening was carried out that incorporated refraction and visual acuity tests. Using the Plusoptix instrument, refraction values were measured and visual acuity was measured using a Snellen table.

A total of 2647 children were evaluated, between 6 and 11 years old, 51% female and 49.5% male, and it was found that emmetropia is predominant, having been verified in 59.8% of the cases. Myopia was found in 11.7% of cases and hypermetropia in 28.4%.

The prevalence of hyperopia is higher in males (30.2%) when compared to females (26.8%).

The number of cases of myopia increases with age, with the number of cases with myopia at 10 years old (15.0%) being higher, when compared to children aged 6 years (5.8%) and 7 years (8.7%).

In the total sample, almost all children have an anisometropia value below 1,00D (96.3%) and the Astigmatism is present in 87.4% of cases.

This work verifies that, at younger ages, hyperopia is higher when compared to myopia, however, this direction is reversed from the age of 10, when myopia is more prevalent. Astigmatism is also a refractive error with its importance, being associated, in most cases, either in the presence of myopia or hyperopia.

Keywords: farsightedness; kids; myopia; prevalence; refractive error; young ages.

Índice

Capítulo 1 – Introdução	1
Capítulo 2 - Revisão bibliográfica	2
2.1 Origem do Erro Refrativo	3
2.1.1 Poder Refrativo do Cristalino	4
2.1.2 Profundidade da Câmara Anterior.....	5
2.1.3 Comprimento Axial.....	6
2.1.4 Poder Refrativo da Córnea.....	6
2.2 Alterações biométricas com a idade.....	7
2.3 Descrição dos Erros Refrativos.....	7
2.3.1 Miopia	8
2.3.2 Hipermetropia.....	10
2.3.3 Astigmatismo	12
2.3.4 Anisometropia.....	14
2.4 Fatores de Risco dos Erros Refrativos	15
2.4.1 Idade	15
2.4.2 Sexo	17
2.4.3 Etnia.....	18
2.4.5 Hereditariedade	18
2.4.6 Atividades ao ar livre	19
2.5 Prevalência dos Erros Refrativos no Mundo.....	21
2.6 Prevalência dos Erros Refrativos nas crianças	22
2.7 Comparação do Erro Refrativo entre sexos.....	24
Capítulo 3 – Material e Métodos	28
3.1 Tipo de estudo	28
3.2 População estudada	28

3.2.1 Critérios de Inclusão e Exclusão	29
3.3 Hipóteses e Objetivos do estudo	29
3.4 Instrumentação Utilizada	29
3.5 Descrição da metodologia utilizada	31
3.6 Avaliação do Erro Refrativo	32
3.7 Análise Estatística	33
3.3.1 Teste Usados	33
3.1.2 Critérios de Níveis	34
3.8 Descrição da Amostra	34
Capítulo 4 – Resultados	36
4.1 Distribuição do erro refrativo da amostra	37
4.2 Distribuição das ametropias na amostra	40
4.3 Distribuição da anisometropia na amostra	43
4.4 Distribuição do astigmatismo na amostra.....	46
4.5 Uso prévio de óculos de correção da amostra	46
Capítulo 5 – Discussão dos resultados	47
Capítulo 6 – Conclusões	52
Bibliografia	53
Anexos	61

Índice de Figuras

Figura 1 Comparação da distribuição de erros refrativos entre recém-nascidos e crianças. A distribuição dos erros de refração diminui e o seu pico torna-se próximo da emetropia entre o nascimento e a infância, à medida que ocorre o processo de emetropização. (Retirado de: Zadnih K. 1997. The Ocular Examination, p 55. Philadelphia: WB Saunders.)	2
Figura 2 Ilustração da focagem de uma imagem num olho míope e respetiva correção (https://www.neovisao.com/saude-ocular/ametropias-miopia-hipermetropia-astigmatismo-presbiopia/)	9
Figura 3 Ilustração da focagem de uma imagem num olho hipermetrope e respetiva correção (https://www.neovisao.com/saude-ocular/ametropias-miopia-hipermetropia-astigmatismo-presbiopia/)	11
Figura 4 Ilustração da focagem de uma imagem num olho astigmata e respetiva correção (https://www.neovisao.com/saude-ocular/ametropias-miopia-hipermetropia-astigmatismo-presbiopia/)	13
Figura 5 Ilustração das posições das linhas focais para cada tipo de astigmatismo, retirada do artigo de Levene IR	14
Figura 6 Ilustração das posições das linhas focais para cada tipo de astigmatismo, retirada do artigo de Levene IR	16
Figura 7 Média do EE de acordo com a idade e sexo no olho direito. Azul corresponde ao sexo masculino e Verde ao sexo feminino.....	26
Figura 8 Vista frontal do Plusoptix (vista pela criança).....	30
Figura 9 Vista posterior do Ecrã PlusoptiX12 (vista pelo examinador)	31
Figura 10 Exemplo da escala para avaliação da acuidade visual utilizada	31
Figura 11 Gráfico da distribuição da amostra por sexo	35
Figura 12 Gráfico da distribuição da amostra por idade.....	35
Figura 13 Gráfico da distribuição dos parâmetros M, J0 e J45 por sexo.....	38
Figura 14 Gráfico da distribuição dos parâmetros M, J0 e J45 por idade	39
Figura 15 Gráfico da distribuição do equivalente esférico (M) para as diferentes idades por sexo	40
Figura 16 Gráfico da distribuição da ametropia por sexo	41
Figura 17 Gráfico da distribuição da ametropia por idade	42
Figura 18 Gráfico da distribuição da anisometropia por sexo	44

Figura 19 Gráfico da distribuição da anisometropia por idade.....	45
Figura 20 Gráfico da percentagem das ametropias altas, médias e baixas.....	45
Figura 21 Gráfico da prevalência do uso de óculos.....	46

Índice de tabelas

Tabela 1 - Médias e desvios-padrão dos parâmetros biométricos e equivalente esférico do olho direito de todos os indivíduos segundo Pennie et al.	3
Tabela 2 - Resultado da variação dos componentes oculares na refração segundo Gullstrand-Emsley...	4
Tabela 3 - Prevalência das ametropias no estudo de Hashemi et al., entre sexos	27
Tabela 4 - Prevalência das ametropias, no estudo de Norouzirad et al., entre sexos	28
Tabela 5 - Comparação da prevalência das ametropias entre os dois olhos, utilizando o teste do qui-quadrado.....	39
Tabela 6 - Medidas descritivas (média \pm DP) dos parâmetros M, J0 e J45, para a amostra total, por sexo e por idade.....	41
Tabela 7 - Comparação dos valores do equivalente esférico (M) (média \pm DP) para as diferentes idades por sexo	43
Tabela 8 - Percentagem das ametropias, para a amostra total, por sexo e por idade.....	44
Tabela 9 - Comparação da ametropia para as diferentes idades por sexo	46
Tabela 10 - Medidas descritivas relativas à percentagem de anisometropia, para a amostra total, por sexo e por idade.....	47
Tabela 11 - Medidas descritivas relativas ao astigmatismo.....	49

Abreviaturas e Acrónimos

A: Estímulo Acomodativo

AC: Convergência Acomodativa

AV: Acuidade Visual

CA: Comprimento Axial

CIL: Cilindro

D: Dioptrias

DP: Desvio Padrão

JO: Componente do astigmatismo no meridiano horizontal e vertical

J45: Componente do astigmatismo no meridiano de 45° e 135°

M: Equivalente Esférico

m: valor médio

n: frequência absoluta

Mm: milímetros

OD: Olho Direito

OE: Olho Esquerdo

PCA: Profundidade da Câmara Anterior

QI: Quociente de Inteligência

EE: Equivalente Esférico

ESF: Esfera

Capítulo 1 – Introdução

Esta dissertação é sustentada numa investigação da caracterização de erros refrativos numa população estudantil, do 1º ao 4º ano. Primeiramente, surge a revisão bibliográfica, que incidirá na explicação do processo de emetropização (sendo imprescindível perceber os fenómenos que ocorrem no nosso olho até que este se torne “adulto”) e na caracterização dos erros refrativos (definição, componentes oculares envolvidos, fatores de risco associados e a sua prevalência).

Posteriormente, encontrar-se-ão os principais objetivos e hipóteses deste trabalho, devidamente fundamentados cumprindo a obrigatoriedade que se propõe em qualquer protocolo de investigação. Segue-se a exposição dos métodos e da amostra, suportados pela descrição e caracterização da amostra; metodologias dos exames realizados; critérios de inclusão e exclusão; tipologia do estudo e testes estatísticos. Os resultados obtidos têm por base os dados da população em estudo para comparações geográficas e comparação entre sexos e idade. A discussão dos resultados é baseada nas relações encontradas por vários autores e estudos já efetuados, tornando-se fundamentais para a interpretação e conclusões deste estudo.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas que se tornaram imprescindíveis e essenciais para que, de uma forma coesa e consciente, fosse explicado a caracterização dos erros refrativos na população estudantil.

Capítulo 2 - Revisão bibliográfica

Neste capítulo pretende-se fazer uma revisão sobre o processo de emetropização, os erros refrativos, de que modo os mesmos influenciam ou podem influenciar idades mais jovens e o seu desenvolvimento. Nomeadamente, quais os fatores que mais influenciam o seu aparecimento e as consequências que poderão ter a longo prazo assim como perceber também como podemos corrigir, estagnar ou evitar a sua ocorrência.

- Processo de Emetropização

Segundo Benjamin Wj (Benjamin WJ, 1998), a partir do momento em que nascemos, os nossos olhos sofrem um processo de emetropização, ou seja, a maioria dos bebés nasce com erros refrativos significativos que vão desaparecendo com o crescimento, seguindo assim o caminho da emetropia. No entanto, alterações neste processo de emetropização podem resultar erros refrativos. Na figura 1 pode observar-se a comparação da distribuição de erros refrativos entre recém-nascidos e crianças.

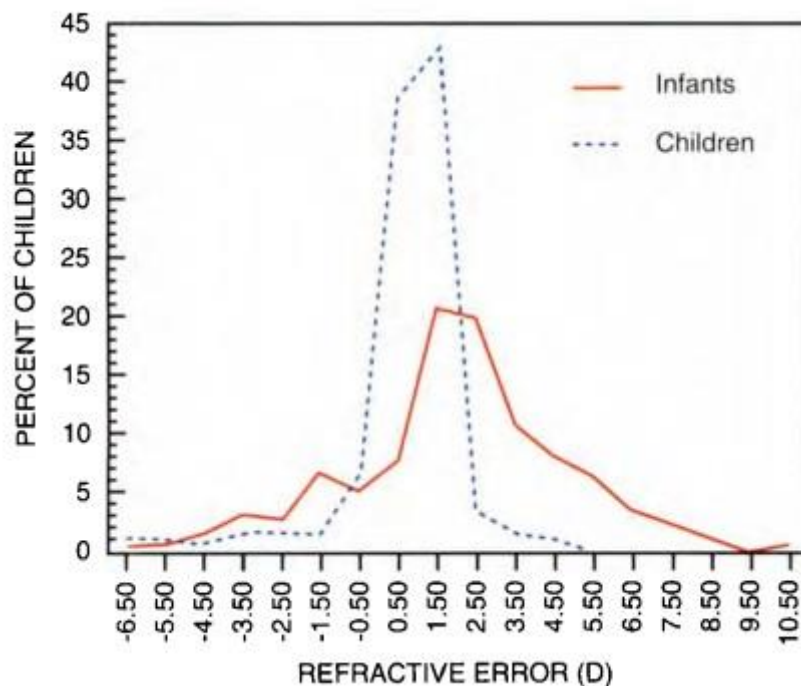


Figura 1 Comparação da distribuição de erros refrativos entre recém-nascidos e crianças. A distribuição dos erros de refração diminui e o seu pico torna-se próximo da emetropia entre o nascimento e a infância, à medida que ocorre o processo de emetropização. (Retirado de: Zadnih K. 1997. The Ocular Examination, p 55. Philadelphia: WB Saunders.)

Borish (Borish, 1970), Pennie et al. (Pennie, 2001), entre outros, relatam que esta tendência para a emetropia ocorre devido à mudança de vários parâmetros biométricos que sofrem alterações mais críticas na infância.

Um estudo longitudinal, cujos resultados se apresentam na tabela 1 e realizado por Pennie et al. (Pennie, 2001), demonstrou um aumento no comprimento axial (AL) e na profundidade da câmara anterior (PCA) durante os primeiros anos de vida das crianças, assim como uma diminuição no equivalente esférico. Acredita-se que esta variação ocorre entre os 3 meses e os 12 anos de idade.

Tabela 1 - Médias e desvios-padrão dos parâmetros biométricos e equivalente esférico do olho direito de todos os indivíduos segundo Pennie et al.

Idade (semanas)	Comprimento Axial (mm)	Profundidade da Câmara Anterior (mm)	Espessura da Lente (mm)	Equivalente Esférico (D)
4,3±0,9	17,01±0,41	1,91±0,27	3,70±0,22	+2,81±0,94
14,0±1,9	17,99±0,67	2,24±0,31	3,65 ±0,25	+2,74±1,46
27,3±1,7	19,07±0,75	2,47±0,28	3,63 ±0,23	+1,91±1,31
40,0±1,9	19,46±0,90	2,63 ±0,30	3,58 ±0,24	+1,76±1,50
53,1±1,6	19,71±0,87	2,81±0,26	3,65 ±0,14	+1,50±1,42

2.1 Origem do Erro Refrativo

Várias são as teorias de diferentes autores acerca da origem do erro refrativo.

Sorsby et al. (Sorsby, 1961). defendem que o aparecimento de uma ametropia deriva das mudanças significativas no comprimento axial. Por outro lado, para Hirsch MJ (Hirsch MJ, 1947). qualquer variabilidade em qualquer um dos componentes oculares pode influenciar o estado refrativo do olho. Já Curtin (Curtin, 1985) afirma que as variáveis mais influentes no aparecimento do erro refrativo são a córnea, o poder refrativo do cristalino, a profundidade da câmara anterior e o comprimento axial.

Para esta problemática ser percebida de forma sucinta, Gullstrand-Emsley, demonstrou as alterações que ocorrem no erro refrativo, ou o aparecimento do mesmo, quando há modificações nos

principais componentes oculares. Essas alterações e correspondentes ametropias estão descritas na tabela 2,

Tabela 2 - Resultado da variação dos componentes oculares na refração segundo Gullstrand-Emsley

Componente Ocular	Valor Normal	Erro Refrativo induzido
Profundidade da Câmara Anterior	2,80-4,60mm	+1,00mm≈+1,39D
Potência do Cristalino	15,50-25,00D	+1,00D≈-0,67D
Comprimento Axial	20,00-29,50mm	+1,00mm≈-2,70D
Potência Corneal	39,00-48,00D	+1,00D≈-1,00D

Embora seja interessante avaliar a alteração provocada na refração por cada componente ocular individualmente, é necessário também averiguar as modificações que existem quando há alterações combinadas entre estes componentes óticos.

Por exemplo, um olho com um comprimento axial pequeno e um alto poder refrativo, e um olho com um comprimento axial alto e baixa potência refrativa pode ser emetrope. Assim, o erro refrativo pode não ser especificamente previsto a partir do conhecimento das dimensões de um único componente biométrico.

É sugerido que durante o crescimento do globo ocular, o aumento do comprimento axial é acompanhado por uma diminuição no poder refrativo da córnea ou do cristalino, mantendo, deste modo, a emetropia. Hirsch MJ (Hirsch MJ, 1964), observou que entre o nascimento e os 3 anos de idade, há aproximadamente um aumento de 5 a 7 milímetros no comprimento axial. A consequência deste aumento, seria uma mudança míope por volta de 15 a 20 dioptrias. No entanto, como o erro refrativo se mantém estável durante esse período, assenta a ideia de que as variações sofridas pelos componentes oculares ocorrem coordenados e não de forma individual.

2.1.1 Poder Refrativo do Cristalino

O cristalino localiza-se entre o humor aquoso e o humor vítreo, com uma potência que varia entre +16,00D e +25,00D, sendo controlado pelos músculos ciliares. Tem o aspeto de uma lente biconvexa e transparente, sendo o seu diâmetro de 8 a 10 milímetros. Possui um raio de curvatura anterior e

posterior, que ao longo do crescimento vai produzindo mudanças, como demonstraram Sorsby et al. (Sorsby, 1962), que num estudo transversal concluíram que o poder refrativo médio do cristalino diminui de 20,8D aos 3 anos de idade, para 20,0D aos 15 anos. Facto também confirmado mais tarde por Zandnik et al. (Zandnik, 1993), que demonstraram que esta redução se deve ao achatamento dos raios de curvatura.

Relativamente às ametropias, um estudo realizado por Stenstrom (Stenstrom, 1948), demonstrou que não existe uma relação significativa entre o poder refrativo do cristalino e o erro refrativo. No entanto, o seu índice de refração pode produzir uma ametropia. Borish (Borish, 1970) verificou que uma alteração de $\pm 0,004$ no índice de refração do cristalino levava a um erro refrativo de $\pm 0,85D$.

2.1.2 Profundidade da Câmara Anterior

Este termo utiliza-se quando nos referimos ao olho, desde a córnea até à parte anterior do cristalino, sendo o humor aquoso – que está presente na PCA - o responsável por manter o equilíbrio no metabolismo das estruturas na parte anterior do globo ocular. O conhecimento desta “estrutura” é fundamental quando se realiza uma cirurgia refrativa e para o cálculo de uma lente intraocular.

A PCA sofre alterações ao longo da idade. Acredita-se que até aos 13 anos de idade vai aumentando. Segundo, Larsen (Larsen, 1971) esse aumento é acompanhado pela diminuição na espessura do cristalino, mantendo constante a distância da córnea ao cristalino. Em contrapartida, em idades mais avançadas, por exemplo entre os 20 e os 70 anos, a PCA vai diminuindo devido ao aumento da espessura do cristalino.

Quanto ao aparecimento de emetropias, Erickson (Erickson, 1991) chegou a duas vertentes: se o aumento da câmara anterior corresponder a um aumento da espessura do cristalino em 0,1mm isso produzirá um aumento de +0,13D de hipermetropia; se o aumento da câmara anterior na mesma de 0,1mm resultar de um crescimento da córnea, isso produzirá um aumento de 0,14D de miopia. Assim, as alterações verificadas na PCA não podem ser avaliadas isoladamente, mas sim, em conjunto com as alterações ocorridas no comprimento axial. Isto porque, por exemplo, a miopia pode surgir devido a uma diminuição na PCA sem alteração do CA; pode surgir devido a um aumento na PCA em conjunto com um aumento do CA; e pode surgir com um aumento do CA mantendo-se a PCA.

No entanto, conclui-se, que alterações na profundidade da câmara anterior apenas justificam 7% das variações no estado refrativo, como observaram os autores Hirsch MJ e Weymouth (Weymouth, 1947).

2.1.3 Comprimento Axial

A distância entre a parte da frente do olho (córnea) até a parte posterior (epitélio pigmentar da retina), denomina-se comprimento axial. Tal como a PCA, também esta medida é fundamental quando se procede a cirurgias refrativas e no cálculo de lentes intraoculares. Pode ser medida através de biometria ótica (dois feixes de luz infravermelhos) ou biometria ultrassônica (um feixe de ultrassom).

Um estudo de 2019, feito por Bach et al. (Bach, 2019), avaliou 165 crianças com idade média de 30,62 meses e CA médio de 21,37mm. Foi verificado um aumento mais acentuado no CA nos primeiros 10 meses de vida, não havendo aumento significativo deste componente após 36 meses. Tideman et al. (Tideman, 2018) foi mais longe, analisando também adultos com idades iguais ou superiores a 45 anos. Através do seu estudo, verifica-se que há um aumento deste componente até aos 15 anos de idade, com um valor médio de 23,41mm e na idade adulta se mantém nos 23,67mm. Ou seja, não há um crescimento significativo.

De acordo com a tabela 2, é perceptível que quando o comprimento axial aumenta 1mm é incrementado no poder refrativo do olho -2,70D, levando à miopia. Em contrapartida, se este aumento for acompanhado com uma diminuição do poder refrativo do cristalino, por exemplo, a emetropia é alcançada.

2.1.4 Poder Refrativo da Córnea

A primeira estrutura com que nos deparamos no olho, é a córnea. É definida como um tecido transparente, fino e avascular, com um raio de curvatura de aproximadamente 8mm. Quando a luz entra no nosso olho, a primeira interface que encontra é este componente.

O seu poder refrativo encontra-se entre 39,00D a 48,00D (Tabela 2). Keeney (Keeney, 1961) afirma que o poder refrativo desta estrutura é atingido aos 2 anos de idade. No entanto, vários autores, entre eles, Long W et al. (Long W, 2019), defendem que este só é atingido pelos 4 anos.

Uma avaliação de 108 crianças entre os 4 e os 6 anos, levou Long W et al. a concluir que os parâmetros biométricos da córnea e as suas características biomecânicas dependem do estado refrativo do olho, sendo então a rigidez da córnea reduzida na miopia e alta na hipermetropia. Entre os 40 e os 64 anos, o poder refrativo da córnea e o comprimento axial, segundo Hashemi H et al. (Hashemi, 2019), são as estruturas responsáveis pela presença de altas hipermetropias e altas miopias, no que se refere ao equivalente esférico.

Assim, através destes factos, podemos assumir que o poder refrativo da córnea é um componente importante que pode induzir ametropias.

2.2 Alterações biométricas com a idade

Naturalmente, à medida que a idade avança, o nosso olho sofre alterações em todos os tecidos oculares. Deste modo, estas modificações afetam, conseqüentemente, os parâmetros óticos.

Um dos conhecimentos básicos do olho é que este vai perdendo a sua capacidade de acomodação ao longo da idade, devido à perda de elasticidade do cristalino, segundo Borish (Borish, 1970). Deste modo, está implícito que estas mudanças abram caminho para que outras estruturas se modifiquem.

De forma a perceber como ocorrem estas alterações, Atchison DA (Atchison DA, 2020) estudaram a variação dos parâmetros biométricos do olho ao longo a idade, em 106 pessoas emetropes, nas faixas etárias de 18 a 29 anos, 30 a 39 anos, 40 a 49 anos, 50 a 59 anos e 60 a 69 anos. Cada grupo etário tinha, aproximadamente, 20 indivíduos, todos de raça caucasiana, exceto 4 pessoas do grupo dos 18 aos 29 anos. O equivalente esférico estava na ordem de $-0,88D$ a $+0,75D$ e com astigmatismo inferior ou igual a $0,50D$. As alterações principais encontradas foram as seguintes: aumento no comprimento axial e uma diminuição no raio de curvatura corneal, na PCA e no índice de refração do cristalino. Este estudo sugere que os olhos aumentam à medida que envelhecem. No entanto, entre os 20 e os 40 anos a refração é estável e posteriormente segue o caminho da hipermetropia. Assim, os resultados podem estar relacionados aos padrões de refração, ou seja, o aumento do comprimento axial indica uma correção refrativa, em vez de um aumento contínuo do olho. Há probabilidade de alguns jovens se tornarem hipermetropes com a idade e que algumas pessoas mais velhas tenham sido míopes quando eram mais novas.

2.3 Descrição dos Erros Refrativos

O fenómeno da refração é definido como a entrada de um feixe de luz no nosso olho, que quando atravessa todas as estruturas do globo ocular e chega finalmente à retina, forma uma imagem nítida, que posteriormente é enviada ao cérebro. Portanto, quando os raios convergem sobre a retina, se está perante uma emetropia. Ou seja, com o olho em posição de repouso (descanso) a imagem de um objeto distante (infinito) forma-se na retina, o que designamos o estado emetropico (ausente de um erro refrativo/ametropia). Neste sentido, o erro refrativo traduz-se numa condição ótica que, quando o olho

se encontra em repouso, os raios de luz paralelos não focam de forma conjugada na retina. Isto é, são dispersos em pontos diferentes, formando uma imagem fora da zona da fóvea, desfocada. Existem 4 ametropias: miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia. Esta última, atinge normalmente a população a partir dos 40 anos, não sendo, por isso, abordada nesta dissertação.

2.3.1 Miopia

Este erro refrativo acontece quando os raios de luz paralelos provenientes do infinito, que chegam ao nosso olho, convergem antes da retina. Assim, a imagem dos objetos distantes aparece desfocada. Deste modo, um olho míope apresenta uma relação inadequada entre a sua potência e o seu comprimento. Para comprovar esta evidência, Borish (Borish, 1970) verificou que a miopia podia revelar-se de 2 formas: olho com demasiada potência refrativa em relação ao comprimento axial – miopia de índice e/ou curvatura –, ou o olho ser demasiado longo em relação à sua potência – miopia axial.

O seu valor define a sua gravidade. Uma miopia até -3,00D é considerada baixa; entre -3,00D e -6,00D média; superior a -6,00D alta. O princípio ótico de correção baseia-se na utilização de lentes negativas ou côncavas, para que a imagem recue e se situe sobre a retina, ou através de técnicas cirúrgicas.

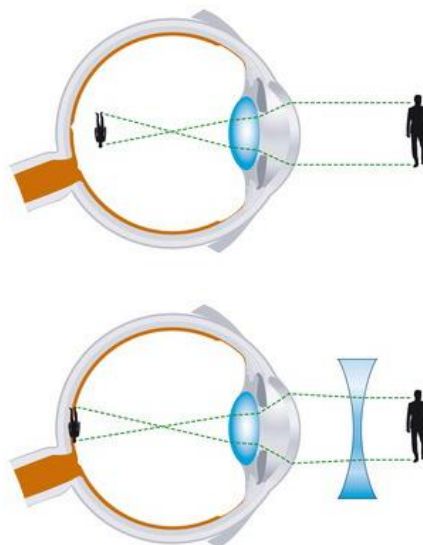


Figura 2 Ilustração da focagem de uma imagem num olho míope e respetiva correção (<https://www.neovisao.com/saude-ocular/ametropias-miopia-hipermetropia-astigmatismo-presbiopia/>)

Embora tenha sido Aristóteles com a primeira distinção na miopia, quem derivou o termo foi Galen, pelas palavras “myein” (fechar) e “ops” (olho). Este autor observou que pessoas míopes fechavam parcialmente os olhos (ao que chamamos “cerrar os olhos”) para ver melhor.

Donders (Donders, 1864), classificou a miopia através da sua progressão. Para ele, existiam 3 tipos: 1) miopia estacionária, entre os valores de -1,50D e -2,00D, considerada baixa e que aparece na adolescência; 2) miopia temporariamente progressiva, surge na adolescência e tem uma progressão até à idade adulta; 3) miopia permanentemente progressiva, que aumenta rapidamente até aos 25/35 anos e posteriormente progride mais devagar. Por outro lado, Grosvenor T. (Grosvenor T, 1987), classificou esta ametropia em relação à idade, sugerindo 4 classificações: 1) miopia congénita, em que está presente desde o nascimento e progride até à infância; 2) miopia precoce nas crianças, em que ocorre desde os 6 anos e permanece até à adolescência; 3) miopia precoce nos adultos, em que se manifesta entre os 20 e os 40 anos; 4) miopia de aparecimento tardio, que ocorre em idades superiores a 40 anos.

Para além das definições básicas de miopia, existem também duas classificações importantes a referir, sendo estas a miopia fisiológica e a miopia patológica. De uma forma sucinta, Curtin (Curtin, 1985) definiu a fisiológica como uma falha na correlação entre os componentes refrativos. Por sua vez, aquela que ocorre pela presença de um elemento ótico que se encontre fora dos limites das variações normais biológicas do olho, que leva a anomalias de refração, é designada miopia patológica, segundo

Duke-Elder e Abrams (Duke-Elder S, 1970). Assim, a miopia fisiológica pode ser considerada como uma miopia normal ou não patológica e a patológica, normalmente, ocorre em miopias de elevado grau, superiores a -6,00D.

Existem também outros tipos de miopia além da “convencional”, podendo ser divididos em quatro: miopia noturna, miopia instrumental, miopia espacial e pseudomiopia. A primeira, mais incidente nos jovens, acontece em condições de baixa luminosidade; a seguinte, ocorre quando se está exposto durante muito tempo a instrumentos óticos levando a um aumento da acomodação; quando a pessoa não tem nenhum ponto de fixação por se encontrar num espaço visual vazio está perante a terceira condição; a última, ocorre quando existe algum problema acomodativo associado.

Quanto à estimativa da sua evolução Holden BA et al. (Holden BA, 2016), estudaram, em 2016, o comportamento que este erro refrativo irá descrever até ao ano 2050. Num estudo de revisão sistemática e metanálise da prevalência de miopia e alta miopia estudaram as tendências temporais de 2000 a 205. Para isso, selecionaram 145 estudos com um total de 2,1 milhões de participantes. Em 2000, estimaram 1406 milhões de indivíduos com miopia e 163 milhões com alta miopia. Desta forma, preveem que até 2050 existam 4758 milhões de pessoas com miopia e 938 milhões de pessoas com alta miopia. Deste modo, os autores sugerem que por todo o mundo exista um aumento significativo da prevalência da miopia e que quase 1 bilhão das pessoas com alta miopia sofra de perda de visão.

A miopia é, assim, a ametropia que mais exigência demonstra a nível de controlo e que mais consequências pode trazer a nível de saúde ocular.

2.3.2 Hipermetropia

Ao contrário do que acontece na miopia, na hipermetropia os raios de luz provenientes do infinito que entram no olho, convergem depois da retina. Como tal, esta ametropia ocorre quando o olho tem uma potência refrativa insuficiente num ou mais elementos de refração ou quando possui um comprimento axial reduzido, traduzindo-se na visão desfocada de objetos a curta distância.

Para a correção da hipermetropia, utilizam-se lentes positivas ou convexas, que vão atuar de forma a imagem do objeto se situar sobre a retina. É possível também a utilização de métodos cirúrgicos.

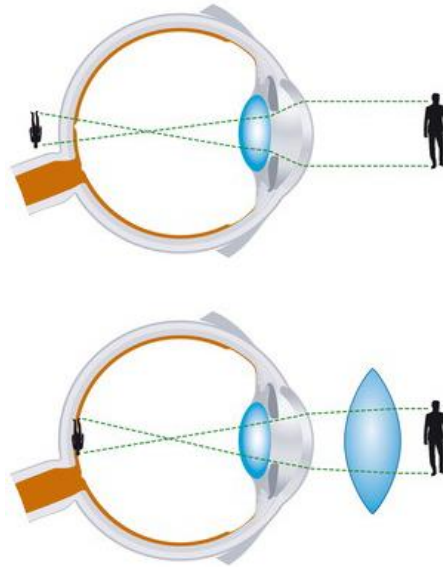


Figura 3 Ilustração da focagem de uma imagem num olho hipermetrope e respetiva correção
 (<https://www.neovisao.com/saude-ocular/ametropias-miopia-hipermetropia-astigmatismo-presbiopia/>)

Borish (Borish, 1970) descreveu 4 sistemas para classificar este erro refrativo: características anatómicas, grau da ametropia, hipermetropia fisiológica e patológica e a ação da acomodação.

Segundo a anatomia o autor classifica a hipermetropia como refrativa – onde a potência refrativa do olho é baixa em relação ao comprimento axial –, ou como axial – no qual o comprimento axial é demasiado curto em relação à potência refrativa. No entanto, Borish (Borish, 1970) foi mais longe e indicou mais 3 definições: 1) hipermetropia de índice, em que um ou mais índices de refração são anómalos; 2) hipermetropia de curvatura, onde o aumento do raio de curvatura de um ou mais elementos refrativos leva a uma diminuição na potência do olho; 3) hipermetropia de câmara anterior, quando há uma diminuição da profundidade da mesma levando a uma insuficiência no poder refrativo. Fatores anatómicos adicionais como a ausência de um elemento refrativo (afaquia) ou a sua deslocação podem desenvolver também esta ametropia.

Relativamente ao seu grau, a hipermetropia pode ser considerada baixa quando o seu valor vai até 3,00D, média quando se encontra entre 3,00D e 5,00D e alta quando tem valores superiores a 5,00D.

À semelhança do que acontece na miopia, também a hipermetropia normal pode ser considerada fisiológica ou não patológica (em que existe uma falha na relação das estruturas refrativas) e hipermetropia patológica quando elementos óticos se encontram fora dos limites das variações biológicas

normais do sistema visual (por exemplo, edema ou achatamento da córnea que leva a um aplanamento da córnea e possivelmente a hipermetropia).

O mesmo investigador sugere ainda, que a classificação quanto ao grau deste erro refrativo só fornece valores bem sustentados se a capacidade acomodativa do olho for conhecida. Neste sentido, fornece 3 exposições relativas ao estado acomodativo. Quando há hipermetropia que apenas consegue ser revelada por meio de um cicoplégico, se está perante uma hipermetropia latente, ou seja, o olho possui capacidade acomodativa para compensar aquele erro, não sendo detetado no exame refrativo. A melhor AV para VL atingida com a máxima potência de lente positiva traduz a hipermetropia manifesta. A soma destas 2 hipermetropias indica a hipermetropia total, que é subdivida em: 1) hipermetropia facultativa, que apesar de estar mascarada pela acomodação é detetada por refração; 2) hipermetropia absoluta, em que a acomodação é incapaz de compensar o erro refrativo.

Quanto à evolução deste ametropia, um estudo realizado em 2019, por Reynolds ME et al. (Reynolds ME, 2019), estudou a evolução dos erros refrativos nas forças armadas dos EUA entre 2001 a 2018. Os resultados obtidos mostraram aproximadamente 1,38 milhões diagnósticos de miopia, 1,21 milhões de astigmatismo e 492,000 de hipermetropia. Os resultados em taxas brutas demonstram uma incidência geral de 7,8, 6,6 e 2,2 respetivamente. Por outro lado, ao longo dos 18 anos, a prevalência média bruta anual foi de 38,5% para a miopia, 32,9% para o astigmatismo e 12,0% para a hipermetropia. De forma geral, percebe-se que a hipermetropia é o erro refrativo menos prevalente, o que não invalida a atenção e controlo que se deve ter sobre ele.

2.3.3 Astigmatismo

Quando os raios de luz chegam ao nosso olho atravessam componentes oculares com derivadas potências, que variam entre um meridiano (direção) de máxima e mínima potência. Por sua vez, se estes raios luminosos, formarem não uma, mas duas linhas focais, levam a uma distorção da imagem percecionada, pois a potência refrativa é diferente nos 2 meridianos.

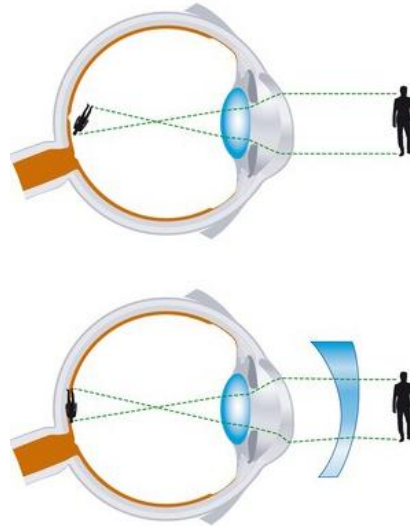


Figura 4 Ilustração da focagem de uma imagem num olho astigmata e respetiva correção
 (<https://www.neovisao.com/saude-ocular/ametropias-miopia-hipermetropia-astigmatismo-presbiopia/>)

Quanto ao seu grau, pode ser dividido em baixo, se a sua potência for até 1,00D, médio se possuir um valor dióptrico entre 1,00D e 3,00D e alto se for superior a 3,00D. Na maioria dos casos esta ametropia vem associada com miopia ou hipermetropia.

Este erro refrativo classifica-se como regular, se a separação existente entre o meridiano de máxima e mínima potência corresponder a um ângulo 90° e de irregular se essa separação for diferente de 90° .

Pode também ser influenciado pela superfície anterior e posterior da córnea. É produzido mais frequentemente pela toricidade da superfície anterior da córnea, uma vez que a interface ar/lágrima representa uma maior mudança no índice de refração e variações no raio de curvatura dessa estrutura produz um maior efeito dióptrico. Por outro lado, segundo Bannon e Walsh (Bannon RE, 1945), a contribuição da superfície posterior é muito pequena e geralmente ignorada, uma vez que a toricidade nesta zona corneal é difícil de medir.

O cristalino pode ser também uma das causas desta ametropia. Tscherning (Tschering, 1900) observou que uma pequena quantidade de astigmatismo resulta de uma inclinação fisiológica do cristalino levando ao aparecimento de 0,25D de astigmatismo contra a regra.

Segundo a sua orientação pode ser classificado em à regra, contra a regra e oblíquo. Se o meridiano com maior potência for o vertical, chama-se astigmatismo direto ou à regra; se o meridiano

com maior potência for o horizontal denomina-se astigmatismo inverso ou contra a regra; se possuir uma inclinação oblíqua designa-se astigmatismo oblíquo.

A posição relativa das imagens dos objetos distantes na retina, sob condições de acomodação mínima, também definem um determinado tipo de astigmatismo, podendo observar-se 5 situações diferentes: 1) astigmatismo miópico simples, em que uma linha se encontra sobre a retina e outra à frente da mesma (Fig.5-A); 2) astigmatismo hipermetrópico simples, em que uma linha se encontra sobre a retina e outra atrás da mesma (Fig.5-B); 3) astigmatismo miópico composto, as 2 linhas situam-se à frente da retina (Fig.5-C); 4) astigmatismo hipermetrópico composto, as 2 linhas situam-se atrás da retina (Fig.5-D); 5) astigmatismo misto, uma linha à frente e outra atrás da retina (Fig.5-E).

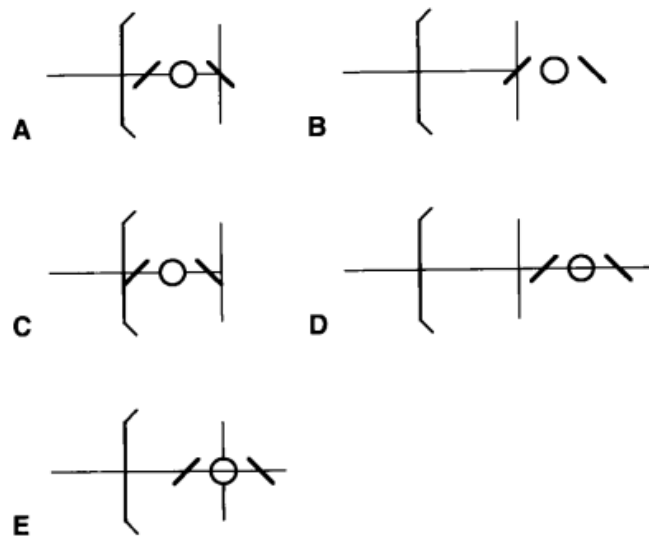


Figura 5 Ilustração das posições das linhas focais para cada tipo de astigmatismo, retirada do artigo de Levene IR

2.3.4 Anisometropia

Quando os dois olhos possuem erros refrativos diferentes se está perante uma anisometropia. Esta condição torna-se clinicamente significativa quando a sua magnitude é superior a 1,00D.

A partir da descoberta de De Valdez, mencionada por Levene IR (Levene, 1977)., em 1623, várias foram as teorias que começaram a surgir a cerca deste estado dióptrico.

Borish (Borish, 1970) e Barlett JD (Barlett JD, 1987), classificaram a anisometropia com base no erro refrativo. É designada isoanisometropia quando os dois olhos são hipermétropes ou míopes; e antimetropia quando um olho é hipermetrope e outro é míope. Gettes (Gettes, 1970), em 1970, consegue dividir esta condição segundo o seu grau: baixa, até 2,00D, geralmente o paciente consegue tolerar a correção com óculos com pouca dificuldade; média, entre 2,00D e 6,00D, existindo a probabilidade do paciente ter problemas binoculares; e alta se for superior a 6,00D. Neste último caso, o paciente é normalmente assintomático, pois já tem supressão de um dos olhos. Ou seja, o cérebro “desligou” um dos olhos e começou a trabalhar apenas com um. Pode ainda ser classificada quanto à sua etiologia: hereditária, devido a glaucoma congénito, catarata congénita e condições que causam o fecho da pálpebra superior; e adquirida, que ocorre depois de um trauma, de lesões ou cirurgias.

2.4 Fatores de Risco dos Erros Refrativos

Depois do conhecimento e caracterização de cada ametropia é importante perceber de que modo alguns fatores podem contribuir para o aparecimento das mesmas. Neste contexto, são designados fatores de risco de um erro refrativo todos os elementos que possam aumentar a probabilidade de o desenvolver. A idade, o sexo, a personalidade e a etnia são algumas das causas que podem levar ao aparecimento de um estado refrativo anómalo.

2.4.1 Idade

Geralmente o erro refrativo mais frequente nos bebés é a hipermetropia. Caso a miopia esteja presente, grande parte dela é associada à prematuridade, (Borish, 1970). Com o início da atividade escolar, aos 6 anos, a maioria das crianças com um desenvolvimento ocular normal, é emetrope ou hipermetrope, só depois, por volta dos 6/8 anos seguintes é que a miopia pode ganhar um papel relevante e ir progredindo.

Irving EL *et al.* (Irving, 2019), investigaram a variação e a magnitude da refração ocular média em relação à idade. O estudo contou com 5933 participantes entre os 0 e 93 anos e observaram que crianças com menos de 1 ano de idade eram as mais hipermétropes. A maior magnitude de miopia foi encontrada aos 27 anos de idade e a variabilidade da refração ocular média aumentou com o aumento da miopia. Quanto ao astigmatismo, este aumentou gradualmente até aos 60 anos, progredindo a uma taxa mais rápida a partir desse momento. Assim, a maior magnitude de miopia é encontrada em jovens

adultos e semelhante à prevalência, também a gravidade desta ametropia parece ter aumentado desde 1931.

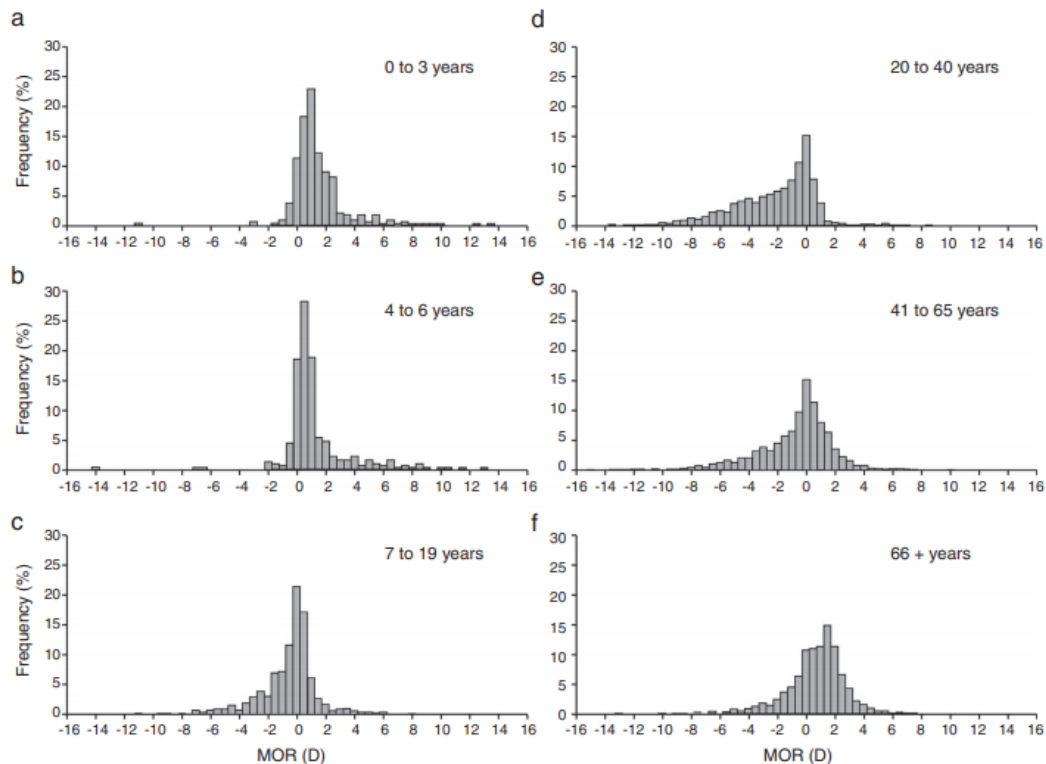


Figura 6 Ilustração das posições das linhas focais para cada tipo de astigmatismo, retirada do artigo de Levene IR

Em Israel, Shapira Y et al. (Shapira, 2019), estudaram a tendência da miopia em jovens adultos durante uma geração. Foram incluídas 104 689 pessoas entre os 16 e os 19 anos, nascidas entre 1971 e 1994, ao fim de 24 anos, foi registado um aumento de miopia de 18% para 21%, em 25% dos jovens. A prevalência da mesma foi de 20,4% na população nascida entre 1971 e 1982 e de 26,2% nos indivíduos nascidos entre 1983 e 1994. Assim, este estudo demonstrou um aumento na prevalência da miopia, o que vai de encontro ao estudo anterior, uma vez que as faixas etárias estudadas eram jovens adultos.

Por outro lado, Parrey MUR (Parrey Mur, 2019), investigou a prevalência dos erros refrativos e como estes variavam segundo alguns fatores, incluindo a idade. Participaram nesta investigação 966 indivíduos com idades compreendidas entre os 16 e 39 anos, sendo a idade média de $27,48 \pm 6,32$. A miopia apresentou uma prevalência superior no grupo de pessoas com idades inferiores a 25 anos enquanto que a hipermetropia foi mais dominante na população mais velha (superior a 25 anos).

McCullough SJ et al. (McCullough SJ, 2016), estudaram durante 6 anos a mudança de erro refrativo entre crianças no Reino Unido. Dividiram o seu estudo em dois grupos, um dos 6 aos 7 anos e outro dos 12 aos 13 anos, que posteriormente equivalem ao grupo de 12 a 13 anos e 18 a 20 anos, respetivamente. Os resultados obtidos demonstraram que a proporção de míopes aumentou significativamente entre o grupo de 6 e 7 anos e de 12 e 13 anos, mas não nos grupos de 12 e 13 anos e 18 e 20 anos. A incidência anual de miopia foi de 2,2% nos mais jovens e 0,7% nos mais velhos.

Deste modo, as idades mais jovens, atualmente, são consideradas um fator de risco para o aparecimento da miopia, facto que também pode ser explicado pelo desenvolvimento tecnológico que o mundo atravessa.

2.4.2 Sexo

A relação do sexo com o erro refrativo não está ainda bem definida, ou tão bem sustentada como a associação à idade, por exemplo. Para este fator encontram-se variadas opiniões de diferentes autores que se debruçaram sobre o estudo deste possível vínculo.

Uma revisão sistemática metanálise feita por Rudnicka et al (Rudnicka, 2016)., em 2016, contou com a inclusão de 143 artigos feitos em 2015, com 374 349 participantes dos 1 aos 18 anos de idade. Foi observado que no final da adolescência o sexo feminino tem 2 vezes mais probabilidade de desenvolver miopia do que o sexo masculino.

No estudo de Parrey MUR et al. (Parrey MUR, 20219), das 966 pessoas envolvidas com idades entre 16 e 39 anos, houve uma diferença significativa no erro refrativo entre homens e mulheres. A miopia esteve presente em 4,3% no sexo feminino e a hipermetropia em 1,7%. Em relação ao sexo masculino verificou-se 2,6% de míopes e 1,6% de hipermetropes. Deste modo, conclui-se, que a miopia continua a ser mais prevalente nas mulheres que nos homens.

Em oposição, Peckham CS et al. (Peckham CS, 1977), analisaram 403 crianças com uma média de 11 anos de idade, das quais 189 eram meninos e 214 eram meninas. Quanto ao fator sexo, não foram encontradas diferenças significativas.

Noutros estudos, a tendência foi nos dois sentidos. Hirsch MJ (Hirsch MJ, 1964) encontrou uma refração média mais míope nos meninos do que nas meninas entre os 5 e os 6 anos, mas o contrário acontecia aos 14 anos de idade. Este estudo contou com 9,552 crianças de uma amostra de escolas escolhidas aleatoriamente entre os 5 e os 14 anos de idade.

Desta forma, não há ainda uma regra ou uma conexão, que permita explicar de forma clara a influência que o sexo apresenta perante a incidência de uma ametropia.

2.4.3 Etnia

A raça é também um fator que pode influenciar na presença de um erro refrativo, no entanto é difícil a comparação entre etnias principalmente em diferenças áreas geográficas.

Na revisão sistemática de Rudnicka et al. (Rudnicka, 2016), que contou com 374 349 participantes dos 1 aos 18 anos de idade, verificou-se um aumento da prevalência da miopia relacionado com a etnia. Os asiáticos do Leste apresentaram a maior prevalência com um valor de 80%. Por outro lado, aqueles que verificaram uma menor prevalência foram os africanos com uma taxa de 5,5%.

Ainda há investigação que deve ser feita para que se possa tirar devidas conclusões quanto à prevalência dos erros refrativos nas diferentes culturas. No entanto, é evidente que estas diferenças existem e que a raça tem um certo poder sobre o desenvolvimento de ametropias.

2.4.5 Hereditariedade

Fatores genéticos estão intimamente ligados ao desenvolvimento de um erro refrativo. Existem vários estudos que estão descritos a seguir sobre a contribuição da genética no desenvolvimento das ametropias, nomeadamente o risco de as desenvolver quando os pais padecem desse erro refrativo. Este facto torna-se mais evidente principalmente na miopia.

Um estudo realizado entre 2008 e 2011 na Coreia, teve como objetivo determinar qual o efeito do erro refrativo dos pais em crianças míopes. Foram incluídas 3 862 crianças com idades entre os 5 e os 18 anos, estabelecendo uma idade média de $11,1 \pm 3,8$. Os pais enquadravam-se na faixa etária dos 27 aos 65 anos e as mães entre 22 e 57 anos, com idades médias de $43,0 \pm 5,5$ e $40,2 \pm 5,3$, respetivamente. Han KE et al. (Han KE, 2018), observaram que a prevalência da miopia aumentava quanto mais alto fosse o equivalente esférico dos pais. Na alta miopia este facto foi ainda mais evidente. Porém, todos os valores foram estatisticamente significativos. Deste modo, crianças com pais míopes eram mais propensas a desenvolverem miopia do que crianças com pais não míopes.

Um trabalho recente, investigou a influência da miopia parental na prevalência de miopia nas crianças. Foram recrutadas 1197 crianças aleatoriamente por 12 escolas, 595 enquadrava-se na faixa etária dos 8 aos 11 anos e 602 entre os 12 e 15 anos. A idade média geral dos participantes foi de $11,5 \pm 2,3$ anos. Entre as crianças míopes, 71,9% tinha pais com miopia e apenas 28,1% não tinha pais

miópes. O estudo revela que o risco de desenvolver miopia varia com o número de pais com miopia. Ou seja, 41% das crianças com miopia tinham ambos os pais miópes e 31% tiveram apenas o pai ou a mãe míope. Já 28% não tiveram nenhum dos dois miópes. Assim, Atowa et al. (Atowa, 2019), concluíram que crianças com pais miópes têm maior risco de desenvolver miopia.

De modo a verificar de forma plena a influência genética no desenvolvimento da miopia, Jiang X et al. (Jiang X, 2020), realizaram um estudo de corte multiétnico entre bebês dos 6 aos 72 meses. Esta investigação reuniu dados de bebês entre 3 estudos de base populacional. Os dados foram recolhidos de 2003 a 2011 e analisados de 2017 a 2019. Participaram 9 793 crianças, incluindo 4003 asiáticos, 2201 afro-americanos, 1998 hispânicos e 1591 caucasianos. Em comparação com crianças sem miopia parental, verificou-se uma razão de 1,42 para miopia de início precoce nas crianças com a mãe ou o pai míope; 2,70 para crianças com os dois pais miópes e uma razão de 3,39 para crianças em que os dois pais desenvolveram miopia na infância. Os efeitos da miopia parental foram observados nos 4 grupos raciais. Assim, a miopia parental, especialmente a miopia parental de início na infância, foi associada a um maior risco de miopia precoce.

Alsaif BA et al. (Alsaif BA, 2019), selecionaram 338 alunos de forma aleatória de uma universidade e encontraram uma taxa de 47,9% de miopia entre os participantes. A miopia parental foi significativamente associada ao estado refrativo míope dos alunos. Cerca de 6% dos miópes tinham os dois progenitores com miopia. Além disso, 1,9% dos jovens emetropes tinham os dois pais miópes. Quanto à hipermetropia esta associação estava ausente.

Deste modo, é pela hereditariedade que o ser humano recebe e transmite conteúdos genéticos, podendo a ametropia pode ser assim obtida. Pela análise de vários autores é percebido que a miopia é o erro refrativo que mais evidencia esta associação. As crianças com pais miópes têm efetivamente mais probabilidade de desenvolver miopia na idade adulta.

2.4.6 Atividades ao ar livre

As atividades ao ar livre têm sido sugeridas por diversos autores como um fator protetor no desenvolvimento e progressão da miopia. Estas atividades englobam jogos, passeios, desportos ou até mesmo uma ida a um parque infantil. De forma a perceber o possível efeito protetor das atividades ao ar livre, Huang P et al. (Huang P, 2020), avaliaram 10 743 crianças com idades entre os 9 e 11 anos. A refração foi avaliada de 6 em 6 meses, durante 2 anos. As crianças que apresentavam um comportamento protetor persistente, - isto é, mais tempo em atividades ao ar livre, maior distância na

realização de tarefas de perto e uma pausa de 30min nas tarefas de visão próxima -, apresentaram uma prevalência de miopia estatisticamente menor. Desta forma, o tempo despendido na realização de tarefas ao ar livre é um comportamento de proteção na prevalência e progressão da miopia durante os 2 anos.

Há um grande interesse em estudar mais pormenorizadamente esta associação entre a miopia e as atividades ao ar livre. Isto, porque não há só benefícios quando se está perante o ambiente exterior. Um excesso de tempo num espaço ao sol pode levar a efeitos prejudiciais, tais como o aumento do risco de melanoma, catarata e pterígio. Lingham G et al. (Lingham G, 2020), explicaram que alguns dos fatores que ajudam a diminuir o risco da miopia quando se está ao ar livre são: luz mais brilhante, desfocagem periférica reduzida, níveis mais altos de vitamina D, espectro cromático diferente do da luz artificial, maior atividade física, ritmos circadianos prolongados, menos atividades em visão de perto e maiores energias de alta frequência espacial. Acredita-se que aumentar a exposição à luz é uma intervenção promissora para a miopia. Contudo, são necessários estudos intervencionistas que aumentem a exposição à luz sem alterar o tempo ao ar livre para provar esta teoria. Acredita-se que a desfocagem periférica parece ser capaz de modular o crescimento do olho. Os ritmos circadianos, o espectro cromático da luz e a frequência espacial podem vincular o tempo passado ao ar livre e a miopia. No entanto, estas evidências são ainda escassas. É também sugerido que para obter uma maior eficácia contra o desenvolvimento da miopia é necessário a combinação da atividade física, da vitamina D e de um menor tempo em atividade de visão próxima.

Huang L et al. (Huang L, 2019), selecionaram de forma aleatória 968 estudantes do primeiro ano de uma universidade em Nanjing. A idade média dos participantes foi de $19,6 \pm 0,9$ anos. A prevalência da miopia entre os universitários que passavam mais de 2h diárias em atividades ao ar livre foi de 70,7%, enquanto os que passavam menos de 2h apresentaram uma taxa de 80%.

Através de uma metanálise com inclusão de 5 estudos clínicos, Deng et al. (Deng, 2019), avaliaram os benefícios das atividades ao ar livre no início do aparecimento da miopia em crianças com idades entre os 6 e 11 anos. O objetivo foi perceber qual o risco de desenvolvimento da miopia, estudar o deslocamento miópico e o comprimento axial, analisando o tempo passado em tarefas ao ar livre. Os resultados foram obtidos após 1 ano de observação. O risco de desenvolvimento de miopia foi menor nas crianças com mais horas de atividades em ambiente externo. Quanto ao deslocamento miópico, em crianças inicialmente não míopes, este foi consistentemente mais lento no grupo de crianças com mais tempo em atividades ao ar livre. Já para crianças inicialmente míopes, o benefício foi misto. De uma forma geral, em quase todos os estudos a prevenção com atividades ao ar livre levou a um deslocamento

miópico menor e mais lento. No que toca ao comprimento axial, apenas 3 estudos o avaliaram. O aumento do comprimento axial mostrou-se mais lento no grupo com maior tempo em atividades ao ar livre. Embora a magnitude do tratamento tenha um efeito pequeno, este demonstrou-se estatisticamente significativo. Os resultados desta meta-análise sugerem que há um risco ligeiramente menor de início da miopia e deslocamento miópico com mais horas de atividade ao ar livre. Posto isto, são necessários mais estudos clínicos futuros para avaliar este efeito a longo prazo e se o mesmo varia consoante o estado da miopia inicial. Um maior tempo de atividades em ambiente exterior leva a uma redução do risco de aparecimento e desenvolvimento desta ametropia.

2.5 Prevalência dos Erros Refrativos no Mundo

Mundo

Para este estudo bancos de dados internacionais foram analisados entre 1990 e 2016. Os resultados dos estudos recuperados foram combinados aleatoriamente e relatados segundo um intervalo de confiança de 95%. Em crianças a prevalência estimada de miopia, hipermetropia e astigmatismo foi de 11,7%, 4,6% e 14,9%, respetivamente. Já nos adultos, a percentagem da miopia foi de 26,5%, a de hipermetropia foi de 30,9% e o astigmatismo alcançou 40,4%. Este relatório de Hassan Hashemi et al. (Hassan Hashemi, 2018) mostrou que o astigmatismo foi o erro refrativo mais comum tanto nas crianças como nos adultos, seguido pela hipermetropia e miopia. Os adultos do Sudeste Asiático obtiveram a maior prevalência de miopia e astigmatismo. Do lado oposto, na América, foi observada a maior prevalência de hipermetropia em crianças e adultos.

Europa

Foram analisados dados refrativos adquiridos entre 1990 e 2013 de 61,946 indivíduos com idades médias compreendidas entre os 44 e os 81 anos. Foram excluídos do estudo participantes que tivessem sido sujeitos a alguma cirurgia ocular, cataratas, descolamento de retina ou algum fator que pudesse influenciar a refração. Estimativas específicas por idade revelaram uma alta prevalência de miopia nos mais jovens (25 aos 29 anos). Os investigadores concluíram que o erro refrativo afeta pouco mais de metade dos adultos europeus. Com base na população europeia de 2010 estimam que haja 227,2 milhões de pessoas com miopia em toda a Europa. (Williams, 2015).

Ásia

Chen- Wein Pan *et al.* (Chen-Wein Pan, 2013) identificaram 50 estudos populacionais, incluindo 215,672 indivíduos com idades entre os 0 e 96 anos com o intuito de relatar a prevalência da miopia em 16 países ou regiões asiáticas. A maior taxa de prevalência de miopia foi observada em coreanos na faixa etária dos 19 anos. No entanto, a miopia também se mostrou prevalente nos indivíduos com idades superiores a 70 anos, em comparação com outras faixas etárias. Estes cientistas concluíram que há uma grande variação na prevalência de miopia específica por idade na Ásia.

2.6 Prevalência dos Erros Refrativos nas crianças

Normalmente, quando existe a presença de uma ametropia esta tende a desenvolver-se à medida que crescemos. Neste sentido, importa perceber de que forma se instala no indivíduo, a partir de que idade surge e qual o desenvolvimento que apresenta à medida que o sujeito evolui.

A miopia na idade do pré-escolar é normalmente um indicador de progressão para alta miopia. Yin Hu *et al.* (Yin Hu, 2019), estudaram as mudanças longitudinais na miopia pré-escolar. Para este estudo foram utilizados dados de uma clínica em que a miopia estava presente nas crianças antes dos 6 anos (definida, assim, miopia pré-escolar) e, em que as mesmas tenham sido avaliadas durante um período de pelo menos 2 anos. Neste sentido, participaram 495 crianças com idade média de 5,12 anos na primeira consulta. Para todos os participantes, a taxa média de mudança no equivalente esférico foi de $-0,59D \pm 0,47D$ por ano. Entre eles, 63% demonstraram progressão da miopia, enquanto 35,8% apresentaram refrações estáveis e apenas 1,2% conseguiram uma regressão na miopia. Os autores concluíram que, embora uma percentagem considerável de indivíduos tenham apresentado uma refração longitudinal estável ao longo do estudo, a miopia pré-escolar, em média, tem efetivamente tendência a progredir.

Yahya NA (Yahya, 2019)., defende que um erro refrativo não corrigido, principalmente a miopia, pode causar deficiência visual futuramente. Assim, estudaram a distribuição das ametropias numa amostra de 151 crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 36 meses, sendo a média de idades $18,09 \pm 7,95$ meses em que 78% dos indivíduos tinham 12 meses ou mais. A ametropia dominante foi o astigmatismo que alcançou 26% da população em estudo, seguindo-se a hipermetropia com 12,7%, a miopia com 1,3% e anisometropia com 0,7%. Foi verificada a redução da hipermetropia com o aumento da idade em direção à emetropia e o aparecimento da miopia observou-se aos 24 meses. Como o tamanho da amostra é reduzido, estes dados não podem ser generalizados. No entanto, recomendam

uma análise visual precoce para corrigir ametropias significativas que possam causar perturbações na visão.

A hipermetropia moderada a alta, segundo Yin Hu et al. (Yin Hu, 2019), está associada a défices visuais. Neste sentido, foi estudado as mudanças longitudinais no equivalente esférico em criança cuja idade média inicial foi de 6,4 anos e a final de 10,1 anos. Participaram nesta investigação crianças avaliadas na clínica Zhongshan Ophthalmic Center entre 2009 e 2017. Para serem incluídas, teriam de apresentar uma hipermetropia superior a 2,00D numa idade inicial de 6 a 8 anos, ter pelo menos 3 visitas e acompanhamento mínimo de 2 anos. Foram contabilizados 1769 participantes para avaliação. Um considerável número de olhos (40,8%) demonstrou uma mudança longitudinal no SE de menos de $\pm 0,25D/\text{ano}$ e aproximadamente 1 de 3 olhos apresentaram uma mudança $> -0,50$ e $\leq -0,25 D/\text{ano}$. Verificou-se também uma mudança míope leve em 34,5% dos casos, moderada em 22,1% e rápida em 2,6%. Crianças com maior hipermetropia inicial revelaram uma redução significativamente mais rápida na refração hipermetrópica. Os cientistas concluíram que indivíduos com maior hipermetropia inicial apresentaram uma taxa de redução mais rápida. Uma parte bastante significativa da amostra apresenta um equivalente esférico estável longitudinalmente e, em média, foi observada uma redução no erro refrativo da hipermetropia.

Com o intuito de investigar a prevalência dos vários tipos de ametropias, Hashemi H et al (Hashemi, 2016) procederam a um estudo transversal em 4,072 crianças no Irão, com 7 anos de idade. As taxas de prevalência de miopia, hipermetropia e astigmatismo, foram, respetivamente, de 3,04%, 6,20% e 17,43%. No geral, cerca de 22,8% dos estudantes apresentou pelo menos um tipo de erro refrativo. Assim, os investigadores concluíram que 1 em cada 5 alunos apresentou uma ametropia.

Na China, Lan W et al. (Lan W, 2013), observaram a prevalência dos erros refrativos em 2,478 crianças entre os 3 e os 6 anos de 10 jardins de infância selecionados aleatoriamente. Foi medida a refração com uso a cicloplegico (3 a 4 gotas) e definidas as ametropias da seguinte forma: miopia, pelo menos $-0,50D$ no pior olho; hipermetropia pelo menos $+2,00D$ no pior olho; e astigmatismo de pelo menos $1,50D$ no pior olho. A miopia verificou-se incomum na população do pré-escolar, apresentando apenas uma prevalência geral de 1,0%. A alta miopia foi extremamente rara nesta investigação, de tal forma que apenas 2 crianças a revelaram (0,08%). Quanto à hipermetropia, a prevalência geral foi de 23,2% e apresentou uma diminuição ao longo da idade. Por fim, o astigmatismo apresentou uma prevalência geral de 8,4%. Estes investigadores, realçam que o uso de cicloplégico (até 4 gotas) pode ser determinante para a obtenção de resultados mais precisos. Os resultados sugerem que todas as crianças

seguem um padrão semelhante em termos de refração inicial, com pouca miopia e um equivalente esférico hipermetrope acima de +1,00D até à idade de 5/6 anos.

Em jeito de conclusão, podemos retirar a ideia de que, em idades mais jovens, a hipermetropia é a ametropia mais relevante e que esta tendência se vai contrariando à medida que se caminha para idades mais velhas.

2.7 Comparação do Erro Refrativo entre sexos

Quando se estuda o erro refrativo e a forma como este se instala em cada individuo é também fundamental tentar perceber se as próprias características individuais de cada sujeito podem, de alguma forma, influenciar o seu desenvolvimento/aparecimento.

No estudo referido acima, em que Hashemi H et al. (Hashemi H, 2016). Analisaram a presença das ametropias em crianças de 7 anos no Irão, foram também analisadas as diferenças existentes entre o sexo masculino e feminino.

Tabela 3 - Prevalência das ametropias no estudo de Hashemi et al., entre sexos

		Miopia (%)	Hipermetropia (%)	Astigmatismo (%)
Sexo	Masculino	3,07	5,06	15,46
	Feminino	3,00	7,43	19,54

Com base nestes resultados, as diferenças entre os sexos não foram significativas em relação à miopia e ao astigmatismo. Quanto à hipermetropia, verificou-se que no sexo feminino a probabilidade de desenvolver esta ametropia é 1,1% vezes superior à do sexo masculino.

No estudo de Lan W et al. (Lan W, 2013), onde foram observadas 2,478 crianças, entre os 3 e os 6 anos de idade, a influência do sexo também foi estudada. A prevalência geral da miopia foi semelhante entre os meninos e as meninas, não existindo diferenças significativas. Quanto à hipermetropia, a prevalência foi superior nos indivíduos do sexo feminino, quando comparado à do sexo masculino. No

entanto, esta situação apenas se verificou nas crianças de 3 e 5 anos, não sendo observada nas de 4 e 6 anos.

Reza Norouzirad et al. (Reza Norouzirad, 2015), avaliaram a presença dos erros refrativos em 113 crianças. A idade média dos participantes foi $11,05 \pm 2,93$ anos. Destes, 520 pertenciam ao sexo feminino e 610 ao sexo masculino.

Tabela 4 - Prevalência das ametropias, no estudo de Norouzirad et al., entre sexos

		Miopia (%)	Hipermetropia (%)	Astigmatismo >0.5D (%)
Sexo	Feminino	12,3	15,4	41,5
	Masculino	17,0	10,8	48,5

A hipermetropia foi detetada em 12,9% dos alunos e conforme podemos verificar na tabela 4, a prevalência foi significativamente maior nas meninas. Quanto ao astigmatismo, teve uma prevalência superior no sexo masculino quando comparado com o sexo oposto. A miopia não apresentou tendência a nível de sexo.

Deste modo, estes autores sugerem que o sexo feminino é um fator de risco associado ao aparecimento da hipermetropia.

Um estudo transversal de realizado por Yingyan Ma et al. (Yingyan Ma, 2016), entre novembro e dezembro de 2013, avaliou as mudanças do erro refrativo em crianças compreendidas entre os 3 e os 10 anos de idade. Foram selecionadas aleatoriamente 7 creches e 7 escolas primárias para a recolha da amostra. Foram incluídas neste estudo 8,267 indivíduos. O número de meninos incluídos foi superior ao das meninas.

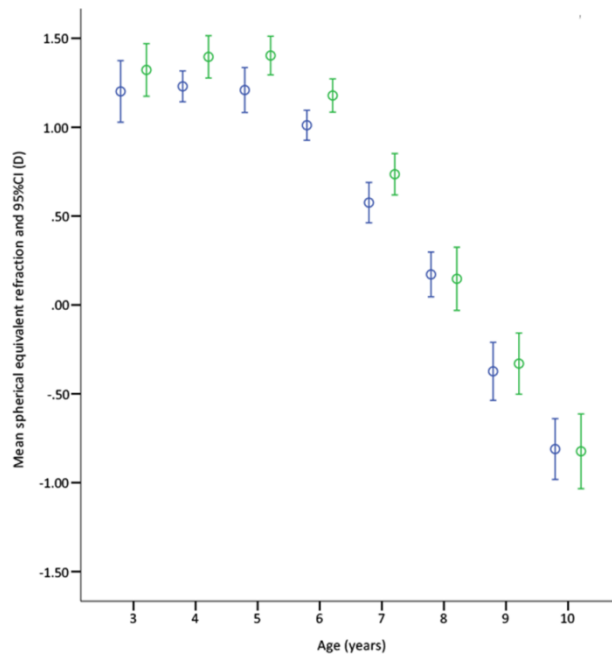


Figura 7 Média do EE de acordo com a idade e sexo no olho direito. Azul corresponde ao sexo masculino e Verde ao sexo feminino.

A média do equivalente esférico (EE) dos rapazes e das raparigas diminuiu de 1,20D e 1,32D, respetivamente, entre as crianças de 3 anos; e para -0,81D e -0,82D, respetivamente, entre as crianças de 10 anos. O sexo feminino apresenta-se menos míope antes dos 8 anos e, posteriormente, torna-se tão ou mais míope que o sexo masculino. De acordo com esta análise pode concluir-se que não há uma relação entre o erro refrativo e o sexo dos participantes.

Uma revisão sistemática que inclui 11 artigos teve como objetivo estudar a prevalência da hipermetropia moderada ($\geq +2,00D$) em indivíduos compreendidos entre os 6 e 15 anos de idade. A maioria dos estudos não demonstrou relação entre o sexo e o erro refrativo. Apesar disso, de acordo com alguns deles, as raparigas têm maior probabilidade de serem hipermétropes quando comparadas com os rapazes. Na Austrália, aos 6 anos, as meninas são mais hipermétropes do que os meninos, apresentando 15,5% de prevalência contra 10,9%, respetivamente. Porém, aos 12 anos, essa diferença já não foi encontrada entre as crianças do mesmo estudo. Da mesma forma, estudos feitos no Chile, China e Nepal, realizados em indivíduos dos 5 aos 15 anos, revelam que os participantes do sexo feminino se mostram mais propensos a desenvolver hipermetropia, do que os do sexo masculino. O mesmo não acontece na Polónia, onde os meninos entre os 6 e os 18 anos apresentam maior prevalência

de hipermetropia (40,3%), quando comparados com as meninas da mesma faixa etária (35,3%). (Elliot H, 2012).

Deste modo, não há ainda uma sustentação coesa e coerente à cerca da relação que possa existir entre o aparecimento de uma ametropia e o sexo que define a pessoa. As diferenças, em cada país ou dentro do mesmo, podem ter como fatores o nível de estudos, ambiente, etc., capazes de condicionar o desenvolvimento do erro refrativo.

Capítulo 3 – Material e Métodos

Neste capítulo apresenta-se o processo experimental do projeto. Começa pela descrição do tipo de estudo, passa pela apresentação da amostra com os devidos processos de inclusão e exclusão, assim como o consentimento informado feito para os encarregados de educação com o objetivo de obter autorização de participação do seu educando no rastreio. Termina com explicação do material utilizado bem como a referência aos testes estatísticos usados para a análise de dados.

3.1 Tipo de estudo

Carateriza-se por um estudo de coorte prospetivo transversal, uma vez que é estudada a caraterização do erro refrativo nas crianças. Ou seja, a condição e a exposição estão a ser medidas simultaneamente, num determinado momento.

3.2 População estudada

O presente estudo foi realizado em todas as escolas de ensino básico do concelho de Paredes, distrito do Porto. O procedimento consistiu, primeiramente, na entrega a cada Encarregado de Educação de um consentimento informado, esclarecido e livre, para permitir a participação dos seus educandos neste estudo de investigação (anexo 1). Este documento possuía a informação e explicação de todo o processo de funcionamento do estudo, referindo que os dados obtidos seriam utilizados de forma anónima e apenas com os fins científicos ou académicos que a equipa investigadora considerasse apropriados e seguindo o regime legal de proteção de dados. Neste documento, era também pedido algumas informações pessoais de cada criança, como sexo, idade e ano de escolaridade, importantes para a análise dos resultados. Desta forma, os Encarregados de Educação, tendo conhecimento dos procedimentos, autorizavam ou rejeitavam a participação do seu educando neste trabalho. Todos os dados adquiridos, serão por isso, tratados de forma sigilosa. Em anexo (**anexo I**), está representado o consentimento apresentado aos pais.

Para que fosse possível a obtenção de dados destas escolas este estudo foi também aprovado pela direção das mesmas.

3.2.1 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídas neste estudo todas as crianças que se encontravam a frequentar entre o 1º e o 4º ano de escolaridade nas escolas do Concelho de Paredes, cuja autorização do Carregado de Educação foi obtida.

Os critérios de exclusão incidiam, primeiramente, nas crianças que não obtiveram o consentimento dos pais. Fatores como intervenções cirúrgicas oculares e problemas neurológicos eram também impeditivos de participação.

3.3 Hipóteses e Objetivos do estudo

Hipóteses:

- A ametropia mais comum entre as crianças é a hipermetropia;
- O erro refrativo da miopia torna-se mais frequente há medida que a idade aumenta;
- O sexo feminino apresenta uma maior incidência nos erros refrativos;
- Quanto mais elevado o nível escolar, mais frequente é a presença de erros refrativos.

Objetivos:

Este trabalho teve como principais objetivos:

- Análise descritiva dos erros refrativos dos alunos do concelho de Paredes, do 1º ao 4º ano, em 2019;
- Analisar a prevalência de erros refrativos na população em estudo;
- Perceber as relações existentes entre o erro refrativo e a idade;
- Perceber as relações existentes entre o erro refrativo e o sexo.

3.4 Instrumentação Utilizada

Para a avaliação do erro refrativo foi utilizado o instrumento PlusoptiX A12 (figura 8). Este instrumento permite obter o valor de refração através do estudo das imagens fotográficas do reflexo retiniano observado sobre a área pupilar, como explica, Antonio Lopez (Dr. Antonio Lopez, 2004). Uma das principais vantagens deste instrumento é o facto de não ser necessário recorrer a cicloplégico, sendo mencionado em alguns estudos que o valor de refração obtido é semelhante ao obtido por refração cicloplégica. Outra vantagem, referida por Yalcin et al. (Yalcin, 2016), é o facto de os dois olhos serem avaliados ao mesmo tempo. Uma vez que a atenção das crianças é algo difícil de se conseguir, este

instrumento, devido às suas luzes e sons, assim como a caricatura que apresenta (figura 8), consegue facilmente captar a atenção por parte dos indivíduos mais pequenos. É muito útil e bastante utilizado atualmente pois, permite a deteção de anisometropias, facto afirmado também por Yalcin et al. (Yalcin, 2016) Assim, segundo as revisões efetuadas, é referenciado como um aparelho recomendado na avaliação de crianças e paciente com deficiência intelectual.

Há momentos em que este instrumento não é o mais indicado, pois não consegue efetuar as medições necessárias, como erros refrativos muito próximos ou que ultrapassam as delimitações dos intervalos de refração impostos. Na presença de estrabismo, nistagmos, opacidades, pupilas pequenas ou irregulares também não é aconselhado.

No entanto, de forma geral, é considerado um método fácil e rápido para detetar erros refrativos, sendo um instrumento de alta precisão e sensibilidade, na deteção de fatores de risco ambliogénicos, segundo Fogel-Levin M et al (Fogel-Levin M, 2013).

Deste modo, os dados obtidos por este instrumento são os dados refrativos da esfera, do cilindro e o respetivo eixo. Fornece também a distância pupilar e assimetria dos reflexos corneais e o diâmetro da pupila (figura 9).



Figura 8 Vista frontal do Plusoptix (vista pela criança)



Figura 9 Vista posterior do Ecrã PlusoptiX12 (vista pelo examinador)

Para a medição da acuidade visual (AV), foi utilizada uma escala de Snellen com a letra “E” (figura 10) por ser uma escala mais indicada para avaliação da AV nestas idades. As condições de utilização do Plusoptix e da avaliação da AV são descritas no ponto seguinte.

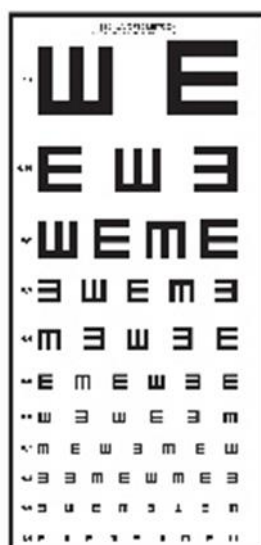


Figura 10 Exemplo da escala para avaliação da acuidade visual utilizada

3.5 Descrição da metodologia utilizada

A recolha de dados ocorreu nos meses de junho e julho de 2019.

Devido ao elevado número de crianças, para uma melhor otimização do tempo e espaço, não houve uma ordem específica para a realização dos exames. Os investigadores encontravam-se nos distintos postos de avaliação, e os alunos sentavam-se de forma aleatória em cada posto, até serem obtidos todos os dados.

De forma a assegurar uniformidade entre exames, tentou manter-se sempre as salas em condições de iluminação semelhantes nas diferentes escolas.

Na utilização do Plusoptix, é colocada a criança a 1 metro de distância e pedido para olhar para o “nariz” da figura que se pode observar na figura 8. Quando as laterais ficam a verde no ecrã do instrumento (figura 9), as medidas são obtidas automaticamente. Quanto à AV foi medida monocular e binocularmente. Tal como referido anteriormente, utilizou-se uma escala apenas com o “E” de Snellen para a criança indicar para que lado se encontram as “pernas” da letra. A medição da AV era realizada com a correção que o estudante tivesse ou sem nada caso não utilizasse nenhuma compensação refrativa.

Para casos mais complexos, onde a cooperação da criança era reduzida, foi-lhe dada a letra E feita em cartolina para que a colocasse da mesma forma que a via no cartaz.

3.6 Avaliação do Erro Refrativo

Após a obtenção dos valores refrativos, estes foram registados como esfera (ESF), cilindro (CIL) e eixo (EIXO), para os dois olhos, olho direito (OD) e olho esquerdo (OE). Estes valores foram calculados de forma a serem representados sobre forma vetorial do erro refrativo (M: equação 1; J0: equação 2; J45: equação 3), para utilização na análise estatística. As seguintes equações vetoriais foram propostas por Larry N Thibos (Larry N Thibos, 2001).

$$\text{Equação 1: } M = ESF + CIL/2$$

$$\text{Equação 2: } J0 = \left(-\frac{CIL}{2}\right) \times \cos(2 \times EIXO)$$

$$\text{Equação 3: } J45 = \left(-\frac{CIL}{2}\right) \times \sin(2 \times EIXO)$$

O valor do vetor M (equivalente esférico) representa o valor da componente esferocilíndrica (equação 1), os valores de J0 e J45 dizem respeito à componente astigmática do erro refrativo no meridiano horizontal e oblíquo, respetivamente. J0 representa as diferenças no poder dióptrico entre o meridiano horizontal e vertical. Quando existe astigmatismo à regra este valor é positivo, em contrapartida, quando existe astigmatismo contra à regra o valor é negativo (equação 2). Finalmente o

valor de J45, descreve o valor do astigmatismo oblíquo e é positivo quando o astigmatismo tem eixo negativo a 45° e negativo quando o astigmatismo tem eixo negativo a 135° (equação 3).

Em conclusão:

- Astigmatismo direto: $|J0| > |J45|$ e J0 positivo;
- Astigmatismo indireto: $|J0| > |J45|$ e J0 negativo;
- Astigmatismo oblíquo: $|J45| > |J0|$.

Estas equações foram aplicadas tanto para o OD como para o OE.

3.7 Análise Estatística

A análise estatística desta dissertação foi efetuada no programa IBM SPSS versão 27, através do qual foram analisados todos os resultados necessários para fundamentação das hipóteses apresentadas. Os resultados obtidos foram organizados numa base de dados fundamentada em concreto para o estudo em questão.

3.3.1 Teste Usados

Para uma análise estatística podemos recorrer a dois tipos de testes, os paramétricos, em que é exigida uma distribuição normal das variáveis, especialmente se a amostra for inferior a $n=30$, ou, os não paramétricos, em que os dados não seguem uma distribuição normal. Estes últimos, podem também ser utilizados em amostras de grandes dimensões caso se opte por conclusões mais conservadoras.

Assim, quando se inicia uma análise estatística é fundamental testar a normalidade dos dados, isto é, verificar se as variáveis em estudo seguem uma distribuição normal. Esta análise pode ser obtida pelo teste de Sahppiro-Wilks ou Kolmogorov-Smirnov.

No teste paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, se obtivermos um p-value superior a 0,05, conclui-se que as variáveis seguem o padrão de uma distribuição normal.

Neste trabalho foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, em que a hipótese nula é que as médias da população são as mesmas para os grupos estudados. Este teste é usado quando estamos perante a análise de 3 ou mais grupos.

Apesar de utilizada estatística não paramétrica na análise, optou-se por apresentar média e desvio padrão como medidas descritivas para facilitar a interpretação dos dados.

Foi também utilizado o teste de Mann-Whitney, indicado para a comparação entre dois grupos, neste caso, a comparação entre o sexo feminino e masculino, a fim de verificar as diferenças entre ambos.

O teste do qui-quadrado, é indicado para o cruzamento de variáveis, de modo a perceber a relação existente entre elas, como na relação entre o sexo e as ametropias. Neste teste apenas é referenciado o valor geral de p , ou seja, permite avaliar o valor geral das variáveis, contudo, não categoriza a categoria.

3.1.2 Critérios de Níveis

Como referido na revisão bibliográfica do presente estudo, as três ametropias estão divididas em subníveis: alto, médio e baixo.

A miopia é considerada baixa até $-3.00D$, média entre -3.00 e $-6.00D$ e alta acima de $-6.00D$.

A hipermetropia é definida como baixa até $+3.00D$, média entre $+3.00D$ a $+5.00D$ e alta, superior a $+5.00D$.

O astigmatismo é expresso como baixo até $1.00D$, médio entre $1.00D$ e $3.00D$ e alto, superior a $3.00D$.

3.8 Descrição da Amostra

A amostra é constituída por 2647 crianças, 50,5% do sexo feminino ($n = 1337$) e 49,50% do sexo masculino (1310) (figura 11), com idades compreendidas entre os 6 e os 11 anos, e uma média de 8,38 ($\pm 1,35$) anos sendo que 25,1% das crianças tem 9 anos ($n = 664$) e 22,4% tem 10 anos ($n = 593$) (figura 12). 84,2% das crianças ($n = 2229$) não usa óculos.

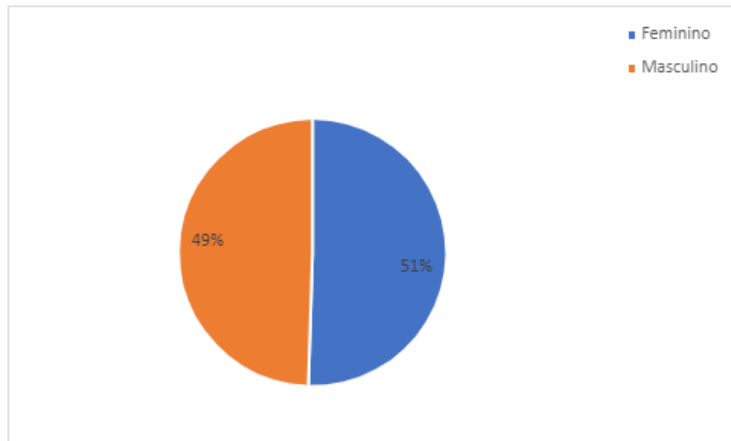


Figura 11 Gráfico da distribuição da amostra por sexo

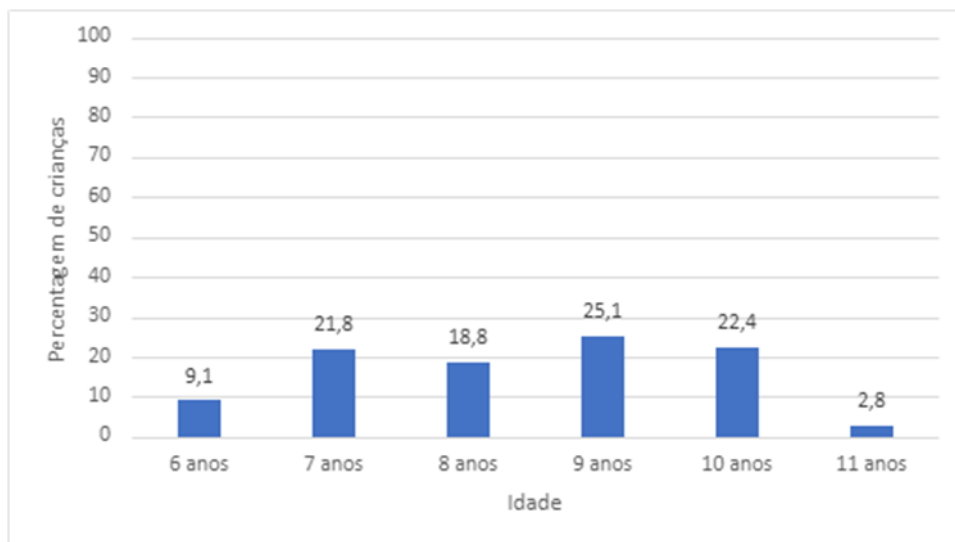


Figura 12 Gráfico da distribuição da amostra por idade

Capítulo 4 – Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos e a respetiva análise estatística. Em primeiro lugar serão expostos os resultados da prevalência dos erros refrativos. Posteriormente, serão analisados as diferentes relações entre a ametropia a idade e o sexo.

Todos os dados foram analisados de acordo com o equivalente esférico (M). Foram realizadas medidas descritivas relativas aos parâmetros refrativos M, J0 e J45, para a amostra total, bem como separadamente por sexo e idade.

Nesta análise todos os dados foram selecionados aleatoriamente, metade entre valores do olho direito e metade entre valores do olho esquerdo. O que está em causa é a avaliação de um sujeito, pelo que, não teria sentido a distinção entre os dois olhos assumindo-se a análise como um todo. Tal pode verificar-se na tabela 5, utilizando o teste do qui-quadrado para comparação da prevalência das ametropias entre o olho esquerdo e o olho direito de cada sujeito, os resultados não são estatisticamente significativos.

Tabela 5 - Comparação da prevalência das ametropias entre os dois olhos, utilizando o teste do qui-quadrado

	Feminino	Masculino	Estatística de	P
	n (%)	n (%)	Teste	
Olho direito				
Miopia	219 (16.4)	210 (16.0)	$\chi^2(2) = 2.46$	0.292
Emetropia	242 (18.1)	209 (16.0)		
Hipermetropia	876 (65.5)	891 (68.0)		
Olho esquerdo				
Miopia	213 (15.9)	189 (14.4)	$\chi^2(2) = 3.20$	0.202
Emetropia	205 (15.3)	179 (13.7)		
Hipermetropia	919 (68.7)	942 (71.9)		

O estudo foi definido com valores de cortes inferiores a -0,50D (miopia) e superiores a +0,50D (hipermetropia).

4.1 Distribuição do erro refrativo da amostra

Na Tabela 6 apresentam-se os valores relativos aos parâmetros refrativos M, J0 e J45, para a amostra total, bem como separadamente por sexo e idade. Conforme também ilustrado no gráfico da figura 13, observa-se que o sexo masculino apresenta um valor médio $+0,17 \pm 0,94D$ no parâmetro M, superior ao do sexo feminino que é de $+0,07 \pm 1,06D$, sendo a diferença estatisticamente significativa ($p=0,013$). Para os valores de J0 e J45 não existem diferenças estatisticamente significativas entre sexos ($p=0,791$ e $p=0,758$, respetivamente).

No que diz respeito à idade (gráfico da figura 14), verificam-se diferenças estatisticamente significativas nos valores do parâmetro M ($p < 0,001$). Observa-se uma diminuição nos valores médios do parâmetro M, à medida que a idade vai aumentando, de uma média de $+0,31 \pm 0,75D$ em crianças com 6 anos e de $+0,24 \pm 0,92D$ em crianças com 7 anos para uma média de $+0,00 \pm 1,01D$ em crianças com 10 anos ($p=0,004$ e $p=0,001$, respetivamente). Há também uma diferença estatisticamente significativa ($p=0,023$) entre o valor do parâmetro M em crianças com 7 anos ($+0,24 \pm 0,92D$) e o de crianças com 9 anos ($+0,08 \pm 1,07D$). Por outro lado, o valor médio de J0 é superior nas crianças com 11 anos ($+0,22 \pm 0,39D$), e inferior em crianças com 6 e 10 anos ($+0,18 \pm 0,32D$ e $+0,18 \pm 0,31D$), respetivamente, no entanto estas diferenças não são estatisticamente significativas ($p=0,574$). O valor médio do parâmetro J45 não apresenta variações estatisticamente significativas para as crianças com diferentes idades, assumindo um valor ligeiramente superior em crianças com 11 anos $+0,05 \pm 0,29D$ ($p=0,530$).

Tabela 6 - Medidas descritivas (média ± DP) dos parâmetros M, JO e J45, para a amostra total, por sexo e por idade

Amostra total		M (D)	JO (D)	J45 (D)
		+0,12 ±1,00	+0,19±0,34	+0,00 ±0,18
Sexo	Masculino	+0,17±0,94	+0,19±0,34	+0,00±0,19
	Feminino	+0,07±1,06	+0,19±0,34	+0,01±0,18
	p*	0,013	0,791	0,758
Idade	6	+0,31±0,75	+0,18±0,32	+0,00±0,18
	7	+0,24±0,92	+0,21±0,35	+0,01±0,18
	8	+0,10±1,03	+0,20±0,37	+0,01±0,20
	9	+0,08±1,07	+0,19±0,34	+0,01±0,18
	10	+0,00±1,01	+0,18±0,31	-0,01±0,17
	11	-0,02±1,30	+0,22±0,39	+0,05±0,29
	p§	<0,001	0,574	0,530

*teste de Mann-Whitney

§Teste de Kruskal Wallis

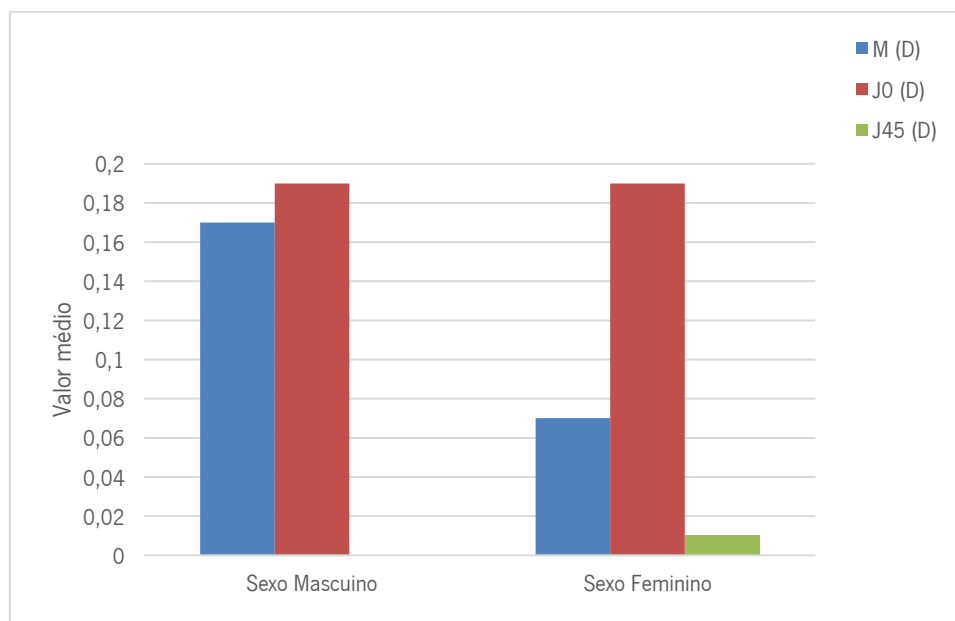


Figura 13 Gráfico da distribuição dos parâmetros M, JO e J45 por sexo

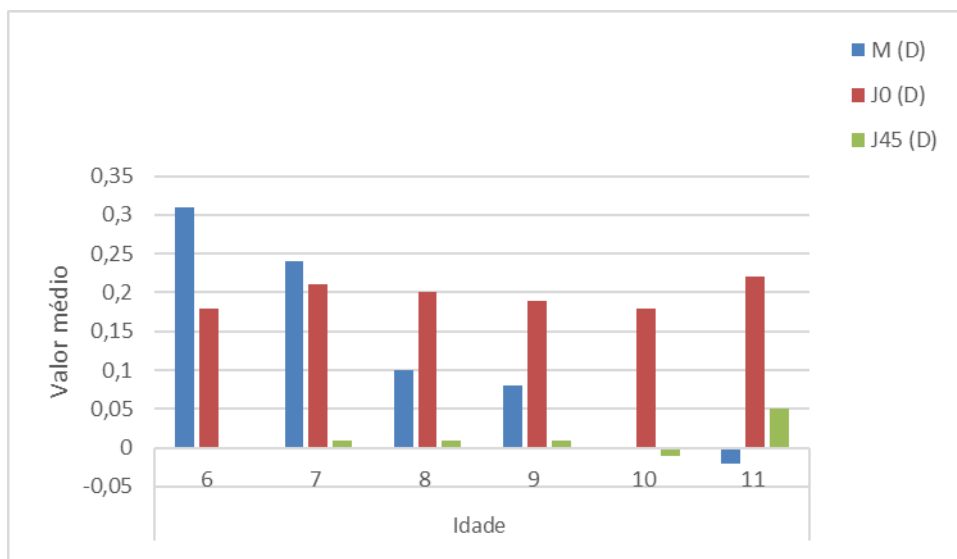


Figura 14 Gráfico da distribuição dos parâmetros M, JO e J45 por idade

Em relação à distribuição do erro refrativo, na Tabela 7 e na figura 15 apresentam-se as medidas descritivas relativas ao parâmetro refrativo M, por sexo e idade. Observa-se que aos 6 anos o sexo masculino apresenta um valor médio $+0,41 \pm 0,88D$ superior ao sexo feminino que é de $+0,23 \pm 0,63D$, não sendo a diferença estatisticamente significativa ($p=0,166$). Observa-se o mesmo aos 7 anos, o sexo masculino apresenta um valor médio $+0,28 \pm 0,84$, superior ao sexo feminino $+0,20 \pm 1,00D$, não sendo a diferença estatisticamente significativa ($p=0,082$). Aos 8 anos continuam a não haver diferenças estatisticamente significativas entre sexos ($p=0,856$), embora se observe novamente que o sexo masculino apresenta um valor médio $+0,13 \pm 1,04$, superior ao sexo feminino $+0,06 \pm 1,02D$. É observada uma tendência semelhante aos 9 anos, com o sexo masculino a evidenciar um valor médio $+0,13 \pm 0,92$, superior ao sexo feminino $+0,03 \pm 1,18D$ e aos 10 anos, $+0,06 \pm 0,95$ no caso do sexo masculino é $-0,06 \pm 1,06$ para o sexo feminino, sem diferenças estatisticamente significativas em ambas as idades ($p=0,319$ e $p=0,231$, respetivamente). Por outro lado, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas aos 11 anos ($p=0,048$), tendo o sexo masculino um valor médio de $+0,15 \pm 1,05D$ e o sexo feminino um valor médio de $-0,31 \pm 1,63D$.

Tabela 7 - Comparação dos valores do equivalente esférico (M) (média ± DP) para as diferentes idades por sexo

Idade	M (D) Masculino	M (D) Feminino	p *
6	+0,41±0,88	+0,23±0,63	0,166
7	+0,28±0,84	+0,20±1,00	0,082
8	+0,13±1,04	+0,06±1,02	0,856
9	+0,13±0,92	+0,03±1,18	0,319
10	+0,06±0,95	-0,06±1,06	0,231
11	+0,15±1,05	-0,31±1,63	0,048

*Teste de Mann-Whitney

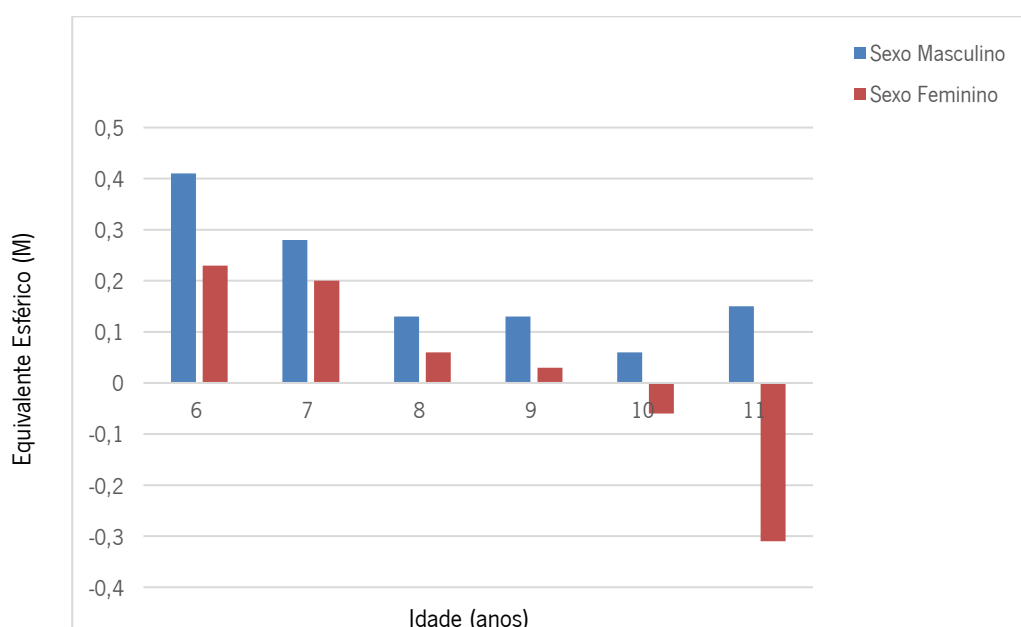


Figura 15 Gráfico da distribuição do equivalente esférico (M) para as diferentes idades por sexo

4.2 Distribuição das ametropias na amostra

É importante, através de uma análise cuidada, verificar em que idade se encontra uma maior prevalência de ametropias e se, esta incidência pode estar associada ao sexo. Os dados descritivos são apresentados na Tabela 8, para a amostra total, e separadamente por sexo e idade. Observa-se que mais de metade da amostra apresenta emetropia (59,8%), observando-se o mesmo quando analisados estes dados por sexo e idade. Comparando o sexo masculino com o feminino (gráfico da figura 16), constata-se que no sexo feminino há maior prevalência de miopia e emetropia (12,4% e 60,8%, respetivamente), acontecendo o inverso no que diz respeito à hipermetropia, em que no sexo masculino esta ametropia

prevalece (30,2%); no entanto, estas diferenças não são estatisticamente significativas ($p=0,128$). Analisando os dados por idade (gráfico da figura 17), verificam-se diferenças estatisticamente significativas ($p=0,003$), podendo observar-se um aumento do número de casos com miopia, com o aumento da idade, sendo o número de crianças com miopia aos 10 anos (15,0%) superior quando comparado com crianças com 6 anos (5,8%) e 7 anos (8,7%).

Tabela 8 - Percentagem das ametropias, para a amostra total, por sexo e por idade

Amostra total		Miopia (%)	Emetropia (%)	Hipermetropia (%)
		11,7	59,8	28,4
Sexo	Masculino	11,1	58,8	30,2
	Feminino	12,4	60,8	26,8
p * 0,128				
Idade	6	5,8	61,3	32,9
	7	8,7	59,0	32,4
	8	12,7	60,6	26,7
	9	12,7	60,1	27,3
	10	15,0	59,4	25,6
	11	14,9	56,8	28,4
	p *0,003			

*teste do qui-quadrado

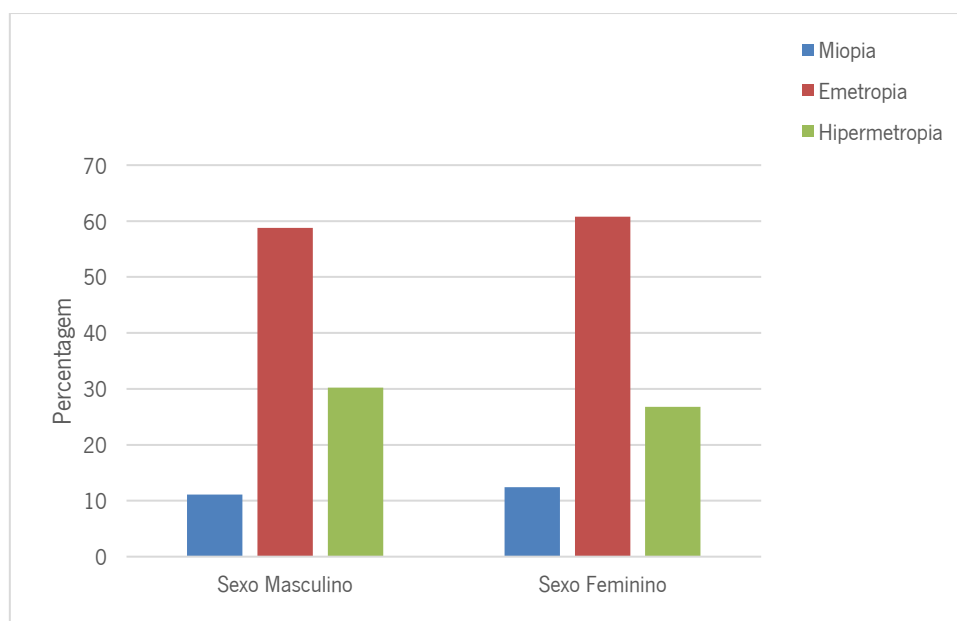


Figura 16 Gráfico da distribuição da ametropia por sexo

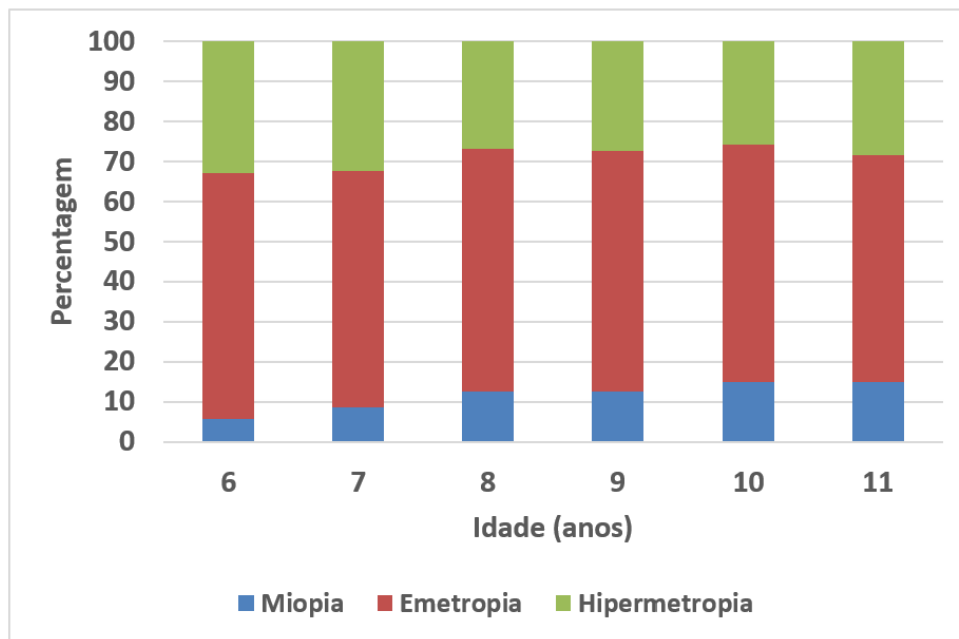


Figura 17 Gráfico da distribuição da ametropia por idade

Na Tabela 9 são apresentadas as medidas descritivas relativas à ametropia, por sexo e idade. Observa-se que nas idades dos 6, 7, 8 e 9 anos, no sexo feminino é mais prevalente os casos com miopia quando comparados com o sexo masculino (6,8%-4,7%; 9,0%-8,3%; 13,9%-11,5%;13,3%-12,2%, respectivamente), no entanto, as diferenças não são estatisticamente significativas. Aos 10 anos, a tendência observada em relação à miopia inverte-se, havendo mais prevalência de miopia no sexo masculino do que no feminino (15,2% e 14,9%, respectivamente), o mesmo se observa no que respeita à hipermetropia (28,3% do sexo masculino e 23,1% do sexo feminino), sem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,315$). Aos 11 anos, pode observar-se um número muito superior no sexo feminino com miopia (25,9%) quando comparado com o sexo masculino (8,5%); não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 9 - Comparação da ametropia para as diferentes idades por sexo

Idade		Masculino (%)	Feminino (%)	p *
6	Miopia	4,7	6,8	0,767
	Emetropia	62,6	60,2	
	Hipermetropia	32,7	33,1	
7	Miopia	8,3	9,0	0,781
	Emetropia	58,0	60,0	
	Hipermetropia	33,7	31,0	

8	Miopia	11,5	13,9	0,713
	Emetropia	61,7	59,5	
	Hipermetropia	26,8	26,6	
9	Miopia	12,0	13,3	0,249
	Emetropia	57,7	62,2	
	Hipermetropia	30,3	24,5	
10	Miopia	15,2	14,9	0,315
	Emetropia	56,6	62,0	
	Hipermetropia	28,3	23,1	
11	Miopia	8,5	25,9	0,128
	Emetropia	59,6	51,9	
	Hipermetropia	31,9	22,2	

*teste de qui-quadrado

4.3 Distribuição da anisometropia na amostra

Sendo a anisometropia, uma condição onde o erro refrativo é distinto entre os dois olhos, neste caso, fez-se a comparação entre ambos, de forma a perceber se esta prevalência é significativa nesta análise. A Tabela 10 apresenta as medidas descritivas da anisometropia, para a amostra total, bem como separadamente por sexo e idade. Considerando a amostra total, a quase totalidade das crianças apresentam um valor de anisometropia inferior a 1,00D (96,3%), observando-se o mesmo por sexo e idade. Analisando os dados por sexo (gráfico da figura 18), pode observar-se que o número de casos de crianças com valor de anisometropia superior a 2,00D é ligeiramente superior nos rapazes (1,1%) do que nas raparigas (0,8%); no entanto, a diferença não é estatisticamente significativa ($p=0,803$). Em termos de idade (gráfico da figura 19), observa-se que o valor de anisometropia inferior a 1,00D é mais frequente em crianças com 6 anos (98,8%), valor superior a 1,00D é mais frequente em crianças com 11 anos (4,1%) e há mais casos com valor de anisometropia superior a 2 também em crianças com 11 anos (1,4%); contudo, não se verificam diferenças estatisticamente significativas ($p=0,270$).

Tabela 10 - Medidas descritivas relativas à percentagem de anisometropia, para a amostra total, por sexo e por idade

		≤1,00D (%)	>1,00D e ≤ 2,00D (%)	>2,00D (%)
Amostra total		96,3	2,7	0,9
Sexo	Masculino	96,2	2,7	1,1
	Feminino	96,5	2,7	0,8

p*=0,803				
Idade	6	98,8	0,4	0,8
	7	96,5	2,6	0,9
	8	97,2	2,0	0,8
	9	95,6	3,2	1,2
	10	95,4	3,7	0,8
	11	94,6	4,1	1,4
p§=0,270				

*teste do qui-quadrado
 §Teste exato de Fisher

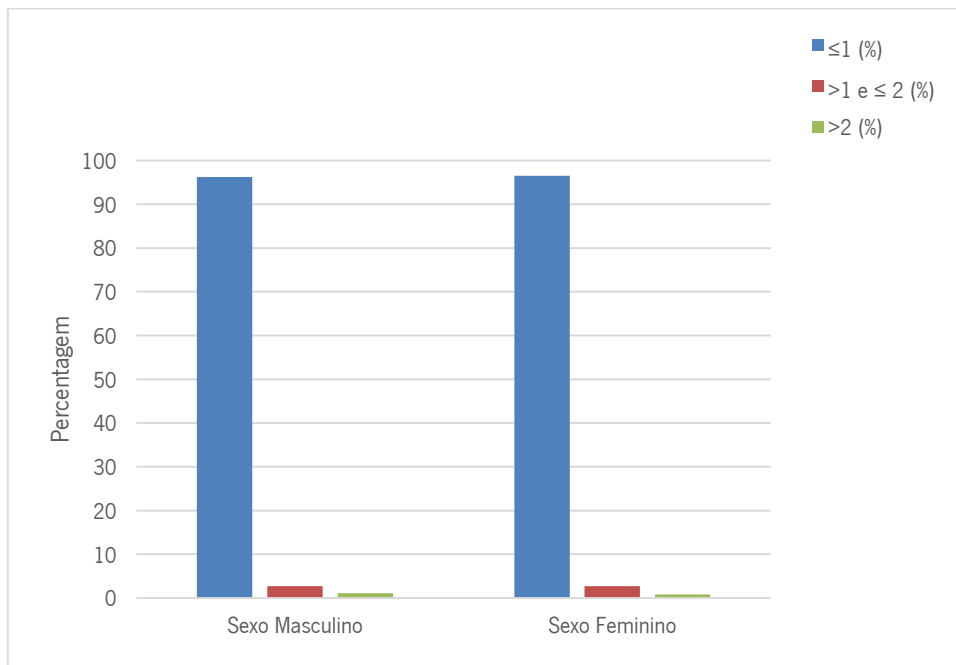


Figura 18 Gráfico da distribuição da anisometropia por sexo

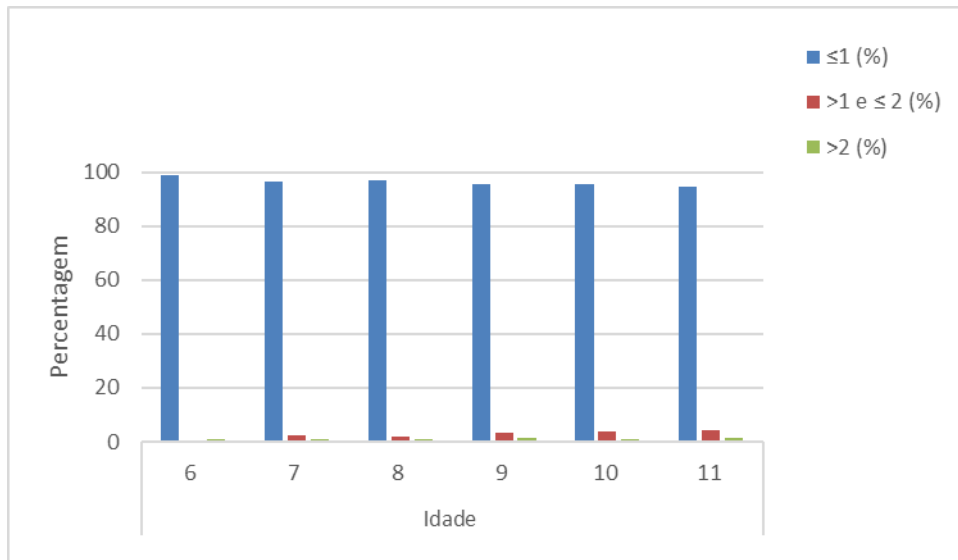


Figura 19 Gráfico da distribuição da anisometropia por idade

O gráfico da figura 20 apresenta os dados descritivos relativos às ametropias, categorizadas em níveis. Na maioria dos casos, quer de miopia quer de hipermetropia, as crianças apresentam valores baixos ($n = 1958, 97,9\%$ e $n = 642, 97,0\%$, respectivamente). O valor médio (entre $-3.00D$ e $-6.00D$, na miopia e entre $+3.00D$ e $+5.00D$, na hipermetropia) apresenta uma incidência de $1,9\%$ na miopia e $2,7\%$ na hipermetropia. Por último, o intervalo de ametropia alta (superior a $-6.00D$, na miopia e superior a $+5.00D$, na hipermetropia) é apenas visível em $0,03\%$ dos casos, seja de miopia ou hipermetropia.

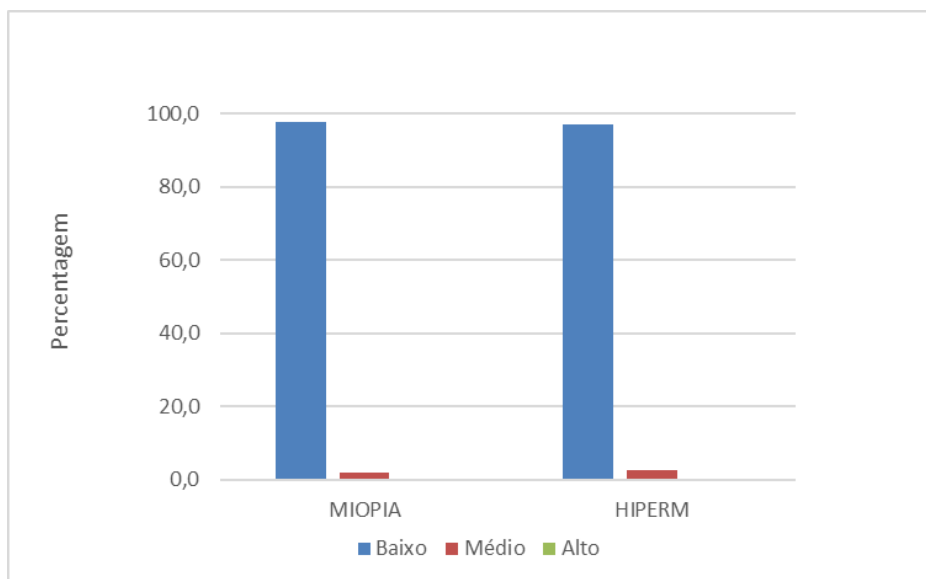


Figura 20 Gráfico da percentagem das ametropias altas, médias e baixas

4.4 Distribuição do astigmatismo na amostra

Além da miopia e hipermetropia, há também o astigmatismo que está na maioria das vezes está associado as outras ametropias. A Tabela 11 apresenta as medidas descritivas de astigmatismo obtidas.

Tabela 11 - Medidas descritivas relativas ao astigmatismo

	Ametropia associada	n (%)
Astigmatismo	Total	2314 (87,4)
	Simple	141 (6,1)
	Associado a Miopia	1623 (70,1)
	Associado a Hipermetropia	550 (23,8)

Observam-se 2314 (87,4%) de casos com presença de astigmatismo, a maioria dos mesmos também com miopia (n = 1623, 70,1%).

4.5 Uso prévio de óculos de correção da amostra

De acordo com vários estudos, é necessário o uso de óculos para correção das ametropias, com a finalidade da sua correção e retenção, para se conseguir obter a máxima acuidade visual. Assim, verificou-se quantas crianças avaliadas usavam óculos. Como pode observar-se no gráfico da figura 21, a maioria das crianças (n = 2229, 84,2%) não usava nenhum tipo de correção visual.

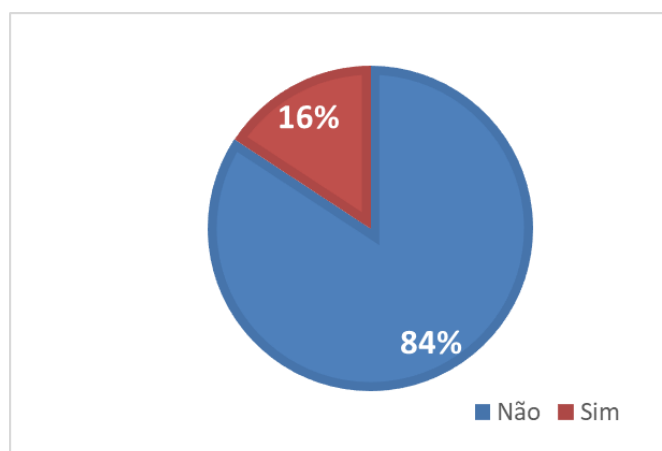


Figura 21 Gráfico da prevalência do uso de óculos

Capítulo 5 – Discussão dos resultados

Neste trabalho pretendeu-se avaliar a prevalência de erros refrativos em alunos que frequentavam entre o 1º ao 4º ano de escolaridade. Avaliou-se também as relações existentes entre o erro refrativo e a idade e entre o erro refrativo e o sexo.

De uma amostra total de 2647 crianças, 50,5% do sexo feminino e 49,50% do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 6 e os 11 anos, e uma média de 8,38 ($\pm 1,35$), a ametropia mais comum entre as crianças é a hipermetropia (Tabela 8). O erro refrativo da miopia torna-se mais frequente à medida que a idade aumenta (Tabela 9).

Relativamente ao sexo, o sexo feminino apresenta uma maior incidência de erros refrativos com 12.4% de miopia e 26.8% de hipermetropia (Tabela 8). No panorama geral a tendência é a predominância da hipermetropia no sexo feminino, invertendo-se esta tendência por volta dos 10 anos, em que o sexo masculino assume um maior número de casos de miopia (Tabela 9).

Quanto ao nível escolar, há medida que aumenta a escolaridade, a presença dos erros refrativos é mais frequente. Isto pode estar relacionado com o facto da exigência ao estudo ser superior, fazendo com que o sujeito esteja durante um período superior de tempo exposto a tarefas que despoletam maior exercício a nível musculo-motor, tendo como consequência um erro refrativo.

A emetropia mostrou-se predominante em 59,8% dos casos, de seguida a hipermetropia com 28,4% e finalmente, a miopia tem uma prevalência de 11,7%. Estes resultados estão de acordo com a maioria dos estudos apresentados na revisão bibliográfica em que há uma maior prevalência de hipermetropia nas idades mais jovens em comparação com a miopia. Exemplo desta citação são os estudos de McCullough SJ et al. (McCullough SJ, 2016), e Shapira Y et al. (Shapira, 2019), que demonstraram a miopia mais incidente em faixas etárias mais elevadas quando comparada em idades mais jovens. Os resultados encontrados para a prevalência da miopia nesta população são inferiores aos extrapolados na meta-análise apresentada por Holden BA et al (Holden BA, 2016)., em 2016 onde aponta uma previsão de miopia no ano de 2000 era de 22,9% e em 2050, chegaria a 49,8%, defendendo assim a sua progressão ao longo do tempo. No entanto, os resultados obtidos neste último estudo citado, podem dever-se, por exemplo, ao desenvolvimento tecnológico que em teoria, cada vez mais será melhorado e também mais acessível a menores idades. Facto verificado no estudo de Clair A et al. (Clair A, 2021), em que foi avaliada a associação entre o uso de computador e a miopia. A prevalência de miopia aumentou dos 6 anos para os 9 anos, em 9,3%, estando por isso, significativamente associada a

utilização do computador à miopia, segundo os dados deste autor. Na tabela 9, pode verificar-se que dos 6 aos 9 anos, há também no estudo presente realizado, um aumento progressivo da miopia, quer no sexo masculino como feminino. Embora não haja conhecimento da utilização ou tempo de uso ao computador em cada sujeito, pode considerar-se, mediante o tempo presente, que este dispositivo eletrónico poderá ter influência nestes resultados.

Ao analisar a presença de ametropias por idade, constata-se que em idades mais jovens, entre os 6 e os 7 anos, o equivalente esférico M tem valores superiores comparativamente ao grupo de idades de 10-11 anos (Tabela 7). Embora em idades mais jovens exista uma maior prevalência de hipermetropia (Irving, 2019), e, segundo o processo de emetropização, o individuo tendencialmente se torna emetropo, estes dados evidenciam que há a presença de hipermetropia no início, mas posteriormente a evolução para miopia. Ou seja, contrariamente ao expectável o desenvolvimento do erro refrativo, vai no sentido negativo, adquirindo a longo prazo o caminho da miopia. Assim, o resultado do estudo presente, não vai de encontro ao demonstrado no estudo de McCullough SJ et al. (McCullough SJ, 2016), sobre o processo de emetropização, que durante 6 anos estudou a alteração do erro refrativo e verificou um aumento de proporção de miopes entre os 6 e 7 anos, mas não no grupo dos 12-13 anos. Outra investigação foi a de Ribeiro et al (Ribeiro, G, 2015)., que num estudo retrospectivo, avaliou 67 crianças com uma média de idade de $18,5 \pm 6,9$ meses num período mínimo de 5 anos, sendo a média de idade final de $8,4 \pm 1,7$ anos. Nesta investigação, verificou-se um aumento significativo da hipermetropia até ao 3º ano de vida mantendo-se estatisticamente inalterável até aos 10 anos de idade, defendendo por isso, a permanência da hipermetropia nas idades seguintes.

Neste presente trabalho, a taxa de sujeitos com astigmatismo, considerando os valores de potência cilíndrica acima de 0,50 dioptrias, foi de 87,4%. Yahya NA (Yahya, 2019) estudaram a distribuição das ametropias numa faixa etária de $18,09 \pm 7,95$ meses, sendo a dominante, o astigmatismo. Devido ao tamanho da amostra utilizada na realização deste trabalho, os dados não podem ser generalizados, no entanto, podemos assumir o astigmatismo, como uma das ametropias mais prevalentes, habitualmente associado com a miopia ou hipermetropia. Exemplo disso, está demonstrado no resultado obtido quando se associa estas ametropias, em que o astigmatismo está associado maioritariamente na presença de miopia em 70,1% dos casos, 23,8% com hipermetropia e 6,1%, astigmatismo simples. Num estudo transversal de Geraldo Ribeiro et al. (Ribeiro, G, 2015), foram analisados 1452 alunos entre os 5 e os 19 anos de idade, onde o astigmatismo miópico foi a ametropia mais prevalente, presente em 42,5% da amostra. No entanto, os resultados podem variar de acordo com o valor de corte selecionado, por

exemplo um valor de corte de 0,50D ou 0,75D pode ter grande impacto nos valores de prevalência encontrados.

Em relação à posição do astigmatismo, Pons Castro et al. (Pons Castro, 2019), avaliaram a presença de astigmatismo em 61 crianças com idades entre os 3 e 9 anos. Quando comparado o astigmatismo miópico e hipermetrópico, o primeiro teve uma prevalência de 27,9% e o segundo, 13,1%, respectivamente. Para além disto, constataram que o astigmatismo miópico, tem um maior impacto na acuidade visual sem correção. Por outro lado, BEER et al. (BEER, 2003), avaliaram a presença do erro refrativo em 2640 crianças entre os 0 e os 6 anos, encontrando como erro refrativo mais prevalente, o astigmatismo hipermetrópico composto com 12,85% dos casos. Em 2008, Jevaux et al. (Jevaux, 2008), num estudo de prevenção da cegueira, que contou com 559 crianças entre os 3 a os 6 anos, o astigmatismo hipermetrópico prevaleceu sobre o miópico, 1,83% para 1,5%, respectivamente. Por último, em 2020 foi realizado um trabalho de investigação por Díaz et al. (Díaz, 2020), com 60 casos clínicos, tendo por base que os primeiros anos de vida são cruciais para o desenvolvimento de uma boa visão. Estes 60 casos, contavam com crianças entre os 6 e 12 anos. Depois de avaliada a presença do astigmatismo, concluiu-se que o astigmatismo miópico simples apresentou a maior prevalência estando presente em 30% dos casos. Assim, dependendo da amostra e da idade, a prevalência de astigmatismo miópico e hipermetrópico pode variar e não é consensual a sua prevalência nos diferentes estudos. Na amostra do presente estudo, os resultados obtidos vão em direção aos constatados por Pons Castro et al. (Pons Castro, 2019) e Díaz et al. (Díaz, 2020), já que o astigmatismo esteve presente em 87.4% dos casos estando associado maioritariamente ao erro refrativo da miopia. Quando comparados, astigmatismo à regra foi prevalente em relação ao contra à regra (Figura 21/Tabela 11).

Segundo Group (Group, 2015), a anisometropia, é um dos principais fatores para o desenvolvimento de ambliopia. Para além disto, os míopes são um grupo de risco, por terem uma maior prevalência de anisometropia. A anisometropia – presença de erros refrativos distintos entre os dois olhos – foi definida, neste estudo, como uma diferença no equivalente esférico superior a 1,00D entre ambos os olhos. Uma percentagem de 3,6% apresentou esta condição. Nesta avaliação, é importante o ponto de corte definido já que a sua prevalência varia entre diferentes estudos. Por exemplo, numa análise efetuada no Brasil por Leopoldo et al. (Leopoldo, 2017), em 40,873 alunos, de 14 escolas com idades compreendidas entre os 7 e 15 anos consideraram a anisometropia como diferenças $\geq 2,00D$. Em geral, incluindo todas as crianças ametropes, foi observada uma prevalência de 10,38%. Num outro estudo, foi avaliada a anisometropia em 150 crianças entre os 3 e os 17 anos, sendo considerada com

valores $\geq 1,25D$. Batista A (Batista A, 2020)., concluiu que a frequência de anisometropia foi de 5,21% na amostra total, sendo a anisometropia miópica, a mais frequente.

Em relação ao sexo, foram encontradas neste estudo diferenças estatisticamente significativas no erro refrativo. As crianças do sexo feminino apresentaram valores médios de equivalente esférico menores ($+0,07 \pm 1,06D$), comparativamente às crianças do sexo masculino ($+0,17 \pm 0,94D$), embora esta observação apenas se evidencie significativa na faixa etária dos 6-7 anos, em que aos seis anos o sexo feminino apresenta valores de $+0,23 \pm 0,63$ e o masculino $+0,41 \pm 0,88$ e aos 7 anos, $+0,20 \pm 1,00$ e $+0,28 \pm 0,84$, respetivamente. Este resultado, vai de encontro à maioria dos autores referidos anteriormente, onde se constata que em idades infantis o sexo feminino tem uma prevalência maior de miopia em relação ao sexo masculino. No entanto, Peckham CS et al. (Peckham CS, 1977), analisaram 403 crianças com uma média de 11 anos de idade, das quais 189 eram do sexo masculino e 214 eram do sexo feminino e não foram encontradas diferenças significativas. O fator sexo é ainda muito controverso entre os autores e não há, ainda, nenhuma base científica conclusiva, que possa determinar se este é de facto um fator determinante na presença de uma ametropia.

O grau de uma ametropia é também um estudo importante, de forma a avaliar a gravidade da mesma e ter a perceção da sua evolução no futuro. Neste estudo, de acordo com os valores teóricos mencionados que categorizam cada ametropia, em alta, média ou baixa, a maioria das crianças apresenta valores baixos do erro refrativo, quando existente. Dentro dos casos de hipermetropia, 97% é baixo (até $+3.00D$), 2,2,7% é médio (entre $+3.00D$ e $+5.00D$) e 0,3% alto (superior a $+5.00D$). Já na miopia, 97,9% enquadrou-se no intervalo baixo (até $-3.00D$), 1,9% no médio (entre $-3.00D$ e $-6.00D$) e 0,3% no alto (superior a $-6.00D$). Rayes et al. (Rayes, 2008), analisaram o histórico de 3169 pacientes de uma clínica privada na cidade de Florianópolis, no Brasil, contabilizando no total 6338 olhos, atendidos entre os anos de 1996 e 2007. A idade dos indivíduos estava compreendida entre os 2 e 20 anos. Nesta amostra, 309 crianças eram míopes (11.7%), 2314 apresentavam astigmatismo (87,4%), 751 hipermetropes (28.4%) e 1585 eram emetropes (59.8%). Em todas as ametropias verificadas, o nível baixo apresentou uma maior prevalência, contado com 66,8% dos míopes, 73,86% dos hipermetropes e 68,8% dos que tinham astigmatismo. Neste sentido, para além da presença de um erro refrativo é também fundamental verificar o nível a que este se encontra e o impacto que poderá ter na acuidade visual da pessoa, para que desta forma, sejam determinadas e avaliadas as melhores opções para a sua correção e/ou retenção da progressão da condição.

Sobre o uso de óculos, os dados não permitem chegar a conclusões concretas e significativas, contudo, poderá ser um ponto de referência para que seja impulsionado o estudo das idades mais jovens que necessitam ou não de um tipo de correção visual, já que, algumas podem estar a aumentar uma condição refrativa por não estar a ser compensada de forma correta.

Em suma, a realização deste trabalho, permitiu acima de tudo, verificar que as ametropias são efetivamente frequentes e prevalentes nas idades mais jovens. Para além disto, é importante que as crianças sejam avaliadas com regularidade para que possam ser corrigidas e/ou compensadas quando presentes. Há ainda, muita investigação a ser realizada para perceber como diversos fatores, sexo, idade, desenvolvimento e utilização de dispositivos tecnológicos, realização de tarefas em visão de perto prolongadas, etc, podem influenciar o aparecimento e a progressão destes erros refrativos. A prevenção e o controlo, são as chaves para que futuramente, haja um maior rendimento a nível pessoal e social do individuo. Os pais e os professores, deverão ser um dos trunfos mais importantes, uma vez que nem sempre as crianças têm a perceção da sua visão, podendo levar a desenvolvimentos por exemplo, de uma ambliopia, que em casos de diagnóstico mais tardio poderá não ser corrigível. A visão é um dos sentidos mais importantes do ser humano, e tal como todos os outros, exige o cuidado e a sensibilidade de ser constantemente avaliada.

Capítulo 6 – Conclusões

A realização deste trabalho, permite retirar algumas conclusões, nomeadamente e a principal, em relação ao impacto que as ametropias têm nas idades mais jovens e como é a sua progressão nestas faixas etárias.

Neste estudo, é verificada uma tendência para o erro refrativo da miopia, ao longo da idade, contudo, os dados não permitem generalizar esta incidência.

A hipermetropia é a emetropia que se verifica com uma maior prevalência nas idades do pré-escolar.

O astigmatismo, é sem dúvida, uma ametropia que exige a sua atenção, já que se apresentou em 87.4% dos casos e na maioria deles, associado ao erro refrativo da miopia.

A necessidade do uso de óculos deverá ser um parâmetro com atenção redobrada, principalmente nas idades mais jovens, pois, na presença de uma ametropia, nestas idades, é o tipo de correção mais usado.

Assim, através dos resultados obtidos no presente estudo, é cada vez mais importante o diagnóstico precoce, nomeadamente nos primeiros anos de vida e na entrada para o ensino escolar, para que os erros refrativos possam ser despistados e compensados corretamente. É nas idades mais jovens que se pode despoletar o desenvolvimento da ametropia, mediante o crescimento e desenvolvimento do ser humano, nas tarefas diárias que exerce e está sujeito.

Bibliografia

Alsaif BA, Aljindan MY, Alrammah HM, Almulla MO, Alshahrani SS, 2019. Refractive errors among Saudi college students and associated risk factors. *Clin Ophthalmol*; 13:437-443.

Alves, Aderbal, 2013. Refraction. Brasil: Grupo GEN.

Atowa Uchenna C., Rekha Hansraj, Samuel O. Wajuihian, 2019. Vision problems: a review of prevalence studies on refractive errors in school-age children. *African Journals*.

Bach, A., Villegas, V. M., Gold, A. S., Shi, W., & Murray, T. G, 2019. Axial length development in children. *International journal of ophthalmology*, 12: 815–819.

Banks MS, 1980. Infant refraction and accommodation. *Int Ophthalmol Clin.*; 2:205-32

Bannon RE, Walsh R, 1945. On astigmatism. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 22:162-181.

Bartlett JD, 1987. Anisometropia and aniseikonia. In Amos JF (Ed), *Diagnosis and Management in Vision Care*. Boston: Butterworth; 173-202.

Batista, A, 2020. Variation in the Frequency of Anisometropia with School Background. *Variação da Frequência da Anisometropia com o Percurso Escolar*. Thesis – Optometry and Vision Sciences, University of Beira Interior; 33-38.

Beer, Sandra Maria Canelas; SCARPI, Marinho Jorge and MINELLO, Antonieta Antunes, 2003. Ocular findings in children from zero to six years old, living in the city of São Caetano do Sul, SP. *Arq. Bras. Oftalmol*; 6:839-845.

Benjamin WJ. Borish's, 1998. *Clinical Refraction*.

Bennett AG, Rahhetts RB, 1989. *Clinical Visual Optics*, 2nd ed. London: Butterworth-Heinemann.

Brien A. Holden, Timothy R. Fricke, David A. Wilson, Monica Jong, Kavin S. Naidoo, Padmaja Sankaridurg, Tien Y. Wong, Thomas J. Naduvilath, Serge Resnikoff, 2016. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050, *Ophthalmology*; 5: 1036-1042.

Borish 1M. 1970. *Clinical Refraction*, 3rd ed. Chicago: Professional Press. 9. Gasson W. Roman ophthalmic science.

Chen-Wei Pan, Ying-Feng Zheng, Ainur Rahman Anuar, Merwyn Chew, Gus Gazzard, Tin Aung, Ching-Yu Cheng, Tien Y. Wong, Seang-Mei Saw, 2013. Prevalence of Refractive Errors in a Multiethnic Asian Population: The Singapore Epidemiology of Eye Disease Study. *Invest. Ophthalmol*; 54:2590-2598.

Clair A. Enthoven, Jan Roelof Polling, Timo Verzijden, J. Willem L. Tideman, Nora Al-Jaffar, Pauline W. Jansen, Hein Raat, Lauwerens Metz, Virginie J.M. Verhoeven, Caroline C.W. Klaver, 2021. Smartphone Use Associated with Refractive Error in Teenagers: The Myopia App Study, *Ophthalmology*; 12:1681-1688.

Curtin BI, 1985. *The Myopias. Basic Science and Clinical Management*. Philadelphia: Harper & Row.

David A. Atchison, Emma L. Markwell, Sanjeev Kasthurirangan, James M. Pope, George Smith, Peter G. Swann, 2008.; Age-related changes in optical and biometric characteristics of emmetropic eyes. *Journal of Vision*; 8: 29.

Deller JFP, O'Conner AD, Sorsby A, 1947. X-ray measurement of the diameters of the living eye. *Proc R Soc Lond* 134:456-465

Deng, Li PhD1*; Pang, Yi MD, OD, PhD2, 2019. Effect of Outdoor Activities in Myopia Control: Meta-analysis of Clinical Studies. *Optometry and Vision Science*; 96: 276-282.

Diaz, A, 2020. Astigmatism in children treated at the Daniel Alcides Carrión Mother and Child Center. *Investigation work*; 3:15.

Donders FC, 1864. *On the Anomalies of Accommodation and Retraction of the Eye* (translated by Moore WD). London: New Sydenham Society.

Dr. Antonio Lopez, 2004. *Alemany, Optometría Pediátrica*, Edicions Ulleye.

Duke-Elder S, Abrams D,. 1970. *System of Ophthalmology: Vol. V Ophthalmic Optics and Refraction*. London: Henry Kimpton.

Eileen L. Mayro, Lisa A. Hark, Eric Shiuey, Michael Pond, Linda Siam, Tamara Hill Bennett, Judie Tran, Nitasha Khanna, Marlee Silverstein, James Donaghy, Tingting Zhan, Ann P. Murchison, Alex V. Levin, 2018., Prevalence of uncorrected refractive errors among school-age children in the School District of Philadelphia, of *American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*; 3:214-217.

Ejup Mahmudi, Vilma Mema, Nora Burda, Brikena Selimi, Sulejman Zhugli, 2013. Incidence of the refractive errors in children 3 to 9 years of age, in the city of Tetovo, Macedonia. *Journal of Acute Disease*; 1:52-55.

Elliott H. Myrowitz, 2012. Juvenile myopia progression, risk factors and interventions. *Saudi Journal of Ophthalmology*; 3:293-297.

Emine Kilic-Toprak, Ibrahim Topra, 2014k. Future Problems of Uncorrected Refractive Errors in Children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*; 534-536.

Erdurmus M, Yagci R, Karadag R, Durmus M, 2007. A comparison of photorefractometry and retinoscopy in children; *J AAPOS*; 11:606–11.

Erickson P, 1991. Optical components contributing to refractive anomalies. In Crosvenor T, F10m MC (Eds), *Refractive Anomalies. Research and Clinical Applications*; Boston: Butterworth/Heinemann; 199-218.

Fogel-levin M, Doron R, Wygnanski-jaffe T, Ancrì O, Zion I Ben, 2013. A comparison of plusoptix A12 measurements with cycloplegic refraction. *J AAPOS*; 20:310–4.

Gettes Be, 1970. The management of anisometropia. *Sunl Ophthalmol* 14:433-435.

Goss DA, Erickson 1', 1990. Effects of changes in anterior chamber depth on refractive error of the human eye. *Clin Vision Sci*; 5: 197-201.

Grosvenor T, 1987. A review and a suggested classification system for myopia on the basis of age-related prevalence and age of onset. *Am J Optom Physiol Opt*; 64:545-554.

Group, P. E. D. I, 2015. The Clinical Profile of Moderate Amblyopia in Children Younger Than 7 Years. *Arch Ophthalmol*. 120: 281-7.

Han KE, Baek SH, Kim SH, Lim KH, 2018. Epidemiologic Survey Committee of the Korean Ophthalmological Society. Prevalence and risk factors of strabismus in children and adolescents in South Korea: Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2008–2011. *PLOS ONE* 13: e0191857.

Hashemi H, Yekta A, Jafarzadehpour E, Ostadimoghaddam H, Etemad K, Asharlous A, Nabovati P, Khabazkhoob M, 2019. High Prevalence of Refractive Errors in 7-Year-Old Children in Iran. *Iran J Public Health*; 45:194-202.

Hashemi, H., Mehravaran, S., & Asgari, S, 2019. The effect of corneal cross-linking on anterior and posterior corneal parameters: a prospective repeatability study. *Romanian Journal of Ophthalmology*, 63:68-74.

Hassan Hashemi, Akbar Fotouhi, Abbasali Yekta, Reza Pakzad, Hadi Ostadimoghaddam, Mehdi Khabazkhoob, 2018. Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: Systematic review and meta-analysis, *Journal of Current Ophthalmology*; 3-22.

Hirsch MJ, 1961. A longitudinal study of refractive state of children during the first six years of school—a preliminary report of the Ojai study. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*; 38:564-71.

Hirsch MJ, 1964. Predictability of refraction at age 14 on the basis of testing at age 6 – Interim report from the OJAI longitudinal study of refraction. Predictability of refraction at age 14 on the basis of testing at age – Interim Report from the Ojai longitudinal study of refraction. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. 41:567-73.

Hirsch MJ, 1964. Refraction of children. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 41:395-399.

Hirsch MJ, Weymouth FW, 1947. Notes on ametropia; a further analysis of Stenstrom's data. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*; 24:601–8 .

Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, Wong TY, Naduvilath TJ, Resnikoff S, 2016. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 123:1036-42.

Huang L, Kawasaki H, Liu Y, Wang Z, 2019. The prevalence of myopia and the factors associated with it among university students in Nanjing: A cross-sectional study. *Medicine (Baltimore)*. 98:e14777.

Huang P, Hsiao Y, Tsai C, et al., 2020. Protective behaviours of near work and time outdoors in myopia prevalence and progression in myopic children: a 2-year prospective population study *British Journal of Ophthalmology*; 104:956-961.

Irving EL, Machan CM, Lam S, Hrynchak PK, Lillakas L, 2019. Refractive error magnitude and variability: Relation to age. *J Optom*; 12:55-63.

Jeveaux EVEAUX, Giancarlo Cardoso, PORTES, Arlindo José Freire; COUTO JUNIOR, Abelardo de Souza and SHINZATO, Flavio, 2008. Prevention of blindness in children aged 3 to 6 years assisted by the family health program (PSF) in Morro do Alemão - Rio de Janeiro. *Rev. bras.oftalmol*. 5:226-230.

Jiang X, Tarczy-Hornoch K, Cotter SA, et al., 2020. Association of Parental Myopia With Higher Risk of Myopia Among Multiethnic Children Before School Age. *JAMA Ophthalmol*. 138:501–509.

Keeney All, 1961. *Chronology of Ophthalmic Development*. Springfield, IL: Charles C Thomas.

Lan W, Zhao F, Lin L, Li Z, Zeng J, et al., 2013. Refractive Errors in 3–6 Year-Old Chinese Children: A Very Low Prevalence of Myopia. *PLOS ONE* 8: e78003.

Larry N Thibos, Douglas Horner, 2011. Power vector analysis of the optical outcome of refractive surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*; 1:80-85.

Larsen IS, 1971. The sagittal growth of the eye. Pt. II. Ultrasonic measurement of the axial diameter of the lens and the anterior segment from birth to puberty. *Acta Ophthalmol* 49:427-440.

Leopoldo Ernesto Oiticica Barbosa, Pedro Martins Tavares Scianni Morais and Martina Maria Oiticica Barbosa et al., 2017. Prevalence of ametropias and anisometropias in elementary school children in 14 municipalities in the State of Alagoas. *Brazilian Journal of Ophthalmology*; 76:128-132.

Levene IR, 1977. *Clinical Refraction and Visual Science*. London: Butterworth-Heinemann.

Lingham G, Mackey DA, Lucas R, et al., 2020. How does spending time outdoors protect against myopia?. A review *British Journal of Ophthalmology*;104:593-599.

Long W, Zhao Y, Hu Y, Li Z, Zhang X, Zhao W, Yang X, Cui D, Trier K, 2019. Characteristics of Corneal Biomechanics in Chinese Preschool Children With Different Refractive Status. *Cornea*; 38:1395-1399.

Luo H, Gazzard G, Liang Y, et al., 2006. Defining myopia using refractive error and uncorrected logMAR visual acuity >0.3 from 1334 Singapore school children ages 7–9 years. *British Journal of Ophthalmology*; 90:362-36

Mayer DL, Hansen RM, Moore BD, et al, 2001. Cycloplegic refractions in healthy children aged 1 through 48 months. *Arch Ophthalmol*; 119:1625–8.

McCullough SJ, O'Donoghue L, Saunders KJ, 2016. Six Year Refractive Change among White Children and Young Adults: Evidence for Significant Increase in Myopia among White UK Children. *PLoS One*; 11:1–19.

Mirzajani A, Heirani M, Jafarzadehpur E, Haghani H, 2013. A comparison of the Plusoptix S08 photorefractor to retinoscopy and cycloretinoscopy. *Clin Exp Optom*; 96:394–9.

Mohindra I, Held R, 1981. Refraction in Humans from Birth to Five Years. *Third Int. Conf. Myopia Copenhagen*; 28:19–27.

Parrey MUR, Elmorsy E, 2019. Prevalence and pattern of refractive errors among Saudi adults. *Pak J Med Sci*; 35:394-398.

Peckham, C. S., Gardiner, P. A., & Goldstein, H, 1977. Acquired Myopia In 11-Year-Old Children. *The British Medical Journal*; 1:542–545.

Pennie FC, Wood IC, Olsen C, et al., 2001. A longitudinal study of the biometric and refractive changes in full- term infants during the first year of life. *Vis. Res*; 41:2799–2810.

Pons Castro, Lucy, Pérez Suárez, Raúl Gabriel, Cárdenas Díaz, Taimi, Méndez Sánchez, Teresita de Jesús, & Naranjo Fernández, Rosa María, 2019. Características del astigmatismo en niños. *Revista Cubana de Oftalmología*, Epub; 32:723.

Rayes F., Eing F., Neto H., Rayes T., Rayes G, 2008. Prevalence of refractive errors in patients aged between 0 and 20 years in a private clinic in the city of Florianópolis-SC. *Arquivos Catarinenses de Medicina*; 37: 1-4.

Reynolds ME, Taubman SB, Stahlman S, 2019. Incidence and prevalence of selected refractive errors, active component, U.S. Armed Forces, 2001-2018. *MSMR*; 26:26-30.

Reza Norouzirad, Hassan Hashemi, Abbasali Yekta, Fereidon Nirouzaad, Hadi Ostadimoghaddam, Negareh Yazdani, Nooshin Dadbin, Ali Javaherforoushzadeh, Mehdi Khabazkhoob, 2015. The prevalence of refractive errors in 6- to 15-year-old schoolchildren in Dezful, Iran, *Journal of Current Ophthalmology*; 27: 51-55.

Ribeiro G., Gonçalves R., Diniz C., Paula S., Almeida H, 2004. Evolution of hyperopia in childhood. *Bras. Oftalmol.* 2004, 67:1-4.

Ribeiro, G. B., Coelho, A. L. D., Chaves, P. H. P., Macedo, R. L., & Silva, T. A. B, 2015. Ophthalmological evaluation of children from public schools in Belo Horizonte/MG: an overview of low visual acuity. *Rev Bras Oftalmol.*, 74:288-291.

Rudnicka AR , Kapetanakis VV , Wathern AK , et al., 2016. Global variations and temporal trends in the prevalence of childhood myopia, a systematic review and quantitative meta-analysis: implications for etiology and early prevention. *British Journal of Ophthalmology* ; 100: 882-890.

Shapira Y, Mimouni M, Machluf Y, Chaïter Y, Saab H, Mezer E, 2019. The Increasing Burden of Myopia in Israel among Young Adults over a Generation: Analysis of Predisposing Factors. *Ophthalmology*; 126:1617-1626.

Sorsby A, Benjamin B, Davey IB, et al., 1957. Emmetropia and Its Aberrations. London: Her Majesty's Stationery Office.

Sorsby A, Benjamin B, Sheridan M, 1961. Refraction and Its Components During Growth of the Eye from the Age of Three. London: Her Majesty's Stationery Office.

Sorsby A, Leary GA, Richards MI, 1962. The optical components in anisometropia. *Vision Res* 2:43-51.

Stenstrom S, 1948. Investigation of the variation and correlation of the optical elements of human eyes (translated by Woolf D); 48:218-232, 286-299, 340-350, 388-397, 438-449, 496-504.

Tahir Z, Women B, Hanim EZ, Education A, Tahir Z, Women B, 2015. Comparison of NonCycloplegic Photorefraction, Cycloplegic Photorefraction and Cycloplegic Retinoscopy in Children. *Int J Ophthalmol*; 8:128–31.

Tideman, J., Polling, J. R., Vingerling, J. R., Jaddoe, V., Williams, C., Guggenheim, J. A., & Klaver, C., 2018. Axial length growth and the risk of developing myopia in European children. *Acta ophthalmologica*; 96:301–309.

Tron EJ, 1940. The optical elements of the refractive power of the eye. In Ridley F, Sorsby A (Eds), *Modern Trends in Ophthalmology*. New York: Paul B. Hoeber; 245-255.

Tscherning M, 1900. *Physiologic Optics*. Philadelphia:Keystone.

Williams, K.M., Verhoeven, V.J.M., Cumberland, P. et al., 2015. Prevalence of refractive error in Europe: the European Eye Epidemiology (E3) Consortium; 30:305–315.

Won JY, Shin HY, Kim SY, Lee YC, 2016. A comparison of the Plusoptix S09 with an autorefractometer of noncycloplegics and cycloplegics in children. *Medicine (Baltimore)*; 35:0–3.

Yahya AN, Sharanjeet-Kaur S, Akhir SM, 2019. Distribution of Refractive Errors among Healthy Infants and Young Children between the Age of 6 to 36 Months in Kuala Lumpur, Malaysia—A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*; 16:4730.

Yalcin, E., Sultan, P., Yilmaz, S., & Pallikaris, I. G. 2016. A Comparison of Refraction Defects in Childhood Measured Using Plusoptix S09, 2WIN Photorefractometer, Benchtop Autorefractometer, and Cycloplegic Retinoscopy. *Seminars in Ophthalmology*; 32:422– 427.

Yin Hu, Xiaohu Ding, Wen Long, Mingguang He, Xiao Yang, 2019. Longitudinal Changes in Spherical Equivalent Refractive Error Among Children With Preschool Myopia. *Invest. Ophthalmol*; 60:154-160.

Yingyan Ma, Xiaomei Qu, Xiaofeng Zhu, Xun Xu, Jianfeng Zhu, Padmaja Sankaridurg, Senlin Lin, Lina Lu, Rong Zhao, Ling Wang, Huijing Shi, Hui Tan, Xiaofang You, Hong Yuan, Sifei Sun, Mingjin Wang, Xiangui He, Haidong Zou, Nathan Congdon, 2016. Age-Specific Prevalence of Visual Impairment and Refractive Error in Children Aged 3–10 Years in Shanghai, China. *Invest. Ophthalmol*; 57:6188-6196.

Zadnik K, Mutti DO, Friedman NE, Adams AI. 1993. Initial cross-sectional results from the Orinda Longitudinal Study of Myopia; 70:750-758.

**CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE PARA PARTICIPAÇÃO EM ESTUDOS DE INVESTIGAÇÃO
(de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo)**

O estudo "Avaliação do sistema visual na população escolar entre os 0 e 18 anos", a desenvolver na Escola de Ciências da Universidade do Minho, visa investigar a prevalência dos problemas visuais na população escolar em Portugal. O presente documento visa informá-lo acerca dos objetivos, métodos, benefícios previstos e riscos potenciais inerentes ao estudo para o qual venho solicitar a participação do seu educando. O presente documento e os procedimentos a que diz respeito, respeitam a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo.

O sistema visual sofre muitas alterações nos primeiros anos de vida. Existem problemas visuais que quando não detetados atempadamente podem originar distúrbios visuais com implicação no desenvolvimento da criança e no rendimento escolar. Durante a idade escolar pode surgir miopia que em muitos casos está relacionado com o excesso de horas de atividades em visão de perto e falta de atividades ao ar livre. Assim, é objetivo deste trabalho conhecer o estado do sistema visual nomeadamente os valores do erro refrativo através de fotorrefracção, comprimento axial, visão binocular, acomodação, visão das cores, quantidade e qualidade lacrimal, avaliação da superfície ocular com lâmpada de fenda ou equivalente e avaliação do fundo de olho com retinógrafo ou equivalente. Para alcançar os objetivos irá realizar-se um rastreio visual que decorrerá na escola que a criança frequenta, em data a agendar, e que será realizado por uma equipa de Investigadores da Escola de Ciências da Universidade do Minho. As crianças que sejam autorizadas a participar no rastreio pelos encarregados de educação realizarão uma série de exames não invasivos, sem recurso a fármacos, com o objetivo de avaliar os parâmetros acima referidos.

Declaração de conformidade:

Coloque as iniciais do seu 1º e último nome à frente de cada afirmação se concordar com a mesma.

O encarregado de educação declara que lhe foi prestada informação adequada, e foi igualmente dada oportunidade de colocar qualquer questão, tendo sido respondida de modo satisfatório.

Entendo que é importante para a saúde visual do meu educando e para o bom desenvolvimento do projeto seguir as instruções dadas pelo investigador principal, realizar o exame conforme recomendado e realizar os testes previstos.

Compreendo que posso recusar a qualquer momento a continuidade da participação do/a educando/a.

Compreendo que a participação do meu educando no projeto é isenta de custos e que não há contrapartidas económicas pela participação.

Concordo em que os dados obtidos sejam utilizados de forma anónima com os fins científicos ou académicos que a equipa investigadora considerar apropriados, considerando o regime legal de proteção de dados.

Caso o meu educando seja referenciado para realização de exame visual completo, pretendo que a informação me seja comunicada através de carta fechada (se preferir ser informado por email coloque aqui o seu endereço de email: _____)

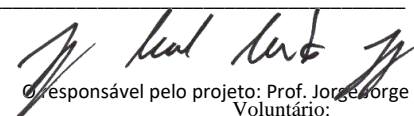
Nome da criança: _____

Data de Nascimento: _____ Turma: _____ Ano: _____

Nome do encarregado de educação: _____

Assinatura do encarregado de educação: _____

Cópia para
Depositar ao investigador _____ de 2019


Responsável pelo projeto: Prof. Jorge Jorge
Voluntário: _____