Universidade do Minho
Escola de Ciências

Cristiana Barbosa Gonçalves

Avaliação Visual em Crianças de Idade Escolar

outubro de 2019

Cristiana Barbosa Gonçalves **Avaliação Visual em Crianças de Idade Escolar**

UMinho | 2019

Universidade do Minho
Escola de Ciências

Cristiana Barbosa Gonçalves

Avaliação Visual em Crianças de Idade Escolar

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Optometria Avançada

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Jorge Manuel Martins Jorge

outubro de 2019

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.

Agradecimentos

Quero expressar a minha gratidão a todas as pessoas que ajudaram a tornar este trabalho possível, principalmente aos que estiveram diretamente envolvidos.

Ao meu orientador Professor Doutor Jorge Jorge, por me ter dado a oportunidade de entrar neste projeto, pela ajuda prestada na execução e orientação científica deste trabalho.

Ao Rotary Club de Celorico de Basto, à Câmara Municipal de Celorico de Basto, ao Agrupamento de Escolas de Celorico de Basto pela organização e logística necessária para a realização do rastreio. À Enfermeira Adélia Freitas pela sua incansável ajuda e acompanhamento. Aos encarregados de educação que permitiram a participação dos seus educandos nos rastreios e a todos os colegas que ajudaram na recolha dos dados.

Aos meus pais por tudo o que me deram, por permitirem que fosse possível a minha formação académica e por nunca me deixarem desistir dos meus objetivos. Nada seria igual se não tivesse uns pais como vocês. À minha irmã, pelo companheirismo incondicional.

Ao Francisco, pela paciência, pelo carinho e tranquilidade que sempre me soube transmitir.

Aos amigos que levo da universidade, para a vida, em particular, à Andreia, à Andreia Gomes, à Filipa, à Jéssica, ao João e à Raquel por me acompanharem desde o início desta etapa, pela partilha de conhecimentos e palavras de incentivo, cruciais no desenrolar deste trabalho.

Às minhas "Guidas", em especial à Ana Margarida Pereira, que apesar de não estarem sempre por perto, tinham sempre uma palavra de apoio e amizade. A todos os colegas de trabalho por me ouvirem nas fases mais complicadas e pelo ânimo que me deram. À Liliana, pela preocupação que demonstra por mim, e à sua família, que apesar de terem aparecido recentemente na minha vida representam uma fonte de boas energias para mim.

A todos, muito obrigada!

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.

Avaliação Visual em Crianças de Idade Escolar

Resumo

Objetivo: Analisar os erros refrativos, estado fórico, estereopsia e visão das cores de uma população de crianças portuguesas que ingressa no ensino primário. Pretende-se também avaliar a variação destes parâmetros visuais ao longo dos dois primeiros anos de escolaridade para uma parte desta população.

Métodos: Um estudo observacional, de coorte prospetivo, foi realizado numa localidade do norte de Portugal, entre os anos de 2017 e 2019. Foram avaliadas 402 crianças com idades compreendidas entre os 5 e os 8 anos (idade média de 6,03 ± 0,38 anos). Os valores de esfera, cilindro e eixo foram obtidos através do método de autorrefração sem a instilação de cicloplégico. Nas três visitas efetuadas, foram medidas as forias em visão de perto (método de Thorington), a estereopsia (Teste de Titmus-Wirt) e rastreada a visão das cores (Teste de Ishihara). Na terceira visita foram avaliadas novamente 102 crianças também avaliadas na primeira visita, usando os mesmos métodos.

Resultados: A partir da amostra em estudo verificou-se que a emetropia é o estado refrativo mais prevalente (- 1,00 D < M < + 1,00 D e AV com a lente de + 1,00 D < 1.0) representando 54,5% da amostra, seguindo-se a hipermetropia e, por fim, a miopia (M ≤ - 1,00 D e AV monocular < 1.0), presentes em 42,8% e 2,7% das crianças, respetivamente. Não existiram diferenças estatisticamente significativas dos componentes vetoriais do erro refrativo com o género. Os restantes resultados revelam que 227 crianças são ortofóricas (56,5% da amostra), 250 crianças (62,3% da amostra estudada) apresentavam boa estereopsia (valores inferiores a 100'') e quase a totalidade da amostra não apresentou alterações na visão cromática. Foi observada correlação entre as forias e a estereopsia.

Conclusões: A emetropia foi o estado refrativo mais prevalente, seguida da hipermetropia. A ortoforia foi o estado fórico mais predominante e verificaram-se mais crianças com estereopsia inferior a 100'' do que estereopsia com valores superiores. Com este trabalho também foi possível mostrar que existem variações refrativas, no estado fórico e na estereopsia das crianças, ao longo de dois anos do ensino primário.

Palavras chave: crianças; erro refrativo; estereopsia; foria; idade escolar.

Visual Evaluation in School Age Children

Abstract

Objective: To analyze refractive errors, phoric state, stereopsis and colour vision of a Portuguese children population that is entering primary education. It is also intended to evaluate the variation of these visual parameters over the first two years of schooling for a part of this population.

Methods: An observational prospective cohort study, was carried out in a town in Northern Portugal between 2017 and 2019. 402 children were evaluated, aged between 5 and 8 years old (mean age 6,03 ± 0,38 years). The values of sphere, cylinder and axis were obtained by the autorefraction without cycloplegic instillation. It was measured, in the three visits, the phoria at near vision (Thorington method), stereopsis (Titmus-Wirt test) and screened the colour vision (Ishihara test). In the third visit, 102 children evaluated in the first visit were evaluated again, using the same methods.

Results: From the study sample it was found out that emmetropia is the most prevalent refractive state (- 1,00 D < SE < + 1,00 D and VA with the + 1,00 D lens < 1.0) representing 54,5% of the sample, followed by hyperopia and, finally, myopia (SE ≤ - 1,00 D and monocular VA < 1.0), present in 42,8% and 2,7% of children respectively. There weren't statistically significant differences in the vector components of the refractive error with the gender. The remaining results reveal that 227 children are orthophoric (56,5% of the sample), 250 children (62,3%) had good stereopsis (lower than 100'') and almost the entire sample showed no changes in colour vision. It was observed the existence of correlation between the phorias and the stereopsis.

Conclusions: Emmetropia is the most prevalent refractive state, followed by hyperopia. Orthophoria was the most predominant phoric state and more children were found to have stereopsis values below 100'' than above that. With this work, it was also possible to show that there are refractive variations, in the phoric state and stereopsis of the children, over two years of primary school.

Keywords: children; phoria; refractive error; school age; stereopsis.

Índice

Agradecimentos i
Declaração de integridade iii
Resumo iv
Abstract v
Lista de abreviaturas e acrónimos viii
Índice de figuras ix
Índice de tabelas x
1. Introdução 11
2. Revisão Bibliográfica 12
2.1 Anatomia do olho humano 12
2.1.1 Estruturas acessórias externas 13
2.1.2 Composição do globo ocular 13
2.2 Acuidade Visual 17
2.3 Estados Refrativos 18
2.3.1 Miopia 18
2.3.2 Hipermetropia 21
2.3.3 Astigmatismo 22
2.3.4 Anisometropia 24
2.4 Prevalência dos erros refrativos 25
2.4.1 Prevalência de erros refrativos em crianças 27
2.5 Fatores de risco relacionados com o aparecimento das ametropias 30
2.6 Emetropização 37
2.6.1 Teorias 38
2.6.2 Limites da Emetropização 40
2.7 Visão Binocular e Estereopsia 41
2.7.1 Prevalência dos estados fóricos em crianças 43
2.7.2 Erros refrativos e estados fóricos 43

2.8 Visão das Cores 44
3. Hipóteses e objetivos de estudo 45
4. Material e Método 46
4.1 Seleção da Amostra 47
4.2 Metodologia 47
4.2.1 Acuidade Visual 48
4.2.2 Acuidade Visual com lente de +1,00D 49
4.2.3 Determinação do Erro Refrativo 49
4.2.4 Avaliação do estado fórico 51
4.2.5 Visão estereoscópica 52
4.2.6 Avaliação da visão das cores 53
5. Resultados 56
5.1 Caracterização dos parâmetros visuais das crianças que ingressam no ensino primário 56
5.1.1 Caracterização da amostra 57
5.1.2 Resultados do Inquérito 59
5.1.3 Caracterização do estado refrativo 59
5.1.4 Prevalência do estado fórico em visão de perto 68
5.1.5 Verificação da visão estereoscópica 70
5.1.6 Verificação da visão das cores 72
5.2 Variação dos parâmetros visuais das crianças nos 2 primeiros anos do ensino primário 73
5.2.1 Caracterização da amostra 73
5.2.2 Caracterização do estado refrativo 75
5.2.3 Prevalência do estado fórico em visão de perto 80
5.2.4 Variação da estereopsia 82
5.2.5 Alteração na visão das cores 83
6. Discussão de resultados 84
7. Conclusão 92
8. Bibliografia 94
Anexos 102

Lista de abreviaturas e acrónimos

Δ	Dioptria prismática
”	Segundos de arco
AR	Autorrefratómetro
AV	Acuidade Visual
C/C	Com Cicloplégico
CA	Comprimento axial
D	Dioptria
DP	Desvio Padrão
EC	Espessura do cristalino
Fem	Feminino
J0	Componente do astigmatismo vertical
J45	Componente do astigmatismo oblíquo
M	Equivalente Esférico
Masc	Masculino
m	Metro
mm	Milímetro
n	Tamanho da amostra
NA	Não se aplica
NE	Não Especificado
PCA	Profundidade da câmara anterior
PCV	Profundidade da câmara vítrea
Ret	Retinoscopia
S/C	Sem Cicloplégico
Sx	Exame subjetivo
Log	Logaritmo de base 10

Índice de figuras

Figura 2.1. Secção sagital do olho humano e os seus constituintes. 14
Figura 2.2: Representação esquemática da miopia. 19
Figura 2.3: Representação esquemática da hipermetropia. 21
Figura 2.4: Representação esquemática do astigmatismo. 23
Figura 2.5: Estimativa global do número de pessoas (em milhões) com deficiência visual ou cegueira, por idades. 26
Figura 2.6: Causas globais de deficiência visual, incluindo cegueira[5]. 26
Figura 2.7: Prevalência dos erros refrativos por nível de educação, em jovens adultos de Singapura. 34
Figura 4.1: Teste de Thorington disponível na Sala Essilor, Escola de Ciências, Universidade do Minho 51
Figura 4.2: Teste de estereopsia de Titmus-Wirt. 53
Figura 4.3: Teste de Ishihara 54
Figura 5.1: Distribuição da amostra por idade 57
Figura 5.2: Distribuição das crianças do 1º ano de escolaridade pelas diferentes escolas 58
Figura 5.3: Distribuição das crianças por visitas e por escolas 58
Figura 5.4: Distribuição das respostas às questões relativas ao histórico de saúde ocular das crianças 59
Figura 5.5: Distribuição das ametropias da amostra em estudo 60
Figura 5.6: Distribuição da componente esférica 61
Figura 5.7: Distribuição da componente cilíndrica 62
Figura 5.8: Distribuição da orientação do eixo do astigmatismo da amostra em estudo 62
Figura 5.9: Distribuição da anisometropia da amostra em estudo 64
Figura 5.10: Distribuição do estado fórico em visão de perto 68
Figura 5.11: Distribuição dos resultados da esteropsia da amostra 71
Figura 5.12: Valores de estereopsia em log (") agrupados pelo estado fórico 72
Figura 5.13: Distribuição dos resultados do teste de Ishihara 73
Figura 5.14: Distribuição da amostra por género 74
Figura 5.15: Distribuição das crianças pelas diferentes escolas 74
Figura 5.16: Distribuição das crianças que usavam óculos e que fizeram terapia visual 75
Figura 5.17: Distribuição da prevalência das ametropias na primeira e na terceira visitas 76
Figura 5.18: Distribuição da orientação do astigmatismo das crianças afetadas por este erro refrativo, na primeira e na terceira visitas 77
Figura 5.19: Alterações de anisometropia entre a 1ª e a 3ª visita 78
Figura 5.20: Distribuição da prevalência dos diferentes estados fóricos em visão de perto, na primeira e terceira visita 81
Figura 5.21: Distribuição dos resultados da esteropsia nas duas visitas 83

Índice de tabelas

Tabela 2.1: Prevalência dos erros refrativos em crianças de idade escolar. 29
Tabela 2.2: Distribuição da biometria dos parâmetros oculares em crianças chinesas com 7 e 14 anos. 40
Tabela 5.1: Valor médio ± desvio padrão, variação e significância estatística dos componentes vetoriais do erro refrativo de ambos os olhos da amostra em estudo 60
Tabela 5.2: Valor médio ± desvio padrão e significância estatística dos componentes refrativos do olho nas ametropias 63
Tabela 5.3: Distribuição das crianças avaliadas nas 3 visitas segundo as diferentes ametropias, divididas pelas escolas que frequentam. 65
Tabela 5.4: Valor médio ± desvio padrão dos componentes vetoriais do olho, significância estatística entre as visitas efetuadas, assim como a frequência relativa das ametropias, distribuídas pelas visitas 66
Tabela 5.5: Valor médio ± desvio padrão dos componentes vetoriais para cada ametropia por visita e a respetiva significância estatística 67
Tabela 5.6: Valor médio ± desvio padrão, variação e significância estatística dos componentes vetoriais do olho entre géneros, assim como a frequência relativa das ametropias 68
Tabela 5.7: Valor médio ± desvio padrão e a significância estatística do estado fórico comparados por ametropias, assim como a frequência relativa dos estados fóricos, distribuídos pelas ametropias 69
Tabela 5.8: Valor médio ± desvio padrão e a significância estatística do estado fórico comparando com o género. Distribuição das crianças pelo seu estado fórico de acordo com o género 70
Tabela 5.9: Correlação entre a estereopsia em log (") e o equivalente esférico e a foria, através do coeficiente de correlação de Spearman 71
Tabela 5.10: Distribuição dos resultados do teste da visão das cores por géneros e o respetivo resultado de significância estatística 73
Tabela 5.11: Alterações das ametropias entre a visita 1 e a 3 76
Tabela 5.12: Valor médio ± desvio padrão dos componentes vetoriais entre as visitas e por ametropia, assim como a sua respetiva variação e significância estatística 79
Tabela 5.13: Valor médio ± desvio padrão dos componentes vetoriais entre as visitas, por género 80
Tabela 5.14: Alterações das forias entre a visita 1 e a 3 82

1. Introdução

Desde o nascimento que o crescimento ocular continua, assim como os vários parâmetros visuais que se vão desenvolvendo nos primeiros anos de vida. O erro refrativo sofre alterações ao longo do crescimento da criança, estando a sua evolução intimamente ligada com o processo de emetropização, que decorre até aos 13 a 15 anos de idade. Segundo vários estudos, os erros refrativos são a principal causa de deficiência visual em todo o mundo.[1][2]

O início da idade escolar é também um ponto importante no desenvolvimento das capacidades visuais, numa fase onde as crianças começam a ter mais exigência e esforço da sua visão e, por isso, mais comumente se começam a manifestar problemas visuais. Os erros refrativos e as disfunções binoculares associam-se com dificuldades de leitura, por exemplo, que afetam o processo de aprendizagem.[3] Por essa razão, a visão é uma das principais áreas a avaliar quando se investigam as causas de um baixo rendimento escolar.[3]

Atualmente, as crianças em idade escolar pertencem ao grupo de idades com maior interesse epidemiológico e têm vindo a fomentar a investigação da prevalência de problemas visuais (nomeadamente erros refrativos) em todo mundo, com maior incidência em países asiáticos.

Este trabalho é oportuno uma vez que nos dá resultados importantes acerca da prevalência dos parâmetros visuais em crianças que ingressam no ensino primário e a variação dos mesmos nos 2 primeiros anos de escola, numa população de crianças portuguesas.

Esta dissertação é composta por 7 capítulos, incluindo a introdução. No capítulo 2 encontra-se a revisão bibliográfica, onde se exploram os tópicos mais pertinentes, desde uma breve descrição da anatomia ocular a uma análise mais detalhada dos parâmetros visuais, que se estudam neste trabalho. Com o decorrer do trabalho é importante definir todas as hipóteses e objetivos do estudo, que se encontram no capítulo 3. De seguida, no capítulo 4, são descritos os critérios de seleção da amostra, os procedimentos estatísticos usados, assim como a metodologia adotada. Os resultados e a análise estatística dos mesmos apresentam-se no capítulo 5. O capítulo 6 é composto pela discussão dos resultados obtidos e a comparação com outros estudos. No capítulo 7 estão descritas as conclusões deste trabalho e, por fim, no capítulo 8 está listada toda a bibliografia utilizada na realização desta dissertação.

2. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo são abordados os tópicos mais pertinentes, de forma a fazer um enquadramento de todo o restante trabalho.

Primeiramente é feita uma breve descrição da anatomia ocular e da sua composição. Seguidamente são enumerados os erros refrativos e a sua respetiva classificação, bem como a prevalência dos mesmos. Ainda acerca dos erros refrativos, é realizado um pequeno sumário dos fatores que influenciam o seu aparecimento e, dada mais importância aos que estão mais relacionados e mais presentes na faixa etária que se pretende estudar neste trabalho. É também abordado o processo de emetropização, presente na idade escolar, identificando as teorias que dão suporte ao mesmo.

De seguida é feita uma introdução à visão binocular e abordada a sua relação com a estereopsia. É analisada a prevalência dos diferentes estados fóricos nas crianças e averiguada a possível relação entre estes e os erros refrativos. Por último, é referido brevemente todo o processo de desenvolvimento da visão das cores com a evolução da idade.

2.1 Anatomia do olho humano

De forma a que seja possível compreender melhor os erros refrativos e outras anomalias visuais, é fundamental ter conhecimento acerca dos principais constituintes anatómicos oculares e das suas funções.

A visão é o sentido mais dominante do corpo humano e abrange 70% dos recetores sensoriais de todo o corpo. O processamento visual efetua-se no córtex visual, estando metade deste órgão envolvido neste processo.[4]

O olho humano é constituído por estruturas acessórias externas e estruturas internas.

2.1.1 Estruturas acessórias externas

As estruturas externas englobam os músculos extrínsecos oculares, as sobrancelhas, as pálpebras, a conjuntiva e o aparelho lacrimal. Estes têm a função de suporte e proteção do olho.

Existem seis músculos extrínsecos oculares (4 retos e 2 oblíquos), inseridos na superfície externa do globo ocular, sendo responsáveis pelos movimentos e suporte do mesmo.

As pálpebras, superior e inferior, são separadas pela fissura palpebral, protegem o segmento anterior do olho e são responsáveis pelo mecanismo de pestanejo. Com o pestanejo há a distribuição da lágrima sobre a superfície anterior do olho e a sua drenagem. A pálpebra superior é maior e mais móvel, uma vez que tem a contribuição do músculo elevador da pálpebra superior, que permite a abertura do olho.

A conjuntiva é uma membrana mucosa transparente que auxilia a lubrificação do olho. É dividida em conjuntiva palpebral e bulbar. A conjuntiva palpebral reveste a superfície interna das pálpebras, e a bulbar cobre a esclera.

O aparelho lacrimal é constituído pela glândula lacrimal e pelos seus canais, que drenam as secreções lacrimais. A glândula lacrimal encontra-se na extremidade superior lateral da órbita, e liberta constantemente a secreção lacrimal. A secreção lacrimal limpa e protege a superfície do olho, humedecendo-a e lubrificando-a.[4]

2.1.2 Composição do globo ocular

O olho adulto é uma esfera levemente irregular, com um diâmetro de cerca de 25 mm [4] e com um poder refrativo de aproximadamente +60,00 D, na presença do olho não acomodado.[5] O comprimento axial de um olho adulto é aproximadamente 24 mm. Encontra-se alojado na órbita ocular e é protegido pela gordura orbitária. Possui dois segmentos, posterior e anterior, divididos pelo cristalino que se encontra apoiado verticalmente dentro do globo ocular, indicado na figura 2.1. Apenas o segmento anterior do olho está à superfície.[4]

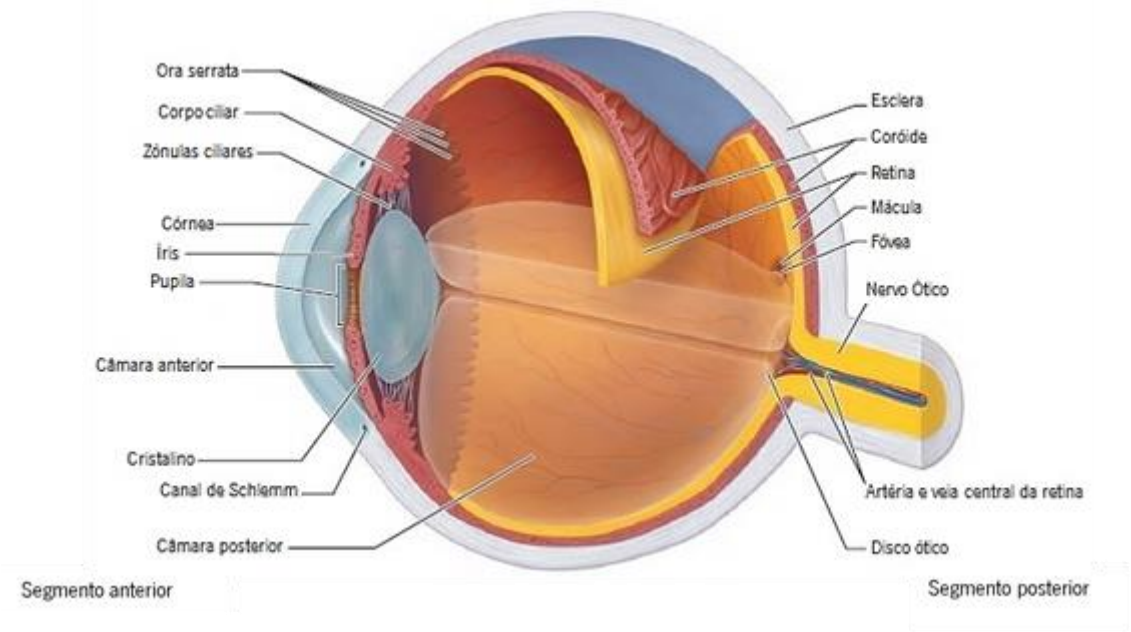


Figura 2.1. Secção sagital do olho humano e os seus constituintes[1].

A parede do globo ocular é constituída por 3 camadas: a camada fibrosa ou externa, a vascular e a interna. A sua cavidade interna é preenchida por dois fluídos, designados por humor aquoso (câmara anterior) e por humor vítreo (câmara posterior), que ajudam a manter a forma do olho.[4]

I. Camada fibrosa ou externa

A camada mais externa do globo ocular, a camada fibrosa, é composta por duas regiões diferentes: a esclera (região posterior) e a córnea.

A esclera constitui a maior parte da camada fibrosa, é branca, opaca, resistente, protege e molda o globo ocular e é onde os músculos extrínsecos do olho estão seguros. Posteriormente, é perfurada pelo nervo ótico.[4]

A córnea ocupa um sexto da superfície exterior e é a parte mais exposta do olho, é transparente, permitindo assim a entrada da luz no globo ocular.[4] É o meio refrativo do olho mais importante, possuindo mais de dois terços da sua potência total, aproximadamente +43,00

[1] Adaptado de Marieb e Hoehn, 2013[4]

D. Tem entre 0,5 e 0,6 mm de espessura, aproximadamente 12 mm de diâmetro e 7,7 mm de raio de curvatura anterior. A sua superfície anterior é coberta pela película lacrimal que, por ser demasiado fina, não afeta a potência da córnea. O seu índice de refração é aproximadamente 1,376.[5]

II. Camada vascular ou úvea

A camada vascular forma a camada intermediária do globo ocular, é composta pela coróide, pelo corpo ciliar e pela íris.

A coróide é uma membrana rica em vasos sanguíneos que nutrem todas as camadas do olho. Posteriormente, é incompleta na região do nervo ótico.

O corpo ciliar é um anel em volta do cristalino, constituído por músculos entrelaçados que determinam a forma do cristalino. A zónula ciliar, é um ligamento suspensor que se estende desde os processos ciliares até ao cristalino, o que ajuda a manter o cristalino na posição vertical.[4]

A íris é a parte colorida visível do olho e é a região mais anterior da camada vascular. Fica entre a córnea e o cristalino. Possui uma abertura central arredondada que é designada de pupila.[4] A quantidade de luz admitida no olho é regulada pela pupila,[5] uma vez que a íris possui fibras musculares que fazem com que o tamanho pupilar varie.[4]

III. Camada interna

A camada interna, mais conhecida por retina, contém milhões de fotorrecetores e neurónios (células bipolares, ganglionares, horizontais e amácrinas), que convertem a luz em energia elétrica.[4] Sobre o ponto de vista ótico, a retina é o local onde se forma a imagem.[5] De um modo geral, é dividida em 2 partes: uma camada externa pigmentar e uma camada neural interna, que estão posicionadas entre o humor vítreo e a coróide. Embora estejam muito próximas, elas não são fundidas.

A camada externa pigmentar, possui uma única camada de células pigmentares, imediatamente abaixo da coróide. Essas células, assim como as da coróide, absorvem a luz e impedem que se espalhe no olho.

A camada neural interna (mais próxima do humor vítreo) é transparente, estende-se anteriormente até ao corpo ciliar e une-se com esta estrutura. Esta junção é chamada de ora serrata. Após serem produzidos sinais em resposta à luz nos fotorrecetores, estes sinais atravessam as células bipolares e ganglionares, cujos seus axónios formam o nervo ótico, e levam a informação para o cérebro. Esta é a única camada com um papel direto na visão. De salientar que, existem dois tipos de fotorrecetores: os bastonetes e os cones, os bastonetes permitem-nos ver em baixa iluminação enquanto que os cones fornecem a visão das cores.

O disco ótico, por onde saí o nervo ótico do olho, é considerado o ponto cego da nossa visão porque não possui fotorrecetores, ou seja, a luz que incide nesse ponto não é vista.[4]

Temporalmente ao disco ótico existe uma outra região denominada por mácula que possui no seu centro, a fóvea, onde a acuidade visual é máxima. A explicação para esse fenómeno está relacionada com a exclusiva presença de cones.[4] Quando algum objeto atraí atenção visual, os dois olhos são instintivamente girados para que a imagem incida em cada fóvea.[5] À medida que nos afastamos da mácula em direção à periferia da retina, a densidade dos cones diminui assim como a acuidade visual.

A artéria e a veia central da retina suplementam a camada neural da retina. Ambas entram e saem do olho através do centro do nervo ótico e posteriormente (fora do olho) dão origem a uma rede vascular.[4]

IV. Meios oculares

O cristalino é uma estrutura biconvexa, flexível, composto por camadas de fibras dispostas radialmente e sustentado pelas zónulas ciliares. Assim como a córnea, o cristalino é avascular e por isso é transparente. Ao longo da vida vão-se formando novas camadas permitindo assim o seu crescimento. O cristalino fornece um mecanismo de focar a diferentes distâncias, denominado por acomodação. A acomodação é o processo que aumenta o poder refrativo do cristalino com o auxílio dos músculos ciliares que se contraem durante este processo.[4] A potência refrativa do

cristalino é cerca de +21,00 D. No decorrer da acomodação, ambas as superfícies do cristalino mudam a sua forma, ficando mais curvas, principalmente a superfície anterior e, consequentemente a PCA (profundidade da câmara anterior) diminui. O índice de refração não é igual em todo o cristalino, sendo maior no centro, estando entre 1,40 e 1,41 e diminui do centro para a periferia, sendo 1,385 perto dos polos.[5]

A câmara posterior é preenchida pelo humor vítreo e a anterior preenchida pelo aquoso. A câmara anterior é a cavidade entre a córnea e a frente da íris e do cristalino. A PCA é a distância entre a superfície posterior da córnea e a superfície anterior do cristalino, tendo um valor médio de 3 mm. É um importante componente refrativo ocular pois afeta a potência total do olho, na ocorrência de uma redução de 1 mm da PCA, há um aumento na potência total do olho em cerca de 1,4 D, tendo em conta que o comprimento axial do olho se mantém constante.[5]

O humor vítreo é um gel transparente, composto maioritariamente por água, transmite luz, suporta a superfície posterior do cristalino e mantém a camada neural da retina contra a pigmentar. Forma-se no embrião e dura ao longo de toda a vida. Enquanto que, o humor aquoso é formado nos processos ciliares, na parte posterior da câmara anterior, flui através da pupila para a câmara anterior, está em constante movimento e formação. É drenado pelo seio venoso da esclera, também conhecido como canal de *Schlemm.* O humor aquoso é responsável por fornecer oxigénio e nutrientes à córnea, ao cristalino e algumas células da retina, e ainda expulsa restos metabólicos.[4] O humor aquoso e o humor vítreo têm composições químicas semelhantes e o índice de refração pode ser considerado o mesmo, n=1,336.[5]

2.2 Acuidade Visual

A acuidade visual é a capacidade de resolução espacial do sistema visual.[6] Existem dois tipos de acuidade visual: a central e a periférica, a primeira a desenvolver-se é a periférica, uma vez que a retina central desenvolve-se mais lentamente.[3] Na presença de acuidade visual diminuída, o profissional de saúde deve descobrir quais os sinais que não permitem a presença de uma acuidade visual normal. Esses sinais podem ser erros refrativos, cataratas, doenças retinianas e outras patologias oculares.[3]

Nos bebés a acuidade visual é baixa e espera-se que vá melhorando gradualmente, alcançando níveis de adulto entre os 6 e os 12 meses,[7] aumentando mais rapidamente até aos 6 meses de vida.[3] A acuidade visual estará completamente desenvolvida entre os 3 e os 5 anos,[3] portanto, é expectável que esteja completamente desenvolvida no início da idade escolar.[7] Em muitos casos, as crianças apresentam dificuldades para AV (acuidade visual) superior a 0,5 (escala decimal). Isto prende-se com o facto de as letras serem pequenas e requererem uma maior atenção para o teste, não estando muitas as vezes, as crianças dispostas a isso. Em idade escolar, a criança deve ser capaz de compreender e realizar corretamente qualquer teste de acuidade visual para adultos.[3]

2.3 Estados Refrativos

O estado refrativo ou ametropia é uma relação que resulta de um equilíbrio da potência ótica da córnea, do cristalino e de outros componentes refrativos do olho.[8] Surge quando o sistema ótico não consegue trazer os raios de luz que chegam paralelos à córnea, para a retina. Visão desfocada e astenopia, incluindo a dor de cabeça, fadiga ocular e fotofobia são os principais sintomas de ametropias não corrigidas.[9]

Os erros refrativos não corrigidos são a causa mais frequente de redução da acuidade visual a nível mundial.[10]–[12] Em crianças, são a principal causa de problemas visuais e são a segunda causa de cegueira que pode ser tratada.[13][14] Nas crianças os erros refrativos não corrigidos merecem especial cuidado uma vez que, podem causar essencialmente dificuldades de aprendizagem e, se não corrigidos podem causar problemas como a ambliopia.[12] A miopia, a hipermetropia e o astigmatismo, podem ser corrigidos com óculos, lentes de contacto ou cirurgia refrativa. [6][11][15]

2.3.1 Miopia

A miopia caracteriza-se pela visão desfocada à distância e resulta de um aumento da potência refrativa de um ou de mais elementos refrativos do olho (miopia refrativa), ou do aumento do comprimento axial (miopia axial). Considera-se que um olho é míope quando o ponto conjugado da retina se encontra à frente do olho, tendo em conta que a acomodação está em repouso. Dito

de outra forma, os raios paralelos de luz que chegam do infinito focam em frente da retina, conforme indicado na figura 2.2. As lentes côncavas podem compensar a miopia fazendo com que os raios foquem na retina.[10]

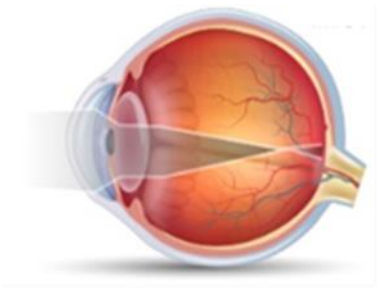


Figura 2.2: Representação esquemática da miopia[2].

A miopia tem revelado uma crescente preocupação da saúde pública a nível mundial, com maior incidência em países asiáticos, como constatam vários estudos realizados em diferentes décadas.[8][16][17] Sendo que, pessoas com alta miopia têm um risco acrescido de desenvolver patologias oculares que podem conduzir à cegueira.[8] A menor prevalência de miopia verifica-se em crianças com idades entre os 5 e os 7 anos.[7][12] Entre os potenciais fatores de risco para o aparecimento da miopia estão a história familiar, trabalho em visão de perto e o tempo despendido em atividades ao ar livre. [12][16] O principal sinal da miopia é a dificuldade em ver objetos à distância.[12]

A miopia pode-se classificar segundo as suas características anatómicas (miopia refrativa e axial), idade de aparecimento, grau de severidade, taxa de progressão, em miopia patológica e não patológica e segundo a sua teoria de desenvolvimento.

Grosvenor[6] classificou a miopia em quatro categorias, dependendo da idade de aparecimento. A miopia congénita que está presente no nascimento e perdura ao longo de toda a vida; a miopia de aparecimento precoce que surge entre os 6 anos de idade e o início da adolescência; miopia de aparecimento precoce em adultos que se manifesta entre os 20 e os 40 anos de idade; por último a miopia de aparecimento tardio em adultos que tem início depois dos 40 anos de idade.

[2] Fonte: https://www.omiq.es/miopia/. Acedido em fevereiro de 2019

Considera-se baixa miopia para valores inferiores a 3,00 D; miopia moderada quando o valor do erro refrativo se encontra entre 3,00 D e 6,00 D e miopia alta para valores superiores a 6,00 D.[7]

A miopia também se pode classificar segundo a sua taxa de progressão, para isso Donders[6] dividiu-a em 3 grupos: miopia estacionária, temporariamente progressiva e permanentemente progressiva. A miopia estacionária é uma miopia de baixo valor que surge na adolescência e mantém-se durante a idade adulta, sendo que em alguns casos pode diminuir. A miopia temporariamente progressiva surge na adolescência e aumenta progressivamente até aos 20 anos de idade, mantendo-se estacionária para o resto da vida. Por fim, a miopia permanentemente progressiva, progride ao longo de toda a vida tendo uma maior taxa de progressão entre os 25 e os 35 anos de idade.

A miopia fisiológica ou não patológica foi definida por Curtin[6] como sendo uma falha na correlação entre os elementos refrativos do olho, seguindo uma distribuição normal para a população. A miopia patológica, degenerativa ou maligna manifesta-se na presença de um elemento refrativo que se desenvolveu fora dos parâmetros biológicos normais. Este tipo de miopia ocorre maioritariamente em míopes com um valor refrativo superior a 6,00 D.

Segundo as teorias de desenvolvimento, a miopia pode-se agrupar em miopia congénita e em miopia adquirida. A miopia congénita surge tanto em bebés prematuros como nos bebés nascidos a termo e diminui rapidamente depois do nascimento. A miopia adquirida desenvolve-se durante a infância, sendo que é difícil a distinção entre estes dois tipos de miopia dado que se pode admitir que a miopia adquirida já tenha estado presente no nascimento.[18]

Existem ainda outros tipos de miopias: a miopia noturna, a pseudomiopia, a miopia instrumental e a miopia de espaço aberto, classificadas consoante a causa. A miopia noturna manifesta-se em condições de baixa iluminação e é causada pela acomodação, por aberrações cromáticas e por aberrações oculares.[6][19] A pseudomiopia é definida como o resultado de um espasmo do músculo ciliar, sendo causada por um problema acomodativo. A miopia de espaço aberto ou espacial é caracterizada pela ausência da acomodação, num indivíduo com visão normal, numa situação onde o campo visual é um espaço vazio ou em condições de baixa iluminação, como nevoeiro.[20] A miopia instrumental é caracterizada pelo uso constante da

máxima acomodação durante a observação de um instrumento ótico, como um microscópio ou telescópio.[21]

2.3.2 Hipermetropia

Considera-se um olho hipermétrope quando os raios paralelos de luz, entram no olho e focam num ponto "atrás da retina", quando a acomodação está relaxada, como se pode observar na figura 2.3.[9] Esta condição refrativa pode ser compensada com lentes convexas.[10] O maior sintoma ocorre tipicamente na perda de acuidade visual ao perto.[6][9] A astenopia associada à leitura e a tarefas de visão de perto são também um sintoma frequente.[22] É também frequente hipermétropes com erro refrativo baixo não sentirem perda de visão porque estes indivíduos têm problemas em relaxar a acomodação, sentindo apenas desconforto visual.[9][10]

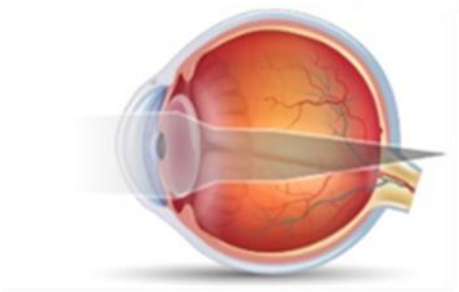


Figura 2.3: Representação esquemática da hipermetropia[3].

A hipermetropia altera pouco ao longo da vida e não está associada a patologias como a miopia. Uma das consequências da hipermetropia é a ambliopia refrativa unilateral ou bilateral, no caso de não haver a correção precoce da mesma.[9] Todas as crianças são na sua maioria hipermétropes até aos 5 anos de idade e,[9] ao contrário da miopia, a hipermetropia diminui nas crianças de idade escolar [7] e com o aumento da idade [22].

Borish[6] classificou a hipermetropia em 4 sistemas: características anatómicas, valor do erro refrativo, ação da acomodação e diferenciou a hipermetropia em fisiológica ou patológica.

[3] Fonte: https://www.omiq.es/hipermetropia/. Acedido em fevereiro de 2019

Tal como na miopia, a hipermetropia classifica-se segundo as características anatómicas em hipermetropia axial e refrativa. Estamos perante uma hipermetropia axial na presença de um comprimento axial curto em relação ao poder refrativo do olho, enquanto que na hipermetropia refrativa o olho tem uma menor potência refrativa.

Quanto ao valor do erro refrativo a hipermetropia pode ser classificada como baixa para valores dióptricos até +3,00 D, média quando o erro refrativo está compreendido entre +3,00 D a +5,00 D e alta para valores dióptricos acima de +5,00 D.

A hipermetropia fisiológica ocorre devido a uma falha na correlação entre os elementos refrativos do olho, sendo que todos seguem um padrão normal para a população. A hipermetropia patológica é definida na presença de um ou vários elementos refrativos que se desenvolveu fora dos parâmetros biológicos normais.

De acordo com a ação da acomodação a hipermetropia pode ser classificada em: hipermetropia latente, manifesta, total, facultativa e absoluta. A hipermetropia latente é a hipermetropia que é mascarada pela acomodação e só é revelada na refração com o uso de cicloplégico. A hipermetropia manifesta é a hipermetropia que é compensada pelo máximo de lentes positivas que fornecem a melhor acuidade visual possível. A hipermetropia total é a soma da latente e da manifesta, esta divide-se em hipermetropia facultativa e absoluta. A hipermetropia facultativa é mascarada pela acomodação, mas pode ser revelada na refração sem cicloplégico. A hipermetropia absoluta não é compensada pela acomodação, manifesta-se quando o erro refrativo excede a amplitude de acomodação. [6]

2.3.3 Astigmatismo

Nesta ametropia, ao contrário da miopia e da hipermetropia, a potência refrativa não é igual em todas as direções. Após os raios incidirem no olho não vão formar um só ponto focal. Este erro refrativo pode ser compensado com lentes cilíndricas.[10] Os sintomas mais frequentes são a visão desfocada ao longe e ao perto, astenopia, dores de cabeça, fadiga ocular e irritação ocular.[9] O astigmatismo não altera significativamente com a idade,[23] sendo o segundo erro refrativo mais prevalente, considerando populações que englobam crianças e adolescentes.[12][23] Embora nos recém-nascidos, a prevalência é maior para o astigmatismo

com um valor dióptrico alto, e para o astigmatismo contra à regra que, com o avanço da idade tende a diminuir e alterar a sua orientação para astigmatismo à regra.[24]

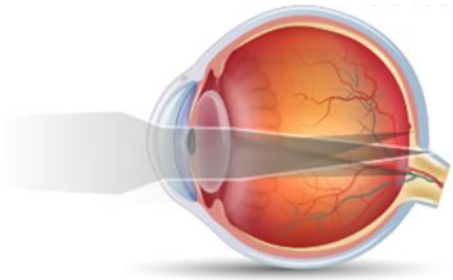


Figura 2.4: Representação esquemática do astigmatismo[4].

O astigmatismo pode ser classificado de acordo com a regularidade das superfícies, de acordo com a contribuição do componente ocular associado, orientação, a sua relação com as outras ametropias e o valor do erro refrativo.

Quanto à sua regularidade pode ser classificado como: astigmatismo regular, onde os meridianos de maior e menor potência refrativa estão separados por um ângulo de 90º; no astigmatismo irregular os meridianos estão separados por um ângulo diferente de 90º.[6]

O astigmatismo também pode ser classificado de acordo com a contribuição do componente ocular que o produz. O astigmatismo corneal da superfície anterior é o tipo de astigmatismo mais frequente e é produzido pelas variações no raio de curvatura da superfície anterior da córnea. Na presença de um astigmatismo regular, o meridiano corneal com menor potência é o que tem um raio de curvatura maior e na mesma orientação. [6] O astigmatismo corneal da superfície posterior é provocado pela diferença entre o maior e o menor raio de curvatura da superfície posterior da córnea, tendo este uma maior toricidade do que o astigmatismo da superfície anterior da córnea.[25][26] Existe ainda o astigmatismo causado pela toricidade de ambas as superfícies do cristalino ou pela sua inclinação.[6]

Segundo a sua orientação o astigmatismo divide-se em astigmatismo à regra, contra à regra ou oblíquo, de acordo com a direção do meridiano com menor potência refrativa. O astigmatismo classifica-se como sendo à regra ou direto quando o meridiano com menor potência

[4] Fonte: https://www.omiq.es/astigmatismo/. Acedido em fevereiro de 2019.

refrativa é o horizontal compreendido entre os 160°-180° e os 0°-20°. Por outro lado, denomina-se astigmatismo contra à regra ou inverso quando o meridiano com menor potência é o vertical, compreendido entre os 70° e os 110°. Designa-se por astigmatismo oblíquo aquele cujo meridiano de menor potência está entre os 20° e os 70° ou entre os 110° e os 160°.[6]

O astigmatismo pode ser classificado tendo em conta a posição relativa das linhas focais, em relação à retina, de um objeto distante sobre condições mínimas de acomodação. A ametropia pode ser denominada como astigmatismo miópico simples, em que uma das linhas focais está "atrás da retina" enquanto que a outra linha focal coincide com a retina; como astigmatismo hipermetrópico simples onde também uma das linhas focais coincide com a retina, mas a outra linha focal está localizada diante da retina. Quando nenhuma das linhas focais ou dito de outra forma, quando nenhuma das imagens é localizada no plano da retina, mas ambas estão em frente ou "atrás da retina", referimo-nos ao astigmatismo composto. Dependendo da sua localização o astigmatismo pode ser classificado em astigmatismo miópico composto (ambas as linhas focais estão à frente da retina) ou em hipermetrópico composto (ambas as linhas focais estão "atrás da retina"). Se uma das focais fica localizada em frente à retina e a outra atrás, este refere-se ao astigmatismo misto.[6]

Por último, o astigmatismo pode se classificar segundo o seu valor dióptrico em baixo, inferior a 1,00 D, e em alto para valores superiores a 1,00 D.[24]

2.3.4 Anisometropia

A anisometropia deve-se à diferença dos erros refrativos dos dois olhos, torna-se clinicamente relevante para diferenças superiores a 1,00 D. A anisometropia pode se classificar segundo o erro refrativo, a sua magnitude, a sua etiologia e de acordo com a contribuição dos componentes oculares.

Segundo o seu erro refrativo, a anisometropia pode se dividir em duas categorias: isso anisometropia, em que ambos os olhos têm o mesmo erro refrativo e em antimetropia, em que um olho é míope e outro hipermétrope. A isso anisometropia ainda se pode repartir em dois: se ambos os olhos forem hipermétropes denomina-se de aniso hipermetropia e se ambos os olhos forem míopes estamos perante uma aniso miopia.

Gettes[6] delimitou a anisometropia segundo a sua magnitude, ou seja, se esta tiver um valor compreendido ente 0 e 2,00 D é considerada uma anisometropia baixa; quando a diferença do valor refrativo entre os dois olhos está entre 2,00 D e 6,00 D denomina-se de anisometropia alta e por último, quando essa diferença for superior a 6,00 D já é uma situação de anisometropia muito alta. Numa anisometropia baixa o paciente tolera a correção total, apenas com algumas dificuldades. À medida que o valor da anisometropia vai aumentando surgem problemas de visão binocular. Em anisometropias muito altas, o paciente é assintomático e há a existência de supressão central.

De modo etiológico, a anisometropia pode ser adquirida e hereditária. Hereditária devido a condições oculares como o glaucoma congénito, catarata congénita, encerramento das pálpebras, entre outras. A anisometropia adquirida é causada por traumas, lesões ou cirurgias.

Depois de ter medido os componentes oculares em olhos anisometrópicos, Sorsby concluiu que aqueles que contribuíam para a anisometropia são o comprimento axial, o cristalino e a córnea.[6]

A prevalência da anisometropia diminui nos primeiros anos de vida e aumenta ao longo e após a adolescência, sendo que olhos míopes com anisometropia são mais comuns do que olhos hipermétropes com anisometropia. Pessoas com aniso hipermetropia são mais propensas a desenvolver ambliopia e estrabismo.[27]

2.4 Prevalência dos erros refrativos

Estima-se que em 2002, 153 milhões de pessoas em todo o mundo com idades superiores a 5 anos, tinham deficiência visual devido a erros de refração não corrigidos e das quais 8 milhões eram cegas.[28] Globalmente e tendo em conta dados recentes da Organização Mundial de Saúde, 1,3 biliões de pessoas possuem algum tipo de deficiência visual e 36 milhões de pessoas são cegas.[29] O crescimento populacional e o aumento da população idosa, foram apontados como a principal causa do aumento da deficiência visual. [1][29] Na figura 2.5 podemos observar que esse aumento de pessoas com deficiência visual é significativo com o aumento da idade, verificando-se o mesmo para o grupo de pessoas invisuais.

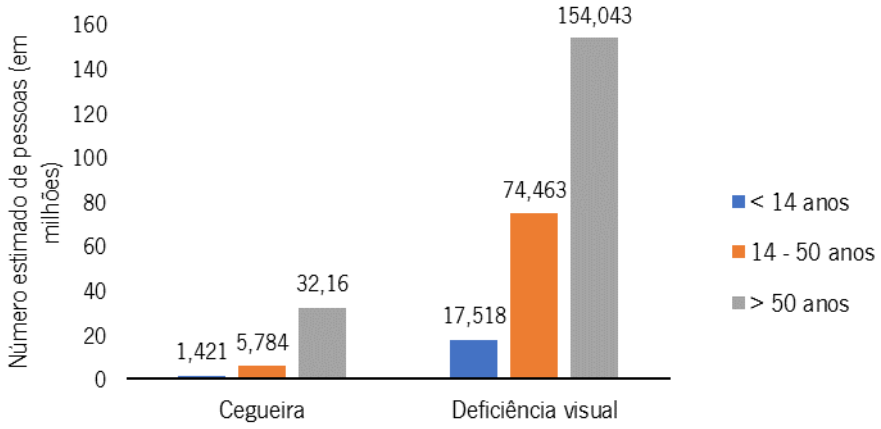


Figura 2.5: Estimativa global do número de pessoas (em milhões) com deficiência visual ou cegueira, por idades[5].

Globalmente as causas de deficiência visual envolvem: erros refrativos não corrigidos, cataratas, degeneração macular relacionada com a idade, glaucoma, retinopatia diabética, opacidade corneal e tracoma. Na figura seguinte, 2.6, apresenta-se um gráfico com a distribuição destes problemas oculares, em 2010, sendo que a deficiência visual é maioritariamente causada pelos erros refrativos não corrigidos.[1] Segundo a Organização Mundial de Saúde, em 2018, estes problemas oculares continuam a fazer parte das principais causas de deficiência visual.[29]

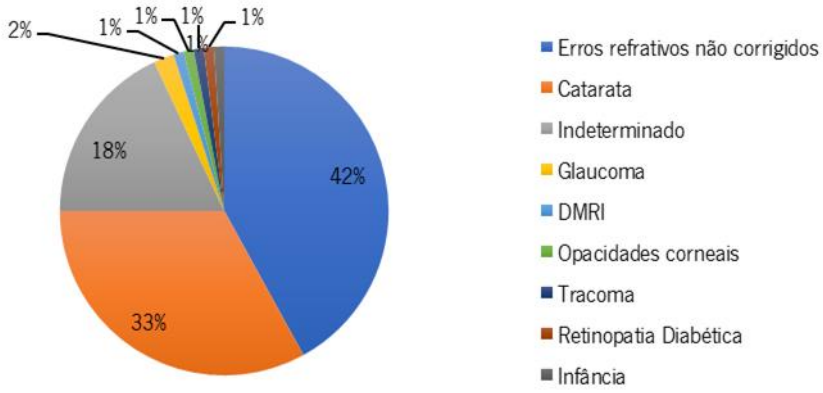


Figura 2.6: Causas globais de deficiência visual, incluindo cegueira[5].

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde de 2014, aproximadamente 12,8 milhões de crianças e adolescentes com idades entre os 5 e os 15 anos, sofrem de deficiência visual causada por erros refrativos não corrigidos.[30] Sendo que as causas da deficiência visual

[5] Adaptado de Pascolin *et al.*, 2012[1]

nas crianças varia consideravelmente entre os países.[29] A ausência de rastreios visuais e a falta de acessibilidade da correção ótica são apontadas como as principais causas de erros refrativos não corrigidos. Resnikoff *et al.* em 2007[28], chegaram à conclusão que, mesmo em países mais desenvolvidos os erros de refração em crianças podem passar despercebidos.

Devido à crescente relevância da prevalência dos erros refrativos e, com o objetivo de eliminar a deficiência visual evitável, surge a necessidade de haver dados epidemiológicos acerca da distribuição dos mesmos.[23] Com esse mesmo objetivo, foi criado em 1999 uma iniciativa global denominada de "Visão 2020: O direito à visão", que é promovida por organizações não governamentais e pela Organização Mundial de Saúde. Tem como alvo deficiências visuais tais como: cataratas, tracoma, erros refrativos e baixa visão e foi plantada em mais de 100 países.[31]

O erro refrativo não corrigido é uma causa inevitável da deficiência visual. Estamos perante uma deficiência visual quando a AV decimal é inferior a 0,3 e é considerado estado de cegueira para uma AV inferior a 0,05 no melhor olho.[11]

Os estudos de prevalência do erro refrativo revelam uma enorme variação nos valores apresentados, devido a várias limitações, por isso a sua comparação é bastante difícil. Entre as quais destacam-se: o uso de diferentes métodos de exame, a falta de uniformidade na definição dos erros refrativos e as diferentes estratégias na seleção da amostra.[6][32][33][34]

2.4.1 Prevalência de erros refrativos em crianças

O erro refrativo é o problema ocular mais comum em todas as idades, sendo que as crianças em idade escolar pertencem ao grupo de idades com maior interesse epidemiológico.[35]

Em 1952, Hirsch relatou que[7], menos de 1% de uma amostra de 9552 crianças com 5 anos de idade tinham miopia acima de 1,00 D, exceto as crianças com miopia congénita. Concluiu também que, entre os 5 e os 14 anos de idade, houve uma redução gradual da hipermetropia e um aumento da incidência da miopia. Anos mais tarde, estudos de Hirsch e Langer, de 1962 e 1966, respetivamente, demonstraram que durante a escolaridade a mudança da refração dos míopes sofreu mais alterações em relação à dos hipermétropes.[27]

Entre 1988 e 1989, Cummings numa população diversa (inclui população urbana e rural) de 1809 crianças com 8 e 10 anos, verificou que 24,3% desta população era míope e apenas 0,7% era hipermétrope.[36]

Num estudo longitudinal de 13 anos, que compreendia crianças e jovens com idades entre os 3 e os 17 anos, Matsumura *et al.* observaram uma progressão da miopia com o aumento da idade, verificando mais alterações no sentido miópico nas crianças com idades superiores a 10 anos em relação a uma faixa etária mais baixa.[37]

Na tabela 2.1, apresentam-se de forma resumida alguns estudos mais recentes, realizados um pouco por todo o mundo, acerca da prevalência de erros refrativos em crianças de idade escolar, na tentativa de se conseguir chegar algumas conclusões entre as diferentes regiões. De salientar que no mesmo grupo de idades, as taxas de miopia são acrescidas em países da Ásia Oriental, como verificado nos estudos de Pi *et al.*[23] e Ma *et al.*[30], sendo que a sua progressão também é maior nesses. De destacar também que, em todos os estudos analisados a prevalência da miopia é maior para idades superiores a 10 anos em relação a crianças com idades entre os 6 e os 10 anos, verificando-se o contrário para a prevalência da hipermetropia. Estudos realizados em populações rurais ou urbanas revelam diferenças na prevalência da miopia, sendo essa sempre superior nos meios urbanos.

Tabela 2.1: Prevalência dos erros refrativos em crianças de idade escolar.

Autor/Ano	País (população)	Tamanho da Amostra	Idade (anos)	Definição das ametropias	Método	Prevalência de Miopia (%)	Prevalência de Hipermetropia (%)	Prevalência de Astigmatismo (%)
Sewunet *et al.* 2014[12]	Noroeste da Etiópia (Urbana)	432	7-15	NE	AR	5,47	1,4	1,9
Soler *et al.* 2015[38]	Guiné Equatorial	425	6-16	M≤-0,50D H≥+2,00D A≤-0,75D	AR C/C	5,2	1,6	11,8
Pi *et al.* 2010[23]	China Ocidental (Diversa)	3070	6-15	M≤-0,50D H≥+2,00D A≥ 1,00D	Ret C/C	13,75	3,26	3,75
Ma *et al.* 2013[30]	China (Diversa)	8267	3-10	M≤-0,50D H≥+2,00D A≥1,00D	AR C/C Sx C/C	3 anos: 1,78 10 anos: 52,2	3 anos: 17,8 10 anos: 2,6	3 anos: 23,1 10 anos: 24,1
Norouzirad *et al.* 2015[39]	Irão (Urbana)	1130	6-15	M≤-0,50D H≥+2,00D A≥ 0,50D	Sx C/C	14,9	12,9	45,3
Mahmudi *et al.* 2013[40]	Macedónia (Diversa)	119	3-9	M≤-0,50D H≥+2,50D A≥ 0,75D	Ret C/C	1,6	7,3	0,7
O'Donoghue *et al.* 2010[41]	Irlanda (Urbana)	1053	6-7	M≤-0,50D H≥+2,00D	AR C/C	6-7anos: 2,8	6-7anos: 26	NE
Queirós *et al.* 2009[34]	Portugal	4288	4-8	M≤-0,50D H≥+0,50D	Sx S/C	4-8anos: Masc: 36,3; Fem: 26,3	4-8anos: Masc:15,2; Fem:29,2	NE
			9-19			9-19anos: Masc: 33,5; Fem: 28,3	9-19anos: Masc:19,2; Fem:23,4	
Yang *et al.* 2018[42]	Canadá (suburbana)	166	6-8 11-13	M≤-0,50D	AR C/C Sx C/C	6-8 anos: 6,0 11-13 anos: 28,9	NE	NE
Galvis *et al.* 2017[43]	Colômbia (Urbana)	420	8-10	M≤-0,50D H≥+0,50D A≥ 0,75D	Ret S/C Sx S/C	10,2	25,0	1,9

Ret - Retinoscopia; AR - Autorrefratómetro; Sx - Exame subjetivo; C/C - Com Cicloplégico; S/C - Sem Cicloplégico; AV - Acuidade Visual; M - Miopia; H - Hipermetropia; A - Astigmatismo; Masc - Masculino; Fem – Feminino; NE – Não Especificado

2.5 Fatores de risco relacionados com o aparecimento das ametropias

Existe um conjunto de fatores que estão associados à distribuição do erro refrativo, tais como: a idade, o género, a etnia, a localização geográfica, os fatores alimentares, a inteligência, o estado socioeconómico, o trabalho em VP e os fatores genéticos, entre outros. Os fatores de risco estão intimamente relacionados à pessoa e têm influência no aparecimento e desenvolvimento dos erros refrativos.[6]

I. Idade

A idade é um dos fatores mais importantes do erro refrativo.[6] Com o avanço da idade verificam-se mudanças na direção e magnitude das ametropias, mesmo em idades adultas.[44][45]

A prevalência de miopia é baixa em bebés e crianças,[6][30] sendo que no momento em que entram para a escola são maioritariamente hipermétropes[23]. A partir dos 8 anos de idade, verifica-se então uma mudança da distribuição positiva para negativa.[23] Com o aumento da idade a prevalência da hipermetropia diminui havendo uma mudança do erro refrativo em direção à miopia.[30] [45] Deve-se dar especial atenção às crianças em idade escolar porque geralmente é quando os erros refrativos começam a surgir.[12] Num estudo realizado na China Ocidental que englobou crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 15 anos concluiu que o astigmatismo não é significativamente afetado pela idade.[23]

A miopia aumenta até por volta dos 40 anos de idade, verificando-se depois dessa idade uma diminuição e subsequente aumento da hipermetropia.[47] Aos 70 anos a miopia volta a aumentar, principalmente devido ao desenvolvimento de catarata nuclear.[45] [48]

O astigmatismo é o erro refrativo que sofre menos alterações ao longo da vida, alterando principalmente a sua orientação.[23] Em idades mais jovens o astigmatismo presente é à regra, que vai diminuindo e dando lugar ao astigmatismo contra à regra.[47][49][50]

II. Género

A distribuição dos erros refrativos tendo em conta o fator género não está bem definida e pode ser confundida com o fator idade.[6][50]

O género não está relacionado com a prevalência da hipermetropia, miopia e astigmatismo,[23][35][40][51][52] embora em alguns estudos tenham concluído que as crianças do sexo feminino têm uma prevalência ligeiramente maior de possuir erros refrativos.[14][23][43] Um estudo realizado com crianças chinesas com idades compreendidas entre os 3 e os 10 anos, concluiu que existe uma maior prevalência de miopia nas meninas do que nos meninos.[30] Uma possível explicação para este facto é a influência da puberdade em ambos os géneros. Em Singapura, um estudo que compreendia crianças e adolescentes com idades entre 6 e 14 anos verificou que o aumento do comprimento axial e o equivalente esférico ocorria mais precocemente no sexo feminino. [53]

A hipermetropia também foi verificada com mais frequência no género feminino.[15][46] Embora, Hashemi *et al.* [50] tenha observado uma prevalência maior de hipermetropia no género masculino.

Não existem diferenças estatisticamente significativas na prevalência do astigmatismo entre géneros.[50][54] Apesar de um estudo epidemiológico realizado na Europa ter encontrado uma prevalência maior de astigmatismo nos homens.[15]

Atualmente ainda não foi encontrada nenhuma razão para explicar as diferentes prevalências dos erros refrativos entre géneros que se observam em alguns estudos.[48]

III. Fatores genéticos e hereditariedade

Os indicadores clínicos dos fatores genético e hereditário dividem-se em dois tipos: os que relacionam os erros refrativos entre pais e filhos e aqueles que comparam gémeos monozigóticos e dizigóticos.[6]

Os genes desempenham um papel muito importante no erro refrativo, sendo que uma das principais razões é a elevada prevalência de miopia em populações como a China e o Japão. De salientar também que os fatores ambientais influenciam de forma significativa a prevalência das

ametropias, sendo estes a causa fundamental de certas mudanças nas taxas de prevalência.[16][55]

Estudos de genética molecular feitos em famílias com dois ou mais indivíduos míopes, com valor refrativo igual ou superior a -5,50 D, demonstraram que essa miopia tinha uma forte componente genética em várias regiões de diversos cromossomas (lócus). Esta associação não foi observada em miopias mais baixas.[6] Geralmente as ametropias elevadas têm uma forte componente hereditária.[7]

Numa amostra de 2353 crianças com 12 anos, 15% de etnia asiática e 60% europeus caucasianos, foi estudada a sua refração com base na influência da miopia parental. Concluíram que a probabilidade de as crianças terem miopia aumenta com o número de pais míopes, sendo que a prevalência da miopia em crianças sem pais míopes é de 7,6%, com um pai míope é de 14,9% e com ambos os pais míopes é de 43,6%. Isto acontece em toda a amostra, nas diferentes etnias.[56] Num estudo longitudinal, realizado em crianças chinesas com idades entre os 5 e os 16 anos foi observada uma maior progressão da miopia em crianças cujos pais eram ambos míopes e uma progressão menor quando as crianças não tinham pais míopes. Também foi verificado que, crianças com os dois pais míopes e que não eram míopes no início do estudo, tendiam a ser menos hipermétropes antes do início da miopia.[57]

Em contraste, Edwards em 1998[58], não chegou à mesma conclusão, defendendo que não existe associação entre o estado refrativo dos pais e o estado refrativo das crianças. Ele evidenciou que a probabilidade de um pai míope ter um filho míope é de 0,55 enquanto que numa situação em que ambos os pais são míopes, a probabilidade da criança ser míope é de apenas 0,6. Um outro estudo realizado com 514 crianças de idade pré-escolar chegou à mesma conclusão.[59]

A hereditariedade dos erros refrativos em gémeos é muito elevada.[60] Geralmente, os gémeos monozigóticos tendem a ter mais semelhanças entre eles no erro refrativo e nos componentes oculares em relação aos gémeos dizigóticos.[61] Estudos em gémeos, realizados no Reino Unido e em Taiwan mostraram uma taxa mais elevada de miopia em gémeos monozigóticos do que em gémeos dizigóticos.[16]

Hammond *et al.* em 2001[62], realizaram um estudo que incluía 506 pares de gémeos, (idades entre os 49 e os 79 anos) divididos em pares de gémeos monozigóticos e de dizigóticos, chegando à conclusão que o fator genético possuí maior impacto no desenvolvimento de miopia e de hipermetropia. Os mesmos autores defendem que o astigmatismo tem sido descrito de diversas formas, podendo estar na sua origem um lócus autossómico dominante ou uma base genética forte ou ainda não terem base genética.

Os erros refrativos podem simultaneamente ser influenciados por fatores genéticos e ambientais.[55] Num estudo mais abrangente conduzido por Lopes *et al.* em 2009[60] e, constituído por 2301 pares de gémeos com idades compreendidas entre os 16 e os 82 anos, tentaram relacionar os estudos em gémeos e os estudos que envolvem famílias com os fatores genéticos e ambientais. Concluíram que os estudos em gémeos têm mais aptidão para detetar os efeitos hereditários nos seus erros refrativos e os estudos que envolvem famílias têm mais capacidade para detetar os efeitos ambientais (atividades desportivas, escolaridade e ambiente familiar). Uma possível explicação para isso é o facto dos estudos que envolvem famílias incluírem indivíduos de diferentes gerações.

IV. Fatores ambientais e educação

Os erros refrativos, nomeadamente a miopia, são causados por uma interação entre fatores genéticos e ambientais, como o trabalho em VP e a exposição ao ar livre. Na presença simultânea de um alto nível educacional e do fator genético há uma maior probabilidade de desenvolvimento de miopia.[55] Segundo Tedja *et al.*[55] indivíduos europeus, estudantes do ensino superior e com alta carga genética, tiveram um risco acrescido de miopia em comparação com indivíduos com apenas um destes dois fatores.

A educação é considerada um fator ambiental forte e consistente na determinação do erro refrativo.[27][55] No trabalho de revisão de Tedja *et al.*[55] concluíram que, indivíduos com um nível educacional elevado têm o dobro da prevalência de miopia comparando com indivíduos que abandonam a escolaridade após o ensino primário. Mutti e os seus colaboradores,[61] frisaram que existe uma elevada prevalência de miopia na Ásia devido principalmente ao sistema de educação rigoroso e a elevadas exigências de trabalho em VP. Na figura 2.7 podemos observar a relação que existe entre a educação e os erros refrativos, segundo dados de Wu *et al.*[63] a miopia

apresenta uma forte associação com a educação, verificando um aumento progressivo da sua prevalência com o aumento do nível da educação. Em relação à hipermetropia e ao astigmatismo não se verificaram diferenças significativas da sua prevalência com os diferentes níveis de educação.

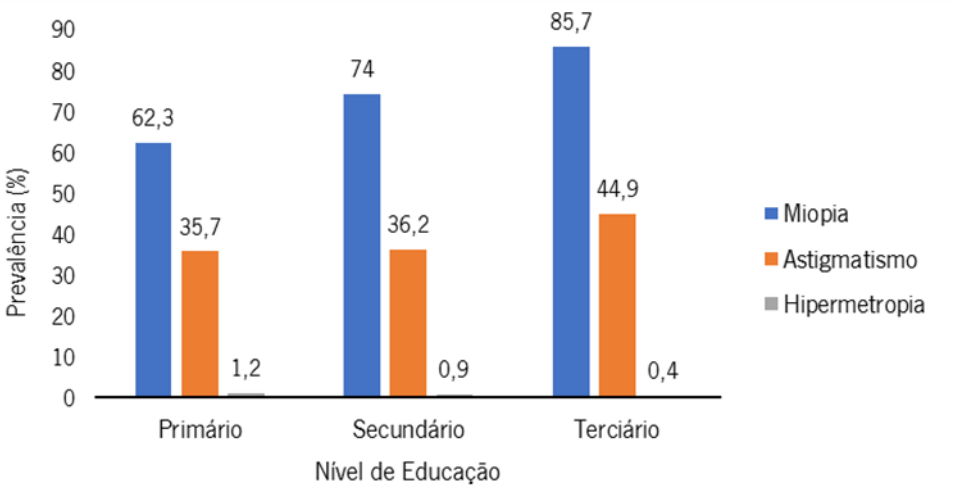


Figura 2.7: Prevalência dos erros refrativos por nível de educação, em jovens adultos de Singapura[6].

Tarefas prolongadas em VP e baixa exposição em atividades ao ar livre são considerados fatores de risco ambientais para a miopia.[64] Rose *et al.* em 2008,[65] relacionaram a refração de 1765 crianças com 6 anos e a refração de 2367 crianças com 12 anos com questionários realizados acerca de atividades ao ar livre e das tarefas em VP. Concluíram que, a prevalência de hipermetropia era maior em crianças que despendiam mais tempo em atividades ao ar livre, e a prevalência de miopia era maior em crianças que passavam menos tempo em atividades ao ar livre e mais tempo em tarefas de VP. Um outro estudo realizado no sudeste da Inglaterra em 2012,[66] concluiu que a baixa incidência de miopia em crianças com 8 e 9 anos está associada a um maior tempo despendido em atividades ao ar livre.

V. Localização geográfica e etnia

A prevalência dos erros refrativos nas diferentes etnias tem sido alvo de vários estudos na literatura, uma vez que existe alguma controvérsia. Vários estudos propõem a etnia asiática como um possível fator de risco para o aparecimento da miopia,[65][67][63] enquanto que outros

[6] Adaptado de Wu *et al.*, 2001[63]

comprovaram que o erro refrativo não está associado à etnia[51]. Relativamente aos outros erros refrativos, Goh *et al.* em 2005,[67] chegaram à conclusão que a etnia asiática é um determinante do erro refrativo e da deficiência visual.

Um estudo longitudinal realizado em 2003,[68] constituído por 2523 crianças com idades compreendidas entre os 5 e os 17 anos, de 4 etnias diferentes (afro-americanos, asiáticos, hispânicos e caucasianos) encontrou diferenças estatisticamente significativas entre o erro refrativo e as etnias. A maior prevalência de miopia foi encontrada nos asiáticos e a menor nos caucasianos. Relativamente à hipermetropia é mais prevalente nos caucasianos e o astigmatismo foi encontrado mais predominantemente na etnia asiática e hispânica.

Na América do Sul, em comunidades da Amazónia a prevalência da miopia é menor do que 5% e a da hipermetropia atinge valores mais elevados, cerca de 36%,[69] enquanto que mais a norte, nos Estados Unidos da América a prevalência da miopia atinge cerca de 33,1%[70].

O meio onde as crianças residem também mostrou afetar a prevalência dos erros refrativos, crianças que vivem em meios urbanos como a Singapura e Taiwan têm uma prevalência muito maior de miopia em relação às crianças que vivem em áreas rurais asiáticas e não asiáticas,[16] assim como nos outros erros refrativos.[2] Já num estudo realizado na Macedónia com crianças entre os 3 e os 9 anos, observou uma maior incidência dos erros refrativos nas crianças que vivem numa área rural.[40]

VI. Doenças sistémicas, oculares e síndromes

São várias as doenças sistémicas que afetam o desenvolvimento e estado refrativo ocular. A maioria das doenças/síndromes está associada com a miopia incluindo a síndrome de Down, Marfan, Ehlers-Danlos e Stickler. Apenas acromatopsia, nistagmo e microftalmia estão relacionadas com a hipermetropia.[6]

Em 1983, Fledelius[71] observou pela primeira vez uma relação entre a miopia e a diabetes verificando que, quando há uma desregulação da diabetes há um aumento da miopia.

Fimiani *et al.* em 2007,[72] analisaram a saúde ocular de 157 crianças italianas com Síndrome de Down (com idades entre 1 mês e 18 anos) e poderam verificar que todas as crianças

padeciam de alguma anomalia ocular. Catarata, nistagmo, blefarite e conjuntivite são alguns dos problemas visuais presentes nestas crianças sendo que o mais incidente era o estrabismo. Adio *et al.* em 2012,[73] num estudo que envolvia um grupo de 42 crianças com Síndrome de Down e outro grupo com 78 crianças normais, concluíram que existem diferenças estatisticamente significativas do erro refrativo entre ambos os grupos. Mostrando que 76,2% das crianças com Síndrome de Down apresentam erros refrativos, sendo maioritariamente míopes.

VII. Fatores alimentares

Um trabalho de revisão, conduzido por Cordain *et al.,*[74] avaliou o aparecimento e desenvolvimento dos erros refrativos em função da alimentação, verificando que o aumento na incidência da miopia foi coincidente com o aumento do consumo de hidratos de carbono. Verificaram também que uma alimentação baseada numa alta concentração de açúcar refinado e de cereais processados, poderá ser responsável pelo aparecimento de miopia.

Existem também estudos que relacionam o leito materno com os erros refrativos. Sham *et al.* em 2010,[75] concluíram que as crianças que foram amamentadas tiveram um erro refrativo mais direcionado para a hipermetropia, consequentemente a prevalência da miopia é menor nestas crianças.

VIII. Inteligência

Os míopes tendem a ter pontuações mais altas em testes de inteligência[63] e uma capacidade cognitiva maior do que os não míopes. Por outro lado, os hipermétropes têm uma fraca capacidade de leitura e aprendizagem.[6]

Saw *et al.* em 2004,[76] com o objetivo de tentarem chegar a uma conclusão acerca da associação da miopia com a inteligência, avaliaram a relação entre o QI não-verbal e a miopia. Este estudo englobava crianças com idades entre os 10 e os 12 anos e tinha em conta outros fatores de risco, incluindo o número de livros lidos por semana. Verificaram que, as crianças com pontuações mais elevadas no QI não-verbal apresentavam mais miopia independentemente do número de livros lidos.

2.6 Emetropização

A emetropização é um termo usado para descrever o processo de rearranjo dos componentes óticos oculares durante o crescimento do olho. Este crescimento é coordenado no caso de ocorrerem mudanças nos elementos óticos oculares, que podem resultar em grandes alterações no erro refrativo, mas, como essas mudanças ocorrem em simultâneo provocam alterações menores. Explica também o facto de existirem mais pessoas emetropes do que seria de esperar, se a variabilidade dos erros refrativos fosse devido a uma variação aleatória.[6]

Durante os dois primeiros anos de vida a emetropização tem um efeito crucial na ametropia inicial da criança.[7] No nascimento é representada por uma curva que segue uma distribuição normal, em torno de um valor médio hipermetrópico.[77] Ao longo dos primeiros anos de vida há alteração para uma distribuição não normal, leptocúrtica, que tende para um valor médio emetrope na idade adulta. A emetropização é a consequência de um processo ativo e de um outro passivo. O processo passivo é provocado pelo crescimento proporcional do olho, na medida em que, quando há redução na potência refrativa total há aumento do comprimento axial. Assim como acontece com o cristalino, o poder refrativo da córnea diminui pelo aumento do seu raio de curvatura. Os erros refrativos surgem quando estas mudanças não são proporcionais.[77] O processo ativo da emetropização ocorre devido ao desfocado da retina (imagem degradada na retina). Aquando da existência deste desfocado, o sistema visual tenta-o compensar através do alongamento do comprimento axial. [7][77]

A maior parte do processo da emetropização ocorre entre os 3 e os 9 meses de idade, onde há uma evidência maior da ocorrência do processo ativo,[78] e termina entre os 12 e os 13 anos.[79] Sendo que a maioria deste processo está completo até aos 6 anos de vida.[80] O desenvolvimento dos componentes oculares, geralmente pára entre os 5 e os 15 anos de vida, durante esses anos a PCA, o PCV e o CA aumentam.[6]

Em seguida serão apresentadas teorias mais antigas que foram contribuindo para a explicação do processo da emetropização e, que ajudaram a perceber quais os componentes oculares que estão envolvidos.

2.6.1 Teorias

Um dos estudos pioneiros acerca da emetropização foi apresentado por Steiger, em 1913, que introduziu o conceito da variação da refração do olho como resultado de uma livre associação dos componentes refrativos oculares. Steiger analisou a curvatura da córnea e o CA de 5000 olhos[81] e, concluiu que estes não estavam relacionados, mas que ambos contribuíam para o aparecimento da ametropia [82].

Anos mais tarde, Stenstrom examinou a variação dos elementos óticos oculares e relacionou-os com o erro refrativo, concluindo que o comprimento axial era o elemento que determinava o erro refrativo.[83]

Já Hirsch e Weymouth, relacionaram a variação do CA com a PCA, e o CA com o raio de curvatura corneal. Verificaram que, quando o CA aumenta há também um aumento na PCA do olho e que, quando o olho cresce (aumento do CA) o raio de curvatura corneal aumenta. Estes mesmos autores também salientaram que cerca de 50% da variação do erro refrativo deve-se ao comprimento axial, 20% deve-se ao raio corneal e cerca de 10% deve-se à PCA.[84]

Sorsby propôs dois mecanismos de correlação, um que envolvia a curvatura corneal e o CA e o outro mecanismo, que categorizou como biológico, que envolvia a potência do cristalino e o CA. Todos os componentes do olho eram variáveis e caíam sobre uma curva de distribuição, quase todos dentro de valores normais, sendo que a distribuição de cada um dos componentes foi considerada a causa da emetropia ou de baixas ametropias. Sorsby descobriu que o CA raramente estava dentro dos valores normais, sendo essa a principal causa de erros refrativos. De salientar que, em alguns casos o poder refrativo anormal da córnea e o do cristalino também causavam ametropia.[81]

Em 1961, Van Alphen apresenta a teoria do aparecimento de erros refrativos considerada a mais ampla e complexa até à data.[81] Essa teoria sugeria 3 fatores: um fator que determina a relação entre o poder corneal e o CA, outro que engloba a variação do CA, o poder refrativo do cristalino e a PCA e um último que depende da resistência da PIO à tensão que é provocada pela coróide e pela esclera. Van Alphen conclui então que, a PIO é significativa na determinação da curvatura da córnea e do CA do olho, propondo então que a emetropização é alcançada por um mecanismo complexo que envolve o tónus do músculo ciliar e a coróide.[6] Esse mecanismo

controla o aparecimento de erros refrativos no olho, permitindo o crescimento axial suficiente para manter a emetropia à medida que o olho cresce.[85]

Para além das teorias referidas acima, existem estudos mais recentes que as complementam. Em 2010, Yebra-Pimental *et al.*[86] tinham o objetivo de determinarem a relação dos principais componentes óticos oculares (raio de curvatura corneal anterior, PCA, EC, PCV, CA) com a emetropização e em função do CA. Verificaram que a EC, a PCV e o CA variam com o erro refrativo, sendo que a EC não mostrou uma relação estatisticamente significativa, verificando-se apenas uma tendência para esta aumentar, com o aumento da miopia. O CA e a PCV foram maiores em míopes. A PCA mostrou uma relação estatisticamente significativa com a EC e o CA. Um aumento da EC está associada a uma diminuição da PCA, e também a uma diminuição da PCV, embora apenas para os indivíduos com um erro refrativo inferior a -2,00D. O facto de isto acontecer leva a concluir que a miopia elevada resulta de um desequilíbrio na PCV e no CA, por isso o cristalino não tem um papel importante na emetropização.

Neste estudo os autores dividiram os indivíduos em dois grupos, aqueles com um CA inferior a 24 mm e o outro grupo categorizado com um CA superior a 24 mm. Daqui poderam concluir que, os olhos com um CA superior a 24 mm apresentavam uma miopia superior a -2,00D, e os olhos com um CA inferior a esse valor tinham miopia inferior a -2,00D, eram emetropes ou hipermetropes. Por último, concluíram que o desequilíbrio entre os parâmetros oculares provoca o desenvolvimento das ametropias.

Num outro estudo mais recente cuja amostra eram crianças chinesas de 7 e 14 anos, concluíram que o CA, o RCC e a EC foram os principais determinantes da refração. Na tabela 2.2 é apresentado os valores dos parâmetros oculares, do rácio CA/RCC e do equivalente esférico em crianças de 7 e 14 anos.[87]

Tabela 2.2: Distribuição da biometria dos parâmetros oculares em crianças chinesas com 7 e 14 anos[7].

Idade / Parâmetros oculares	7 anos	14 anos
Média do CA (mm)	22,72 ± 0,76	24,39 ± 1,13
PCA (mm)	2,89 ± 0,24	3,42 ± 0,41
EC (mm)	3,61 ± 0,19	3,18 ± 0,24
Espessura central corneal (µm)	540,5 ± 31	548,9 ± 33
Diâmetro corneal (mm)	12,06 ± 0,44	12,03 ± 0,43
RCC (mm)	7,80 ± 0,25	7,80 ± 0,26
Rácio CA/RCC	2,91 ± 0,08	3,13 ± 0,14
EE (D)	+0,95 ± 1,05	-2,06 ± 2,20

Através da observação da tabela podemos concluir que a dimensão dos parâmetros oculares é maior para o grupo dos indivíduos com 14 anos de idade, não se verificando isso para o RCC (mantém-se inalterado), a EC e o diâmetro corneal.

Garner *et al.*[88] também verificaram que o poder corneal não varia muito com a idade (considerando indivíduos com 6 e 17 anos), verificando um aumento regular do CA e da PCA.

2.6.2 Limites da Emetropização

Em alguns casos, a emetropização falha devido a pré-requisitos que não são cumpridos, como olhos não saudáveis.[7] As causas poderão ser o albinismo, doenças congénitas, ambliopia e a prematuridade.[80]

Nas pessoas albinas pode-se encontrar, em média, uma distribuição de erros refrativos maior, nomeadamente valores de astigmatismos altos. Devido à baixa acuidade visual que estes apresentam, o seu sistema visual torna-se menos sensível ao desfocado da retina o que pode levar a uma falha no processo da emetropização.[89]

[7] Adaptado de Li *et al.*, 2015.[87]

A catarata pediátrica (que pode ser congénita ou surgir na infância por traumatismo) é considerada a maior causa de deficiência visual evitável nas crianças.[90][91] O diagnóstico precoce e o seu tratamento cirúrgico são fundamentais para prevenir o desenvolvimento de ambliopia irreversível.[90] Este tipo de cataratas podem ser provocadas por causas hereditárias, relacionadas com síndromes, anomalias cromossómicas, infeções intrauterinas, entre outros.[91] Existem também complicações pós-cirúrgicas como o glaucoma e descolamento de retina. Crianças com síndrome de Down e síndrome da rubéola congénita apresentam mais probabilidade de desenvolver este problema ocular. Medsinge e Nischal defendem que, com a presença de cataratas na infância a emetropização é totalmente interrompida.[90]

Em crianças amblíopes e estrábicas o processo de emetropização é alterado.[7][92] Essas anomalias visuais fazem com que a emetropização interfira e/ou anule os efeitos do desfocado ótico no crescimento ocular.[92] Quando os erros refrativos apresentam valores mais elevados o processo de emetropização também fica comprometido. É o exemplo de crianças com idades compreendidas entre os 6 meses e os 4 anos e que possuem uma hipermetropia superior ou igual a 4,00D e também o caso de crianças com 1 ano de idade com um valor refrativo superior ou igual a 2,50D de miopia.[7]

Gallo e Lennerstrand compararam a visão de um grupo de crianças nascidas a termo (grupo controlo) com um grupo de crianças prematuras. Concluíram que este último grupo apresentava uma maior prevalência de erros refrativos, anisometropia, estrabismo e nistagmo. Todas estas condições oculares podem trazer falhas na emetropização. [93]

2.7 Visão Binocular e Estereopsia

A visão binocular é constituída por 2 sistemas, sensorial e motor, que permitem a formação de uma única imagem vinda dos dois olhos. O sistema sensorial determina a direção e fornece informações acerca da distância do objeto. Em relação ao sistema motor, este coordena a orientação dos olhos em todas as distâncias e ângulos, tanto para objetos estacionários como em movimento.

As disfunções binoculares, nomeadamente a endoforia ou a endotropia, dificultam a leitura afetando por isso o processo de aprendizagem. As anomalias binoculares prendem-se ao

facto do indivíduo afetado não conseguir usar os dois olhos em simultâneo (estrabismo) ou não conseguir usá-los eficientemente.[6]

A heteroforia é um desvio latente dos olhos que é revelado quando a vergência fusional é interrompida, que ocorre, por exemplo na oclusão de um olho, fazendo com que os olhos fiquem na sua posição de descanso. É classificada em relação ao movimento dos olhos quando estão dissociados, podendo ser movimentos horizontais ou verticais. A endoforia descreve um movimento horizontal do olho para dentro, enquanto a exoforia é um movimento horizontal para fora. Os movimentos verticais, sejam para cima (hiperforia) ou para baixo (hipoforia), são pouco frequentes, e podem estar em combinação com as heteroforias horizontais. A ortoforia é a ausência de qualquer movimento na dissociação dos dois olhos.[94][95] Geralmente a heteroforia não apresenta sintomas, embora na presença de uma heteroforia mal controlada (quando há uma relação fraca entre a foria e as reversas fusionais[6]) podem surgir sintomas como dor de cabeça e visão desfocada.[95]

Na presença de anomalias binoculares, a estereopsia pode ser afetada, uma vez que esta capacidade visual tem um papel importante na existência de uma boa visão binocular,[6] permitindo a perceção de profundidade.[6][7]

De forma a se obter uma boa estereopsia, devem estar primeiramente desenvolvidas outras capacidades visuais, como a convergência e a fusão binocular. Numa situação em que é impedido o normal desenvolvimento destas capacidades, o bebé não irá alcançar uma boa estereopsia. Isto ocorre, por exemplo, na presença de anisometropias ou de diferentes acuidades visuais entre os dois olhos, que podem ser provocadas por alguma patologia. Dependendo do método de medida utilizado, a esteropsia surge entre os três e os cinco meses de vida. Estando desenvolvida por volta do primeiro ano de idade.[3] Contudo, Ciner *et al.*,[96] registaram uma estereopsia de cerca de 250'' (segundos de arco) em crianças com 2 anos e, 60'' em crianças com 5 anos. Concluíram que a estereopsia continua a melhorar ao longo dos primeiros 5 anos de vida. O valor normal da estereopsia, esperado em crianças com 5 anos de idade é de 70'' e 40'' em crianças com idades entre os 5 e os 8 anos.[3]

2.7.1 Prevalência dos estados fóricos em crianças

Leone *et al.* em 2010,[95] avaliaram a prevalência da heteroforia em crianças com 6 e 12 anos de idade. 58,3% e 52,2% das crianças com 6 anos e 12 anos, respetivamente, tinham exoforia em VP. Em VL, 85,4% das crianças com 6 anos e 90,9% das crianças com 12 anos eram ortofóricas. Concluíram então que, a exoforia é a heteroforia mais prevalente em VP e a ortoforia é mais prevalente em VL. No grupo de crianças com 12 anos verificou-se uma tendência para o aumento do número de ortofóricos.

A análise do estado fórico em VP, em crianças míopes, com idades compreendidas entre os 8 e os 13 anos, expôs uma tendência para a exoforia no grupo de crianças com idades entre os 8 e os 10 anos e uma propensão para o desenvolvimento da endoforia, no grupo das crianças mais velhas. Neste estudo de Jang *et al.* verificaram que a prevalência da endoforia aumenta com a idade dos pacientes, especialmente entre os 11 e os 13 anos. Esta tendência pode estar relacionada com o aumento de trabalho em visão de perto (aumento da convergência).[97]

Uma outra análise da heteroforia em VL e VP, em 152 crianças com 6 e 7 anos, determinou uma maior prevalência da ortoforia em VL (93,4%). Em VP, a exoforia foi o estado fórico mais prevalente, estando presente em 73% das crianças, sendo 11,2% das crianças endofóricas e as restantes ortofóricas.[94]

Babinsky *et al.* em 2015,[98] verificaram que o estado fórico mais prevalente, em VP, em crianças com idades compreendidas entre os 2 e os 7 anos é a exoforia.

2.7.2 Erros refrativos e estados fóricos

Leone e os seus colaboradores[95] para além de terem avaliado a prevalência da heteroforia numa amostra de 4093 crianças, tinham como objetivo associá-la com o erro refrativo. Poderam concluir que, a hipermetropia estava associada com a endoforia em VP e a 6 metros para as crianças de ambas as idades. Por outro lado, a miopia estava relacionada com exoforia em VP e a 6 metros, apenas nas crianças com 12 anos de idade.

Um outro estudo com o objetivo de determinar se existia alguma associação entre a foria de perto e a quantidade de miopia, verificou que os indivíduos com alta miopia eram endofóricos

em VP. Para obterem os seus resultados, foram observada 144 pessoas com idades entre os 5 e os 40 anos, e as forias foram divididas em três grupos (exoforia até 6 dioptrias prismásticas; exoforia superior a 6 dioptrias prismáticas e endoforia), verificando-se diferenças significativas do valor médio da miopia entre os grupos.[99] O mesmo foi apoiado pelo trabalho de Jang *et al.*,[97] onde a endoforia também mostrou uma boa correlação com a alta miopia.

Contudo este tema é controverso. Babinsky *et al.*[98] não encontraram associação do erro refrativo com a heteroforia em VP, em crianças com idades entre os 2 e 7 anos.

2.8 Visão das Cores

A avaliação da visão das cores é fundamental uma vez que, as suas anomalias podem ser indicadoras de outras doenças (diabetes e retinopatias, por exemplo) e também poderão ser erradamente atribuídas a problemas cognitivos nas crianças.[7] Identificar anomalias da visão das cores no ensino primário é crucial, já que parte deste ensino envolve a identificação e a discriminação de cores.

A perceção da cor varia de acordo com a idade, consoante a evolução da quantidade de cones e bastonetes que tem uma criança desde o seu nascimento. Essa proporção entre cones e bastonetes varia à medida que a criança se vai desenvolvendo. A retina de um recém-nascido tem mais bastonetes do que cones, no entanto, por volta dos três anos de idade, a quantidade de cones iguala e pode superar quantitativamente o número de bastonetes.[3]

O teste de Ishihara é o teste de visão das cores mais utilizado e é capaz de fazer uma classificação básica, nomeadamente para as deficiências de cor vermelho e verde.[7]

Considera-se que entre 6% e 8% dos meninos e 0,5% das meninas têm anomalias na visão das cores.[3] Um estudo que envolvia 560 crianças com acuidade visual anormal (AV < 0,5 na escala decimal), com idades entre os 8 e os 10 anos, 3,75% tinham anomalias na visão das cores, sendo que eram na totalidade meninos.[36]

3. Hipóteses e objetivos de estudo

Hipóteses

Este estudo pretende responder às seguintes hipóteses:

- As crianças que ingressam no ensino primário são maioritariamente hipermétropes ou emetropes;
- Com o avançar da idade as crianças vão se tornando menos hipermétropes e mais míopes;
- Crianças do género feminino tendem a ser mais míopes do que as do género masculino;
- O estado fórico é diferente nas crianças emetropes, míopes e hipermetropes;
- Crianças com forias mais elevadas apresentam valores de estereopsia mais fracos.

Objetivos

Esta dissertação tem como objetivos a análise dos erros refrativos, do estado fórico e a verificação da estereopsia e visão das cores de uma população de crianças que ingressam no ensino primário. Irá também possibilitar a avaliação da variação dos erros refrativos ao longo do percurso dos dois primeiros anos do ensino primário, assim como dos restantes parâmetros visuais.

Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo observacional, de coorte prospetivo, uma vez que o investigador apenas observa e recolhe dados, sem influenciar o que acontece. É um estudo de coorte prospetivo pois envolve uma população com características em comum e envolve observações em mais do que uma ocasião.

4. Material e Método

No presente capítulo são descritos os materiais e métodos necessários para a realização deste trabalho. Primeiramente são descritos os critérios de inclusão e exclusão utilizados para a seleção da amostra. Seguidamente é relatado todo o procedimento utilizado para a obtenção de dados e todo o material usado. Por fim, é explicada a análise estatística aplicada nos resultados, deste trabalho.

O presente estudo é continuação de uma investigação iniciada pelo Professor Doutor Jorge Jorge, professor auxiliar do Departamento de Física da Universidade do Minho. Os rastreios visuais, que permitiram a recolha de dados para este estudo, foram feitos na Escola Básica de Celorico de Basto. Englobavam as crianças do 1º ano de escolaridade dessa mesma escola, da Escola Básica de Fermil, da Escola Básica Nº1 de Gandarela e da Escola Básica Nº1 da Mota, pertencentes ao Agrupamento de Escolas de Celorico de Basto, distrito de Braga. Na terceira visita foi também avaliada uma turma do 1ºano da Escola Básica de Mondim de Basto. Todas as escolas estavam integradas num meio considerado rural, inseridos na região Norte, segundo a Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS de Portugal). Foram realizadas 3 visitas anuais, entre os anos de 2017 e 2019. Na terceira e última visitas para além dos alunos do 1º ano de escolaridade, foram examinados os alunos do 3º ano que, na primeira visita frequentavam o 1ºano.

Inicialmente foi entregue aos encarregados de educação um documento (Anexo I ou II) onde constavam um pequeno inquérito e o consentimento informado, para a autorização dos educandos nos rastreios visuais. No inquérito, os encarregados de educação eram questionados acerca da saúde geral e ocular das crianças, antecedentes oculares familiares e a acerca da utilização de correção ótica. No ano de 2019, o documento do consentimento informado e do inquérito (Anexo II) sofreu alterações devido à introdução em prática do Regulamento Geral de Proteção de Dados.[100] Tendo sido feito apenas 4 questões relativas à última consulta, ao uso de óculos e questionado se alguma vez a criança, fez terapia visual.

Todos os dados obtidos serão tratados de forma anónima e apenas utilizados para fins científicos, como frisado no consentimento informado.

4.1 Seleção da Amostra

A fase experimental deste estudo iniciou-se pela seleção da amostra e, de forma a que esta fosse feita uniformemente, foram atribuídos pré-requisitos a todas as crianças que participassem no estudo, englobando critérios de inclusão e exclusão.

Foram incluídos neste estudo todos os alunos que frequentassem o 1ºano do ensino básico e também aqueles que, na terceira visita frequentassem o 3ºano (tendo em consideração que participaram na primeira visita também, quando eram alunos do 1ºano); e aqueles cujos encarregados de educação autorizassem a participação no estudo, lendo e assinando o consentimento informado.

As crianças anteriormente submetidas a cirurgia ocular e que padecessem de patologias oculares como catarata, glaucoma, queratocone eram excluídas deste estudo.

Após o consentimento dos encarregados de educação, da participação dos seus educandos nos rastreios visuais foram avaliadas 526 crianças, nas 3 visitas efetuadas. As crianças tinham idades compreendidas entre os 5 e os 9 anos. Dessa totalidade 102 crianças foram examinadas novamente na última visita. Para este estudo foram abrangidas 402 crianças, tendo sido eliminadas 124 crianças da amostra pelo facto de não terem concluído todos os exames do rastreio, não pertenceram ao primeiro ano de escolaridade ou ainda, na terceira visita frequentarem o terceiro ano, mas não terem sido avaliadas na primeira visita.

A amostra era constituída por 116 crianças avaliadas na primeira visita (ano letivo 2016/2017), 131 crianças na segunda visita (ano letivo 2017/2018) e 155 crianças do 1º ano na terceira visita (ano letivo de 2018/2019), entre os meses de dezembro e março. Das 116 crianças avaliadas na primeira visita, 102 foram avaliadas novamente na terceira visita, quando as mesmas frequentavam o 3ºano de escolaridade.

4.2 Metodologia

Para a realização da fase experimental deste trabalho, foi elaborada uma bateria de exames com o intuito de fornecer a informação necessária para responder aos objetivos deste

estudo. Outro parâmetro tido em conta na seleção desses exames teve a haver com o facto de os mesmos serem rápidos de se realizarem, de forma a que o rastreio visual não se tornasse cansativo para as crianças.

Em todas as visitas foram executados os mesmos métodos e utilizados os mesmos equipamentos. Os rastreios eram realizados numa sala de aula, disposta em vários postos. Em cada posto encontrava-se um examinador responsável por cada exame visual. De salientar que, cada exame visual foi realizado por diferentes examinadores. A iluminação da sala era constante.

A bateria de exames selecionada permitia a avaliação quantitativa da visão, a determinação do erro refrativo, a análise do estado fórico, a verificação da estereopsia e a visão das cores de cada criança. Era constituída pela autorrefratometria sem a instilação de cicloplégico, pela medição da acuidade visual, pela medição da acuidade visual medida com lentes soltas de +1,00 D, pelo teste de Thorington, pelo teste de estereopsia de Titmus-Wirt e pelo teste de Ishihara.

Cada criança fazia-se acompanhar de uma folha de registos (Anexo III), onde eram apontados todos os resultados dos exames feitos. As crianças que frequentavam o terceiro ano de escolaridade na última visita possuíam uma segunda folha de registo, não tendo os examinadores presentes na última visita, acesso à primeira folha de registo das mesmas (da primeira visita).

4.2.1 Acuidade Visual

Determinou-se a acuidade visual com correção (no caso de a criança usar correção refrativa), para visão de longe através da tabela da acuidade visual de Snellen com E's, colocada a cerca de 6 metros. Neste teste a criança só tinha de apontar qual a direção do E (cima, baixo, esquerda ou direita). A escolha desta tabela de acuidade visual foi baseada no grupo etário em estudo. Em relação às crianças que na terceira visita frequentavam o 3ºano de escolaridade, foi utilizada uma tabela de acuidade visual de Snellen com letras. Mediu-se a melhor acuidade visual que a criança conseguia atingir monocularmente e, de seguida, binocularmente.

No caso de a criança não atingir nenhuma acuidade visual à distância que se encontrava a tabela de acuidade visual, era reduzida a distância da criança em relação ao optótipo, de maneira a que esta fosse capaz de atingir a mínima acuidade visual.

4.2.2 Acuidade Visual com lente de +1,00D

De seguida mediu-se a acuidade visual com uma lente solta de +1,00D, binocularmente, com o objetivo de detetar a eventual presença de hipermetropia. Neste exame, a criança fixava a melhor linha de acuidade visual que tivesse atingido binocularmente no exame anterior, e o examinador colocava lentes soltas de +1,00 D, simultaneamente em frente a cada olho.

Se a criança ainda fosse capaz de ler essa linha de acuidade visual, então é porque apresentava uma hipermetropia, no mínimo deste valor, em pelo menos num dos olhos. No caso da criança não ser capaz de ler essa linha com a lente de +1,00 D, era descartada a presença de hipermetropia.

4.2.3 Determinação do Erro Refrativo

Optou-se pela seleção de um exame de refração objetiva, pois, deste modo não era necessária a cooperação do paciente e os valores do erro refrativo eram obtidos mais rapidamente. Não houve a instilação de qualquer cicloplégico.

I. Autorrefratómetro

Para se obterem os valores do erro refrativo das crianças, foi utilizado o método de autorrefração, através do autorrefratómetro Shin-Nippon, SR-7000 (Japan). É um método simples e rápido de se realizar, devendo sempre dar-se especial atenção à fixação constante do olhar da criança, durante o registo das medidas.[3] As medidas foram obtidas de forma monocular. Apesar da autorrefratometria sem cicloplégico ser mais propensa a erros mais significativos, em contexto de rastreios visuais escolares nem sempre é possível a utilização de cicloplégico. A principal causa está relacionada com a falta de recursos monetários.[101]

A criança era colocada na posição correta em frente ao aparelho e, de seguida, de forma a ser feita a centragem e focagem das miras era pedido à criança para fixar o balão que aparecia dentro do aparelho. Eram realizadas 3 medidas e era registado o valor médio da esfera, do cilindro e do eixo.

Uma desvantagem da aplicação deste exame em crianças é o controlo da acomodação, que tem como consequência uma fiabilidade dos valores esféricos menor em relação aos valores cilíndricos. Por outro lado, a variação do diâmetro pupilar durante a realização deste exame pode nos dar a indicação que este processo está ativo.[3]

II. Avaliação do erro refrativo

O erro refrativo foi transformado em componentes vetoriais para se poder realizar a análise estatística. Os valores obtidos pelo método de refração utilizado, foram expressos em três vetores: M, J0 e J45, descritos por Thibos[102]. O vetor M representa o valor do equivalente esférico, o J0 e o J45 expressam os componentes do astigmatismo, vertical e oblíquo, respetivamente. Os vetores são calculados com base nas seguintes equações:

$$M = esfera + \frac{cilindro}{2}$$

$$J0 = -\frac{cilindro}{2} \times \cos(2 \times eixo)$$

$$J45 = -\frac{cilindro}{2} \times \sin(2 \times eixo)$$

Quando o J0 é um valor positivo estamos perante um astigmatismo à regra e quando é negativo estamos perante um astigmatismo contra à regra. Valores positivos do componente J45 dizem respeito a astigmatismos cujo eixo negativo está cerca dos 45° e valores negativos dizem respeito a astigmatismos cujo eixo negativo está cerca dos 135°.

A definição das ametropias foi baseada no valor do equivalente esférico (M), no valor do cilindro para a definição do astigmatismo e, no valor da acuidade visual atingida por cada criança. Na definição da emetropia também foi considerada o valor da AV (na escala decimal) atingida com a lente de +1,00 D. Foi considerada miopia para valores de M ≤ - 1,00 D e AV monocular inferior a 1, emetropia na presença de um equivalente esférico entre -1,00 D e +1,00 D e a AV monocular reduzida, com a lente de +1,00 D. Uma criança era considerada hipermetrope quando nenhuma destas classificações fosse verificada, tendo em conta que a AV com a lente de +1,00 D terá de

melhorar ou não sofrer alterações. O astigmatismo estava presente para valores de cilindro inferiores ou iguais a - 0,75 D.

4.2.4 Avaliação do estado fórico

Foi utilizado o teste de Thorington para medir forias em VP. Segundo Cebrian *et al.*[103] o teste de Thorington é confiável, rápido e simples de se realizar. Neste estudo, estes autores analisaram e compararam os resultados da heteroforia em VL medida com vários métodos: Von Graefe, cover test e o teste do cilindro de Maddox de cor vermelha, concluindo que, o teste de Thorington foi aquele que apresentou uma maior repetibilidade inter-observador e intra-observador.

Este método é constituído por uma placa com uma escala graduada, por uma lanterna e por um cilindro de Maddox de cor vermelha, conforme indica a figura 4.1. A lanterna está colocada num orifício presente no centro da placa e deve estar direcionada para o rosto da criança.

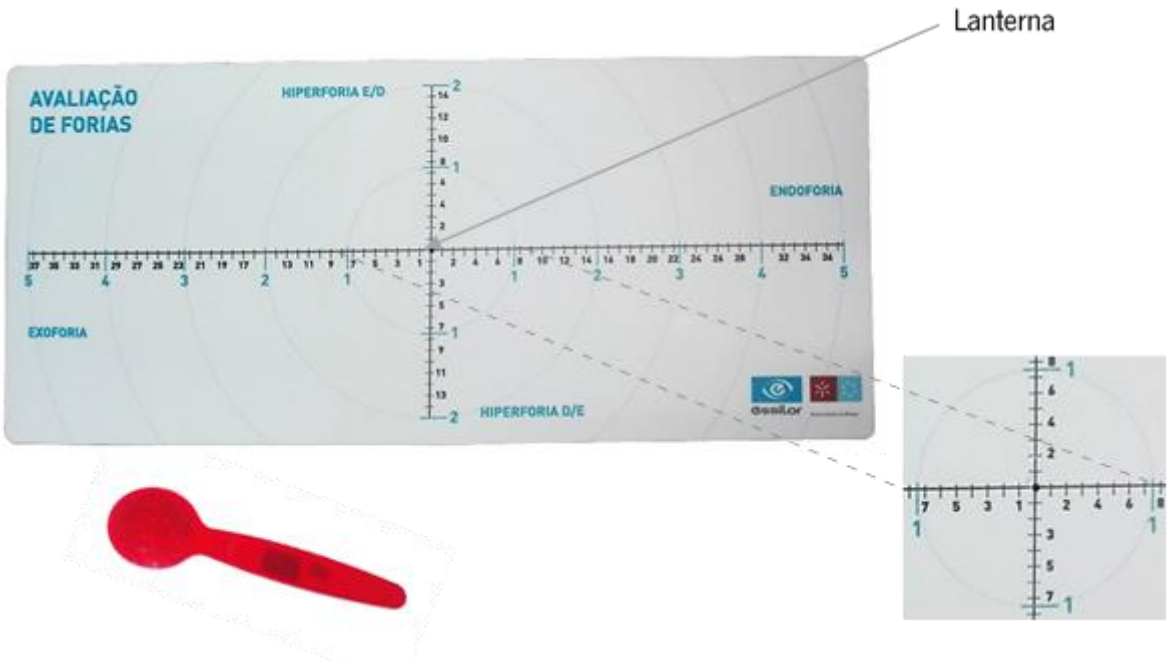


Figura 4.1: Teste de Thorington disponível na Sala Essilor, Escola de Ciências, Universidade do Minho

Para a realização correta deste exame, era necessário a criança estar de frente em relação ao examinador. O examinador segura o teste e coloca o cilindro de Maddox diante do olho direito da criança. O cilindro de Maddox foi colocado horizontalmente, de modo a proporcionar uma

imagem vertical da linha a vermelho, uma vez que esta lente transforma uma luz pontual (lanterna), num risco luminoso. Seguidamente foi pedido à criança para assinalar na placa onde vê passar a linha a vermelho. Foi apenas realizada a medição da foria horizontal em VP.

Os valores foram registados usando o sinal negativo para representar a exoforia, a endoforia foi representada pelo sinal positivo e zero correspondia à ortoforia.

4.2.5 Visão estereoscópica

Para avaliar a esteropsia foi utilizado o teste de Titmus-Wirt representado na figura 4.2, capaz de avaliar a esteropsia entre 800'' e 40'', em visão de perto. Para isso, a criança usava uns óculos polarizados, o teste era colocado à sua frente e a cerca de 40 cm de distância.

O teste iniciou-se por uma etapa mais grosseira, pedindo à criança para apanhar as asas da mosca. Quando a criança não o conseguia fazer, estávamos na presença de uma criança sem visão estereoscópica. O passo seguinte consistia em determinar qual o olho suprimido. Na situação esperada, onde a criança consegue apanhar as asas da mosca, passa-se para os pontos, perguntando à criança qual o círculo de cada conjunto que via mais próximo de si. O teste terminou quando a criança não conseguia distinguir diferença na posição dos círculos, sendo apontado o valor da estereopsia em segundos de arco, referente ao último conjunto no qual a criança conseguia distinguir essa diferença. As respostas das crianças eram comparadas com a folha de resultados do teste.

Figura 4.2: Teste de estereopsia de Titmus-Wirt.[8]

Os resultados deste teste serão aqui apresentados na forma logarítmica e não na notação clínica tradicional (segundos de arco), uma vez que os resultados do teste de estereopsia seguem uma sequência geométrica. Do ponto de vista matemático a função logarítmica converte uma sequência geométrica numa sequência aritmética. Estatisticamente é mais confiável interpretar resultados de um teste numa sequência aritmética e, por isso, é mais ponderado calcular o logaritmo da estereopsia para se obterem resultados mais precisos e um melhor distribuição dos mesmos.[104]

4.2.6 Avaliação da visão das cores

Foi selecionado o teste de Ishihara para avaliar a visão das cores, pelo facto de ser considerado um teste simples e fácil de executar, amplamente usado em rastreios visuais em crianças, [105] apresentado na figura 4.3. Atualmente é dos mais conhecidos e utilizados.[6][105] Este teste contém várias placas, onde as cores de fundo e das figuras alteram. Uma das suas limitações é que apenas deteta protanopes (dificuldade em distinguir a cor vermelha), protanómalos, deuteranopes (dificuldade em distinguir a cor verde) e deuteranómalo,[6] outra das suas limitações é que também não classifica a severidade do problema[105]. A primeira placa é reconhecida por todos, inclusive aqueles com deficiências na visão das cores.[6]

[8] Fonte: https://http2.mlstatic.com/S_602521-MLB20795866775_072016-O.jpg. Acedido em maio de 2019

Colocou-se as placas a cerca de 75 cm e de forma a fazer um ângulo reto com a linha de visão da criança. Mostrou-se as placas à criança, e era pedido para identificar o número que estas contêm e as suas respostas eram comparadas com a folha de resultados. Foi considerado visão das cores normal no caso da criança identificar corretamente 17 placas ou mais e, considerado problema na visão das cores se a criança apenas acertasse até 13 placas. No anexo 4 encontra-se a folha de resultados utilizada.

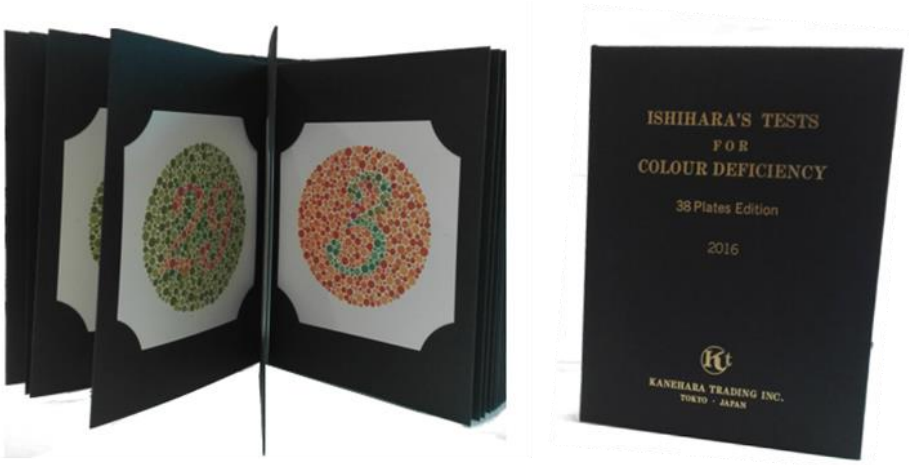


Figura 4.3: Teste de Ishihara

4.3 Análise Estatística

Após todos os resultados serem reunidos em bases de dados, estes foram submetidos à análise estatística utilizando o software SPSS versão 25.

Todas as variáveis foram submetidas à verificação dos pressupostos de normalidade de distribuição das mesmas, com o objetivo de conhecer se iriam ser utilizados testes paramétricos (seguem distribuição normal) ou não paramétricos (não seguem distribuição normal). Os pressupostos de normalidade dos dados passam por se realizar o teste de Kolmogorov-Smirnov com a correção de Lilliefors e o Teste de Levene. A distribuição dos dados será normal se p-value obtido por ambos os testes for superior a 0,05, no caso de não se verificar um dos pressupostos serão realizados os testes não paramétricos.

Foi utilizado o teste do Qui-Quadrado de Pearson para avaliar a existência de alterações na proporção dos dados em populações independentes e o teste do Qui-Quadrado para verificar se, determinada variável se ajusta à distribuição, na presença de três condições.

Neste trabalho foram utilizados predominantemente testes não paramétricos: teste de Wilcoxon, Kruskal-Wallis, U de Mann-Whitney e o teste dos sinais. O teste de Wilcoxon para 2 amostras emparelhadas era utilizado para comparar as diferenças par a par entre duas variáveis. O Kruskal-Wallis era usado para comparar uma variável numérica em três ou mais grupos de sujeitos. O teste U de Mann-Whitney foi usado essencialmente para comparar as diferenças entre géneros (2 amostras independentes). Por fim, o teste dos sinais para 2 amostras emparelhadas foi empregue numa situação em que a distribuição dos dados era fortemente assimétrica e refletiu apenas a direção da diferença entre duas variáveis.

Os testes paramétricos utilizados foram apenas a ANOVA, em alternativa ao teste de Kruskal-Wallis, e o teste T de amostras emparelhadas em alternativa ao teste de Wilcoxon.

De forma, a avaliar as correlações entre variáveis, recorreu-se à correlação bivariável, sendo que no caso deste trabalho foi apenas usada a correlação de Spearman, uma vez que a normalidade para esses casos não foi assumida. Esta medida de correlação não paramétrica varia entre – 1 e 1, sendo que, quando é próxima de zero não há relação entre as variáveis. Quando se aproxima de -1 ou 1, existe relação forte e esta é inversamente e diretamente proporcional, respetivamente.

Os resultados cujas variações são estatisticamente significativas são colocados a negrito.

5. Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados experimentais obtidos nos rastreios visuais realizados nos anos de 2017 (primeira visita), 2018 (segunda visita) e 2019 (terceira visita), assim como a análise estatística dos mesmos. Serão utilizadas figuras e tabelas de forma ajudar na organização dos dados e na sua posterior discussão.

Este capítulo é dividido em 2 subcapítulos, com o principal objetivo de organizar os resultados de acordo com os objetivos previamente definidos. No início de cada subcapítulo é feita uma descrição da amostra referindo-se principalmente à idade e ao género das crianças. Na primeira parte, serão descritos os resultados de todos os parâmetros visuais avaliados, com recurso à análise da prevalência de cada um deles, sendo também estudadas possíveis relações entre esses parâmetros. No segundo subcapítulo, estarão reunidos os resultados para a análise da variação dos parâmetros visuais avaliados na primeira e na terceira visitas, com o objetivo de se verificarem as principais alterações entre as visitas.

Os resultados irão ser apresentados sob a forma de média ± desvio padrão, com os valores máximos e mínimos atingidos em cada parâmetro visual estudado, exceto no parâmetro da visão das cores. A prevalência de cada parâmetro será apresentada sob a forma de frequência relativa (%), de modo a ser fornecido uma melhor visualização dos dados. Na análise estatística dos dados, feita ao longo da apresentação dos resultados, os testes estatísticos (descritos no capítulo precedente a este) serão assinalados por uma letra no fim de cada observação.

5.1 Caracterização dos parâmetros visuais das crianças que ingressam no ensino primário

Com vista a dar seguimento a um dos objetivos principais deste trabalho, são agora apresentados os valores das prevalências do estado refrativo, incluindo a direção do astigmatismo, do estado fórico, os valores mais prevalentes da estereopsia e a verificação da visão das cores, das crianças que ingressam no ensino primário, nas três visitas efetuadas.

Posteriormente, será feita a comparação das ametropias entre as escolas e entre as visitas, com o intuito de verificar se há diferenças estatisticamente significativas das ametropias

entre as escolas e entre as visitas. Pretende-se também saber se há relação entre a ametropia e o género. No quarto tópico deste subcapítulo, pretende-se relacionar o estado fórico com a ametropia e também com o género. O quinto ponto irá permitir perceber quais os parâmetros visuais que influenciam a estereopsia nas crianças. Por fim, é verificada a visão das cores e, relacionado este parâmetro com o género.

5.1.1 Caracterização da amostra

Como referido anteriormente, a amostra era constituída por 402 crianças e com a mesma proporção entre géneros (201 crianças do género feminino e 201 crianças do género masculino). A idade média das crianças era de 6,03 ± 0,38 (idade média ± desvio padrão) anos. Como se pode observar na figura 5.1, as idades variaram entre os 5 e os 8 anos, verificando-se que apenas uma criança tinha 8 anos de idade.

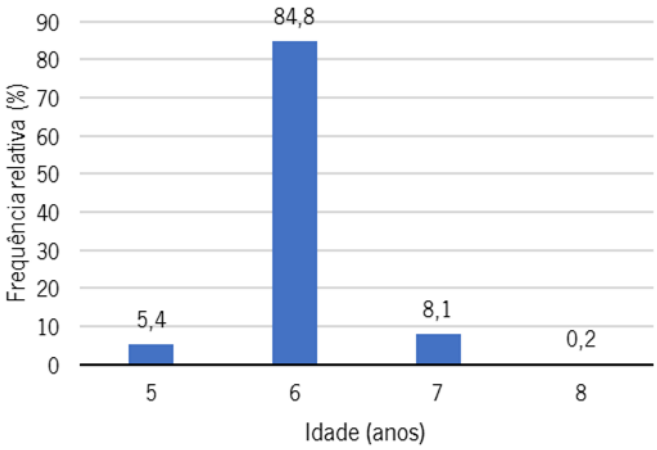


Figura 5.1: Distribuição da amostra por idade

As crianças estavam divididas pelas seguintes escolas: 135 da Escola Básica de Celorico de Basto (33,6% da amostra total), 91 da Escola Básica Nº1 da Mota (22,6%), 80 da Escola Básica Nº1 da Gandarela (19,9%), 63 da Escola Básica de Fermil (15,7%) e 33 da Escola Básica de Mondim de Basto (8,2%). A figura seguinte representa a proporção das crianças nas diferentes escolas.

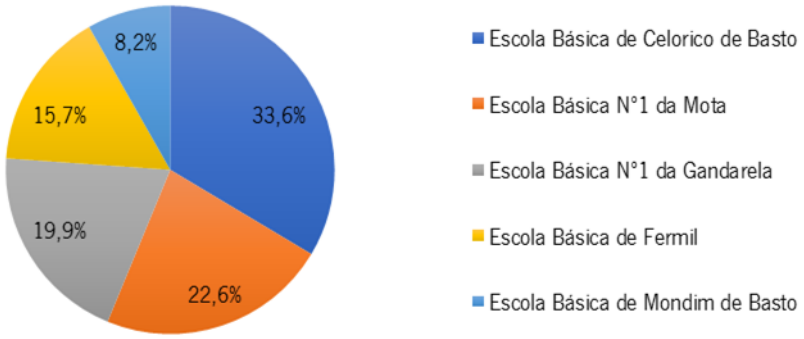


Figura 5.2: Distribuição das crianças do 1° ano de escolaridade pelas diferentes escolas

A amostra era constituída por 116 crianças avaliadas na primeira visita (2017), 131 crianças da segunda visita (2018) e 155 crianças que frequentavam o 1° ano de escolaridade na terceira visita (2019). Na figura 5.3 estão representados o número de alunos avaliados em cada visita e distribuídos pelas escolas que frequentam. Repare-se que, em todas as visitas o maior número de alunos avaliados eram provenientes da Escola Básica de Celorico de Basto: 40 crianças (34,5% da amostra avaliada na visita 1), 46 crianças (35,1%) e 49 crianças (31,6%) avaliadas nas visitas 2 e 3, respetivamente. Apenas na terceira visita foram avaliadas crianças do 1°ano de escolaridade que frequentavam a Escola Básica de Mondim de Basto.

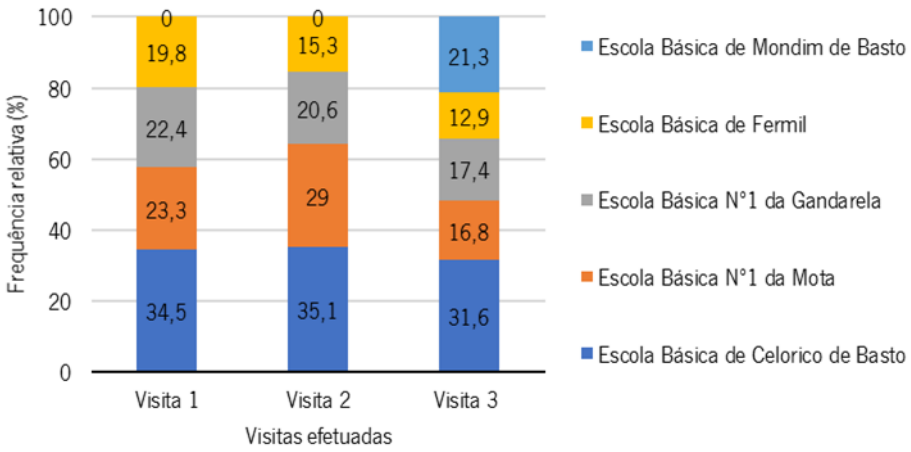


Figura 5.3: Distribuição das crianças por visitas e por escolas

5.1.2 Resultados do Inquérito

Como dito anteriormente, o inquérito entregue aos encarregados de educação foi o mesmo na primeira e na segunda visita. Na terceira visita, o questionário apenas incluía questões acerca do histórico de saúde ocular das crianças, também feitas na primeira e na segunda visita. Apenas se vai ter em consideração os resultados do inquérito respeitantes à questão que os dois inquéritos têm em comum. Relativamente ao seu preenchimento, não houve adesão de todos os encarregados de educação, tendo sido verificado que apenas 13 não responderam ao inquérito. A figura seguinte representa as respostas de 389 crianças que frequentavam o primeiro ano de escolaridade, avaliadas nas três visitas.

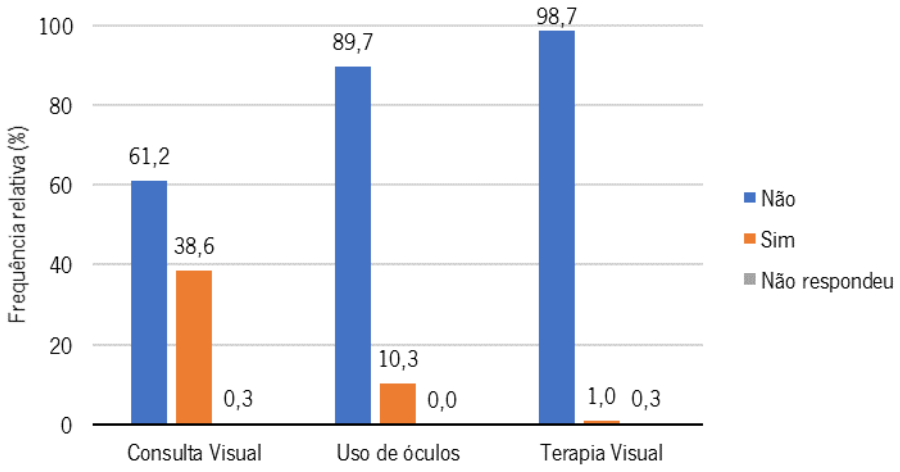


Figura 5.4: Distribuição das respostas às questões relativas ao histórico de saúde ocular das crianças

A maioria das crianças, aproximadamente 61%, já tinham realizado pelo menos uma vez uma consulta visual (238 crianças), sendo que as restantes nunca tinham feito nenhuma consulta visual. De todas as respostas do inquérito, pode-se concluir que apenas 40 crianças da amostra usa óculos (10,3%) e apenas 1,0% tinha realizado ou realizou algum tipo de terapia visual (4 crianças).

5.1.3 Caracterização do estado refrativo

Neste estudo, a avaliação do estado refrativo foi realizada em ambos os olhos. Por se verificar que não existiam diferenças estatisticamente significativas entre ambos os olhos, segundo

os resultados do teste de Wilcoxon, indicados na tabela 5.1, serão utilizados apenas os valores do olho direito para se avaliar as ametropias e respetivas prevalências.

Tabela 5.1: Valor médio ± desvio padrão, variação e significância estatística dos componentes vetoriais do erro refrativo de ambos os olhos da amostra em estudo

Componentes Vetoriais (D)	OD	OE	Variação	*p*
M	0,04 ± 0,94	0,05 ± 1,03	- 0,02 ± 0,59	0,316
J0	0,01 ± 0,31	0,01 ± 0,33	- 0,00 ± 0,44	0,805
J45	0,02 ± 0,33	- 0,01 ± 0,34	0,03 ± 0,45	**0,046**

Teste de Wilcoxon foi utilizado em todas as variáveis.

A diferença máxima de equivalente esférico que existe entre os dois olhos é de 3,63 D, verificando-se uma variação média de - 0,02 ± 0,59 D. Apenas se verificaram diferenças estatisticamente significativas para o componente refrativo J45.

A figura 5.5 mostra a distribuição do erro refrativo do olho direito de todas as crianças do 1°ano de escolaridade. As crianças eram maioritariamente emetropes (54,5% da amostra), 172 crianças (42,8% da amostra) manifestavam hipermetropia e com uma menor taxa de incidência, a miopia, atingiu apenas 11 crianças (2,7%).

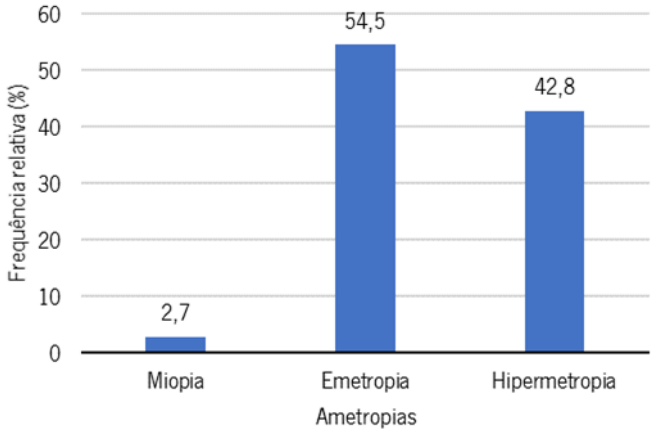


Figura 5.5: Distribuição das ametropias da amostra em estudo

O valor médio do equivalente esférico era de 0,04 ± 0,94 D, sendo que o valor máximo do M, verificado em toda a amostra, foi de + 7,00D e o valor mínimo de – 4,13 D. O valor médio da miopia em toda a amostra era de – 2,11 ± 0,98 D e o da hipermetropia era de 0,24 ± 1,20 D.

No gráfico representado pela figura 5.6, podemos observar uma distribuição discriminada dos valores do equivalente esférico (M) de toda amostra. A maioria das crianças (36,8% da amostra) apresentava um valor de M entre – 0,50 D e 0,00 D e cerca de 25,1% (101 crianças) tinham um valor de esfera compreendido entre 0,00 D e + 0,50 D.

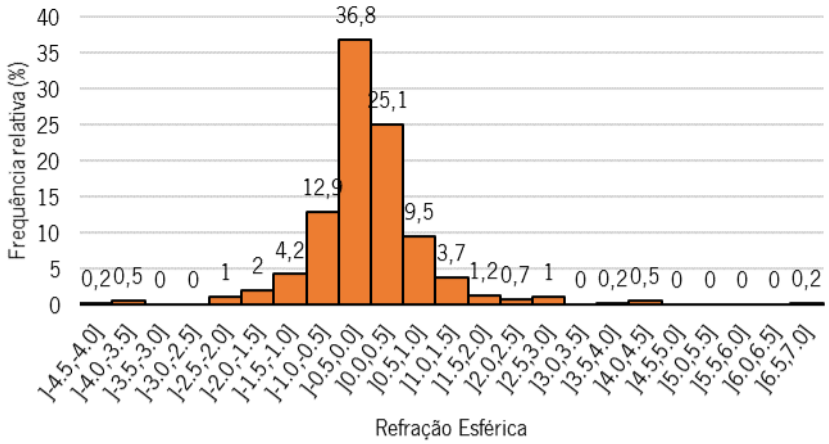


Figura 5.6: Distribuição da componente esférica

A incidência do astigmatismo foi de 36,1% (145 crianças), sendo o seu valor médio de – 1,19 ± 0,80 D com um valor máximo de – 5,50 D. Na figura seguinte, está representada a distribuição dos valores do componente cilíndrico de toda a amostra. Os valores mais prevalentes estão entre – 0,75 D e – 0,50 D, que correspondem a 130 crianças (32,3%).

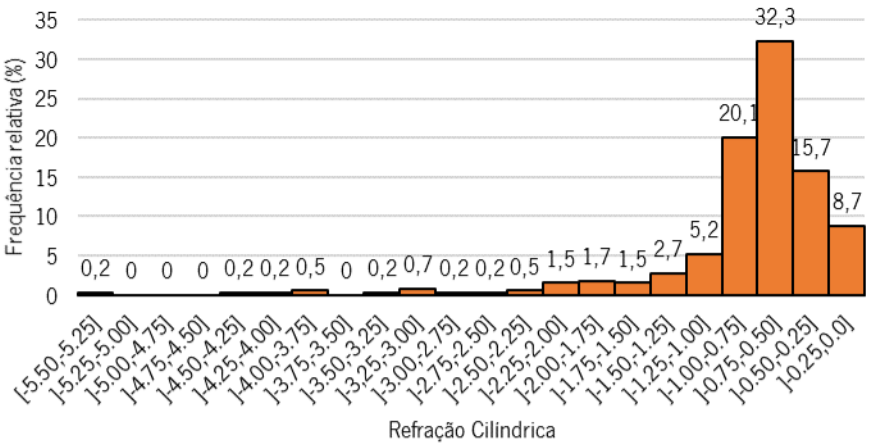


Figura 5.7: Distribuição da componente cilíndrica

Das 145 crianças com astigmatismo, 66 (16,4% das crianças astigmatas) também têm hipermetropia e 7 das 11 crianças míopes também têm astigmatismo associado. O que leva a concluir que, as restantes 72 crianças com astigmatismo (17,9%) apenas têm esse erro refrativo.

Relativamente à orientação do astigmatismo segundo a classificação expressa no capítulo 3 desta dissertação, verifica-se que a maioria das crianças afetadas com este erro refrativo apresentam um astigmatismo oblíquo. O astigmatismo à regra está presente em 60 crianças (41,4%) e o contra à regra apenas está presente em 18 crianças astigmatas (12,4%), conforme se pode verificar na figura 5.8.

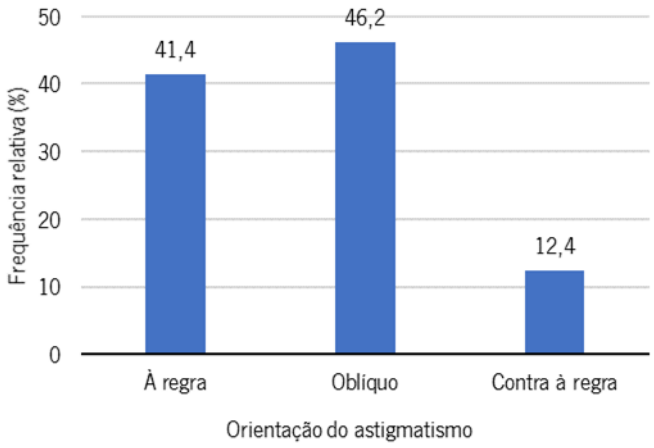


Figura 5.8: Distribuição da orientação do eixo do astigmatismo da amostra em estudo

De forma a verificar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre os componentes refrativos do olho e as ametropias, e em qual das ametropias existe maior associação com a componente astigmática, foi elaborada a tabela 5.2.

Tabela 5.2: Valor médio ± desvio padrão e significância estatística dos componentes refrativos do olho nas ametropias

Componentes Vetoriais (D)	Miopia	Emetropia	Hipermetropia	*p*
M	- 2,11 ± 0,98	- 0,02 ± 0,43	0,24 ± 1,20	**<0,001**
J0	0,01 ± 0,30	0,02 ± 0,32	0,00 ± 0,31	0,880
J45	0,25 ± 0,41	0,04 ± 0,23	- 0,03 ± 0,41	**0,026**

Teste de Kruskal-Wallis foi utilizado em todas as variáveis.

Como era esperado existem diferenças estatisticamente significativas entre o equivalente esférico e as ametropias. Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o componente J45 e as ametropias, o que pode levar a concluir que numa ametropia existe uma maior associação com esta componente astigmática.

Apesar de não se terem verificado diferenças estatisticamente significativas dos componentes refrativos entre ambos os olhos da amostra em estudo, foi apurada a presença de anisometropia. A anisometropia foi dividida em 2 escalões, considerando a diferença do equivalente esférico dos dois olhos: anisometropia de 1,00 D (1,00D ≤ diferença entre M dos olhos direito e esquerdo < 2,00) e anisometropia de 2,00 D (diferença entre M dos olhos direito e esquerdo ≥ 2,00 D). Na figura 5.9 está representada a distribuição da anisometropia presente na amostra, em percentagem. Da amostra total verificou-se a presença de apenas 30 anisometropes (7,4% da amostra), sendo que destes, 6,2% tinham uma anisometropia com uma diferença no valor de equivalente esférico compreendida entre 1,00 D e 2,00 D (25 crianças) e apenas 1,2% da amostra apresentavam uma anisometropia igual ou superior a 2,00 D (5 crianças).

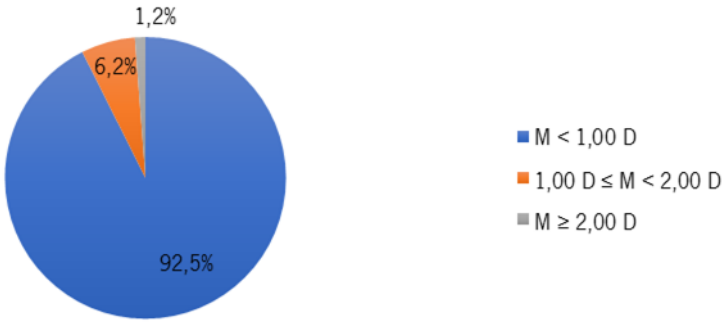


Figura 5.9: Distribuição da anisometropia da amostra em estudo

I. Relação do erro refrativo nas diferentes escolas e entre as visitas

Na tabela 5.3 estão representadas a distribuição das crianças avaliadas nas três visitas efetuadas, segundo a sua ametropia e divididas pelas escolas que frequentam. Na primeira visita, 2,6% das crianças avaliadas são míopes (3 crianças) e, verifica-se a presença de míopes apenas na Escola Básica de Celorico de Basto (1,7% dos míopes nessa visita) e na Escola Básica Nº1 da Mota, não havendo diferenças estatisticamente significativas da proporção de míopes entre as escolas. O mesmo se pode verificar para as restantes visitas, tendo em consideração que apenas existem na amostra, 4 míopes tanto na visita 2, como na visita 3.

Apenas se verificaram diferenças estatisticamente significativas da proporção de emetropia entre as escolas, na primeira e na terceira visita, realçando que na Escola Básica de Celorico de Basto ingressaram um maior número de alunos emetropes, comparando com as outras escolas, em todas as visitas. Na terceira visita, a emetropia foi a segunda condição refrativa mais prevalente, sendo que dos 38,1% de emetropes nessa visita, 13,5% estavam presentes na Escola Básica de Celorico de Basto e apenas 3,9% de emetropes estavam presentes na Escola Básica de Fermil.

Relativamente à hipermetropia, não houveram diferenças estatisticamente significativas da proporção de hipermetropes entre as escolas, em todas as visitas, destacando-se que se verificaram mais hipermetropes na escola 1 do que na escola 2.

Tabela 5.3: Distribuição das crianças avaliadas nas 3 visitas segundo as diferentes ametropias, divididas pelas escolas que frequentam.

Visitas	Ametropias (%)	n (%)	EB Cel. Basto	EB Mota	EB Gandarela	EB Fermil	EB M. Basto	*p*
Visita 1	Miopia	3 (2,6%)	1,7	0,9	0,0	0,0	NE	1,000
	Emetropia	90 (77,6%)	29,3	16,4	17,2	14,7		**0,046**
	Hipermetropia	23 (19,8%)	3,4	6,0	5,2	5,2		0,883
Visita 2	Miopia	4 (3,1%)	0,8	0,8	0,8	0,8	NE	1,000
	Emetropia	70 (53,4%)	18,3	16,0	11,5	7,6		0,085
	Hipermetropia	57 (43,5%)	16,0	12,2	8,4	6,9		0,109
Visita 3	Miopia	4 (2,6%)	0,0	0,6	0,0	1,3	0,6%	1,000
	Emetropia	59 (38,1%)	13,5	5,2	4,5	3,9	11,0	**0,004**
	Hipermetropia	92 (59,4%)	18,1	11,0	12,9	7,7	9,7	0,089

Teste de Qui-Quadrado foi utilizado em todas as variáveis. EB Cel. Basto – Escola Básica de Celorico de Basto; EB Mota – Escola Básica Nº1 da Mota; EB Gandarela – Escola Básica Nº1 da Gandarela; EB Fermil – Escola Básica de Fermil; EB M. Basto – Escola Básica de Mondim de Basto; NE – Não especificado

A média do equivalente esférico é sucessivamente mais positiva de visita para visita, apesar dessas diferenças não serem estatisticamente significativas (p = 0,421, Teste de Kruskal-Wallis), o mesmo se verifica para o componente J0 (tabela 5.4). Relativamente ao componente astigmático oblíquo, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre as visitas.

Analisando a proporção das ametropias em todas as visitas (tabela 5.4), verifica-se diferenças estatisticamente significativas da emetropia e da hipermetropia entre as visitas. Em relação à miopia não se verificaram diferenças entre o número de míopes a ingressar na escola primária em cada visita. Observando de forma mais detalhada, verifica-se que existem 11 míopes na amostra estudada, dos quais 3 foram avaliados na visita 1(0,7% da amostra total), 4 foram avaliados na visita 2 (1,0% da amostra total) e os restantes 4 na visita 3 (1,0% da amostra total).

Mais de metade da amostra estudada é emetrope, dos quais se verificaram 90 emetropes na visita 1 (22,4% dos emetropes da amostra), 17,4% de emetropes na visita 2 e na última visita, foram encontrados 59 emetropes (14,7%).

Relativamente à hipermetropia, encontrou-se uma significância estatística mais forte, uma vez que dos 172 hipermetropes existente na amostra, 92 foram encontrados na visita 3 (22,9%) enquanto que na visita 1 foi verificada a presença de 23 hipermetropes (5,7% dos hipermetropes).

Tabela 5.4: Valor médio ± desvio padrão dos componentes vetoriais do olho, significância estatística entre as visitas efetuadas, assim como a frequência relativa das ametropias, distribuídas pelas visitas

Componentes Vetoriais (D)	Visita 1	Visita 2	Visita 3	*p*
M	- 0,03 ± 0,64	0,06 ± 0,87	0,07 ± 1,17	0,421[a]
J0	- 0,01 ± 0,27	0,00 ± 0,28	0,04 ± 0,37	0,242[a]
J45	- 0,02 ± 0,26	0,07 ± 0,34	0,00 ± 0,36	**0,018[a]**
Ametropias (n; %)	Frequência Relativa (%)			
Miopia (n = 11; 2,7%)	0,7	1,0	1,0	1,000[b]
Emetropia (n = 219; 54,5%)	22,4	17,4	14,7	**0,035[b]**
Hipermetropia (n=172; 42,8%)	5,7	14,2	22,9	**<0,001[b]**

a - Teste de Kruskal-Wallis; b - Teste de Qui-Quadrado

Na tabela seguinte, 5.5, estão representadas as variações médias dos componentes refrativos por ametropia e em cada visita. As variações médias do equivalente esférico foram mais elevadas para a miopia, destacando-se que na terceira visita ingressaram na escola primária crianças com miopia mais elevada em relação a outras visitas, não se tendo verificado diferenças estatisticamente significativas.

Relativamente à média do componente J0, pode-se observar que existem diferenças muito ligeiras, de visita para visita e, em todas as ametropias. O mesmo não se verificou para o componente J45, que sofreu alterações estatisticamente significativas na emetropia, tendo-se verificado para as restantes ametropias variações pequenas entre as visitas.

Tabela 5.5: Valor médio ± desvio padrão dos componentes vetoriais para cada ametropia por visita e a respetiva significância estatística

Ametropias	Componentes Vetoriais (D)	Visita 1	Visita 2	Visita 3	*p*
Miopia	M	-1,33 ± 0,26	-1,94 ± 0,41	- 2,88 ± 1,24	0,092[a]
	J0	- 0,13 ± 0,23	- 0,04 ± 0,29	0,17 ± 0,36	0,450[a]
	J45	0,36 ± 0,39	0,31 ± 0,41	0,11 ± 0,50	0,725[a]
Emetropia	M	- 0,04 ± 0,38	0,03 ± 0,45	- 0,04 ± 0,46	0,487
	J0	- 0,01 ± 0,30	- 0,03 ± 0,26	0,10 ± 0,40	0,133
	J45	0,00 ± 0,21	0,10 ± 0,24	0,03 ± 0,24	**0,032**
Hipermetropia	M	0,19 ± 1,11	0,23 ± 1,10	0,26 ± 1,30	0,824
	J0	- 0,01 ± 0,18	0,02 ± 0,31	- 0,00 ± 0,34	0,804
	J45	- 0,15 ± 0,35	0,02 ± 0,42	- 0,04 ± 0,42	0,073

a - Teste de ANOVA; Teste de Kruskal-Wallis foi utilizado nas restantes variáveis.

II. Relação do erro refrativo com o género

Conforme indicado na revisão bibliográfica desta dissertação, o género tem sido apontado como um fator de risco associado ao aparecimento das ametropias. Na tabela 5.6 estão apresentados os valores médios dos componentes vetoriais do olho direito das crianças desta amostra, e a frequência relativa das diferentes ametropias em cada género, com o intuito de perceber se, nesta amostra, existe relação entre o género e a ametropia. Pode-se verificar que a média do equivalente esférico é mais positiva em crianças do género feminino, concluindo-se que o género feminino é menos míope do que o género masculino, no entanto, essas diferenças não são estatisticamente significativas (p-value = 0,428, Teste de Mann-Whitney U).

Relativamente à distribuição das ametropias por género, pode-se verificar também que não existem diferenças estatisticamente significativas das ametropias entre os géneros.

Tabela 5.6: Valor médio ± desvio padrão, variação e significância estatística dos componentes vetoriais do olho entre géneros, assim como a frequência relativa das ametropias

Componentes Vetoriais (D)	Masculino	Feminino	Variação	*p*
M	0,02 ± 0,98	0,05 ± 0,89	- 0,03 ± 0,09	0,428[a]
J0	0,02 ± 0,31	0,00 ± 0,32	0,03 ± 0,03	0,590[a]
J45	0,02 ± 0,36	0,01 ± 0,29	0,00 ± 0,03	0,909[a]
Ametropias	Frequência Relativa (%)			
Miopia (n = 11; 2,7%)	1,5	1,2	NA	0,953[b]
Emetropia (n = 219; 54,5%)	27,1	27,4		
Hipermetropia (n = 172; 42,8%)	21,4	21,4		

a - Mann-Whitney U; b - Teste de Qui-quadrado de Pearson; NA - Não aplicável.

5.1.4 Prevalência do estado fórico em visão de perto

Na figura 5.10, está representada a prevalência dos diferentes estados fóricos das crianças que constituem esta amostra, mostrando que o estado fórico mais prevalente é a ortoforia, abrangendo 227 crianças (56,5%). A exoforia atinge 108 crianças (26,9%) e as restantes 67 crianças (16,7%) são endofóricas. O valor do estado fórico máximo, verificado nesta amostra foi de 11 Δ (dioptrias prismáticas) de endoforia, apresentando um valor médio de 3,05 ± 2,3 Δ, de destacar a presença de uma criança com 7,00 Δ de hiperforia, com endoforia associada. Relativamente à exoforia o valor máximo verificado foi de 10,00 Δ, com isto apresenta-se um valor médio de exoforia de 0,10 ± 2,1 Δ.

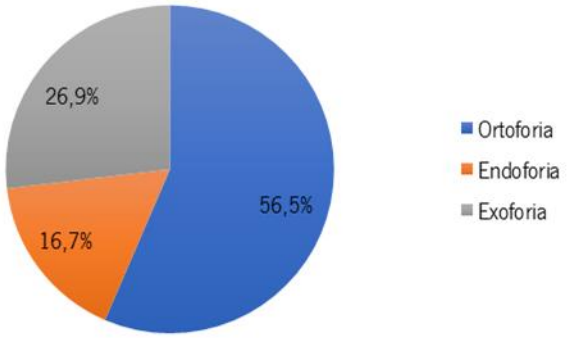


Figura 5.10: Distribuição do estado fórico em visão de perto

Na tabela 5.7 está representada a distribuição do estado fórico das crianças pelas suas respetivas ametropias, assim como a média do valor das forias para cada ametropia. As variáveis endoforia e exoforia não estão relacionadas com a ametropia, uma vez que as respetivas correlações assumem valores residuais e sem significância estatística para a amostra em estudo.

Relativamente à distribuição do estado fórico pelas ametropias, verificam-se diferenças estatisticamente significativas da proporção dos diferentes estados fóricos entre as ametropias. Essas diferenças devem-se ao facto de o número de míopes da amostra ser muito inferior ao número de emetropes e hipermetropes.

Tabela 5.7: Valor médio ± desvio padrão e a significância estatística do estado fórico comparados por ametropias, assim como a frequência relativa dos estados fóricos, distribuídos pelas ametropias

Estado Fórico (Δ)	Miopia	Emetropia	Hipermetropia	Correlação	*p*
Foria	- 0,09 ± 3,18	- 0,12 ± 1,95	- 0,09 ± 2,25	NA	NA
Endoforia	3,67 ± 3,06	2,56 ± 1,77	3,75 ± 2,83	0,155	0,214[a]
Exoforia	- 3,00 ± 1,41	- 2,42 ± 1,73	-2,02 ± 1,60	0,179	0,064[a]
Frequência Relativa (%)					
Ortoforia (n = 227; 56,5%)	1,0	31,8	23,6	NA	**<0,001[b]**
Endoforia (n = 67; 16,7%)	0,7	9,7	6,2		**<0,001[b]**
Exoforia (n = 108; 26,9%)	1,0	12,9	12,9		**<0,001[b]**

a - Coeficiente de correlação de Spearman; b - Teste de Qui-quadrado; NA - Não aplicável.

A ortoforia teve maior prevalência em crianças do género feminino em relação às crianças do género masculino (tabela 5.8), onde se verificou uma prevalência maior de forias, não sendo essas diferenças estatisticamente significativas (p-value = 0,623, Teste de Qui-Quadrado de Pearson). Além disso também se destaca que, a endoforia apesar de estar mais presente nas crianças do género masculino, apresenta uma média superior para as crianças do género feminino. Os valores médios da exoforia não apresentam diferenças para ambos os géneros.

Analisando as correlações entre as forias e o género, verifica-se que a endoforia e a exoforia não estão relacionadas com o género pois apresentam um coeficiente de correlação muito baixo e sem significância estatística, indicando por isso que não há relação entre estas variáveis.

Tabela 5.8: Valor médio ± desvio padrão e a significância estatística do estado fórico comparando com o género. Distribuição das crianças pelo seu estado fórico de acordo com o género

Estado Fórico (Δ)	Masculino	Feminino	Correlação	*p*
Foria	- 0,08 ± 2,06	- 0,13 ± 2,18	NA	NA
Endoforia	2,92 ± 1,78	3,20 ± 2,83	- 0,061	0,625[a]
Exoforia	- 2,24 ± 1,74	-2,26 ± 1,60	- 0,053	0,584[a]
Frequência Relativa (%)				
Ortoforia (n = 227; 56,5%)	27,4	29,1	NA	0,623[b]
Endoforia (n = 67; 16,7%)	9,2	7,5		
Exoforia (n = 108; 26,9%)	13,4	13,4		

a - Coeficiente de correlação de Spearman; b - Teste de Qui-quadrado de Pearson

5.1.5 Verificação da visão estereoscópica

A estereopsia média da amostra é estudo é de 78,30 ± 81,81 '' segundo a notação clínica. Usando a função logarítmica, conforme expresso no capítulo 4, o valor médio é de 1,81 ± 0,22 log('). Os resultados da estereopsia em visão de perto são apresentados em escala logarítmica, de ter em conta que um menor valor absoluto corresponde a uma melhor estereopsia, à semelhança do que acontece com os valores em segundos de arco.

A figura seguinte exibe a distribuição dos valores da estereopsia da amostra. O resultado correspondente à melhor estereopsia, 40'', foi o mais prevalente, estando presente em 34,1% da amostra (137 crianças) e, 32,8% das crianças que ingressaram na escola primária apresentavam uma estereopsia igual a 100'' (132 crianças). De salientar que, apenas 20 crianças (5,0% da amostra) apresenta uma estereopsia inferior a 140'', sendo que 3 crianças (0,7%) não apresentam estereopsia ou apresentaram dificuldade em concluir o exame.

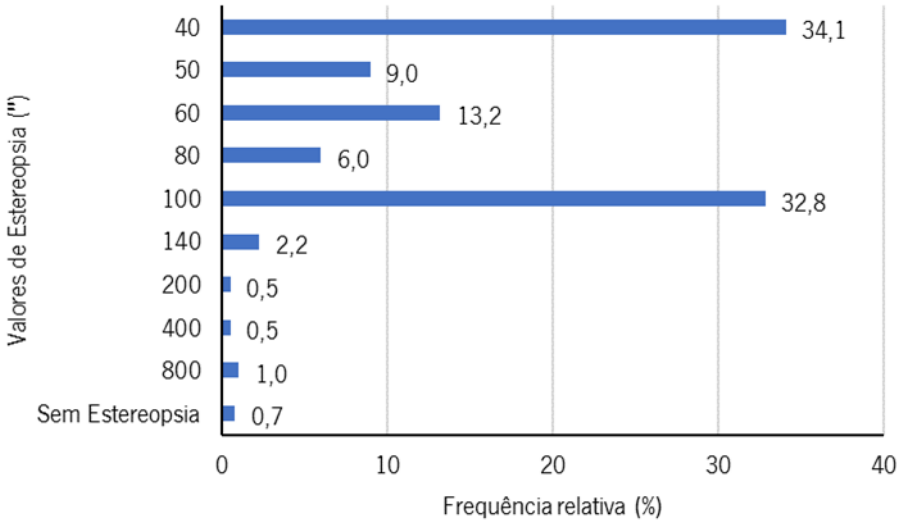


Figura 5.11: Distribuição dos resultados da esteropsia da amostra

Com o intuito de investigar se existem variáveis que podem influenciar a estereopsia, ou vice-versa, foi verificada a correlação entre este parâmetro e o equivalente esférico e o estado fórico (tabela 5.9). Pode-se verificar pela comparação do componente esférico com os valores de estereopsia, que não existe correlação (uma vez que se trata de um valor negativo residual) entre ambos os grupos, sem significância estatística. As forias, quando comparadas com a estereopsia (log (")) apresentam um coeficiente de correlação que, apesar de baixo é estatisticamente significativo.

Tabela 5.9: Correlação entre a estereopsia em log (") e o equivalente esférico e a foria, através do coeficiente de correlação de Spearman

Variáveis	Estereopsia (log ("))	
	Correlação	*p*
M (D)	- 0,018	0,727
Foria (Δ)	0,203	**<0,001**

Pode-se verificar que as crianças míopes desta amostra tiveram um valor médio de estereopsia em visão de perto de 1,82 ± 0,20 log ("), as emetropes tiveram um valor de 1,85 ± 0,21 log (") e as hipermetropes apresentaram um valor médio de 1,78 ± 0,22 log ("). Estes dados levam a concluir que não existem grandes diferenças da estereopsia nos diferentes grupos de ametropias.

A relação entre o estado fórico e a estereopsia (r = 0,203, Coeficiente de correlação de Spearman) indica que, quanto maior a foria maiores são os valores de estereopsia (pior estereopsia).

O valor máximo de estereopsia é igual para todos os grupos de forias e, por isso, não há em nenhum grupo alguém com pior estereopsia do que noutro grupo de forias (figura 5.12). O valor mínimo de estereopsia verificado é igual para todos os estados fóricos, verificando-se ainda nas crianças endofóricas, uma média de valores de estereopsia ligeiramente mais fraca à verificada nos outros grupos.

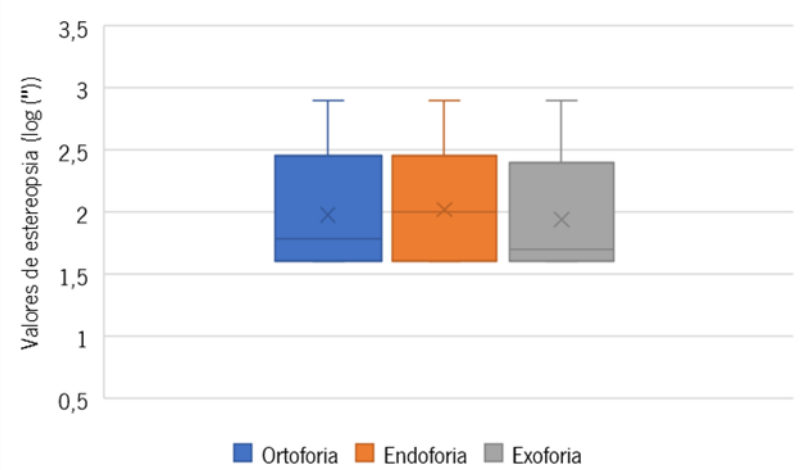


Figura 5.12: Valores de estereopsia em log (") agrupados pelo estado fórico

5.1.6 Verificação da visão das cores

Por último também foi rastreada a visão das cores das crianças, através do Teste de Ishihara, com o intuito de verificar a existência de crianças com alterações na visão cromática. Através da observação da figura 5.13, podemos concluir que a grande parte da amostra, 392 crianças (97,5%), apresenta uma visão das cores considerada normal e apenas 7 crianças (1,7% da amostra) apresentou alterações. As restantes 3 crianças da amostra (0,7%) não conseguiu concluir o teste, sendo que estes resultados foram considerados inconclusivos.

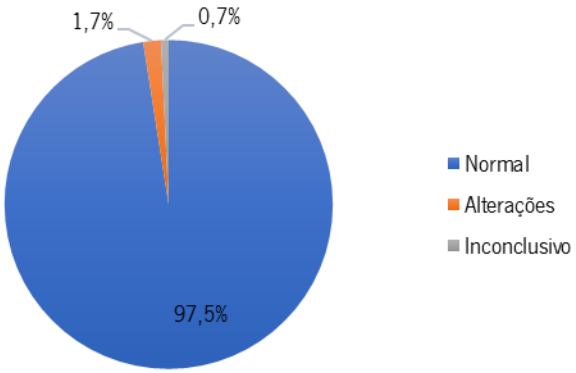


Figura 5.13: Distribuição dos resultados do teste de Ishihara

Note-se que, todas as crianças que apresentam alteração na visão das cores são do género masculino, conforme indicado na tabela 5.10 e, por isso se verificam diferenças estatisticamente significativas entre o género e a visão das cores (p=0,002, Teste Qui-quadrado de Pearson).

Tabela 5.10: Distribuição dos resultados do teste da visão das cores por géneros e o respetivo resultado de significância estatística

Resultados do teste (%)	População Total	Masculino	Feminino	*p*
Normal	97,5	95,0	100,0	0,002[a]
Alteração	1,7	3,5	0,0	
Inconclusivo	0,7	1,5	0,0	

a - Teste Qui-quadrado de Pearson

5.2 Variação dos parâmetros visuais das crianças nos 2 primeiros anos do ensino primário

5.2.1 Caracterização da amostra

Na primeira visita foram avaliadas 114 crianças que frequentavam o 1°ano do ensino primário, desse total 102 foram avaliadas novamente na terceira visita, quando as mesmas frequentavam o 3°ano de escolaridade. Na primeira avaliação (visita 1) as crianças tinham idade

média de 5,83 ± 0,38 anos e na segunda avaliação (visita 3) tinham 8,18 ± 0,38 anos, quando frequentavam o terceiro ano de escolaridade. A amostra constituída para o estudo deste subcapítulo é formada por 102 crianças, avaliadas duas vezes com dois anos de intervalo, aproximadamente, entre as duas avaliações, das quais 57 eram do género feminino (44,1%) e 45 do género masculino (55,9%), conforme indicado na figura 5.14.

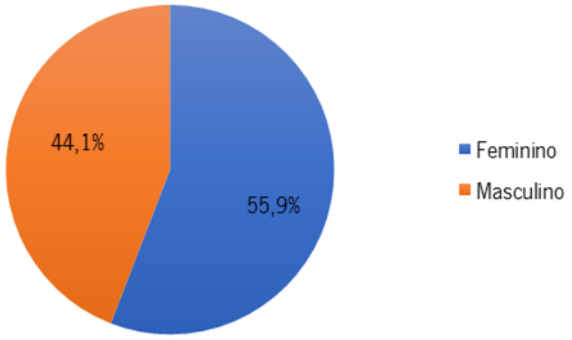


Figura 5.14: Distribuição da amostra por género

A figura 5.15 representa a proporção das crianças nas diferentes escolas: 35 pertenciam à Escola Básica de Celorico de Basto, 25 à Escola Básica N°1 da Gandarela, 19 à Escola Básica de Fermil e as restantes 19 crianças pertenciam à Escola Básica N°1 da Mota. Todas as crianças frequentaram a mesma escola no 1° e no 3°ano de escolaridade.

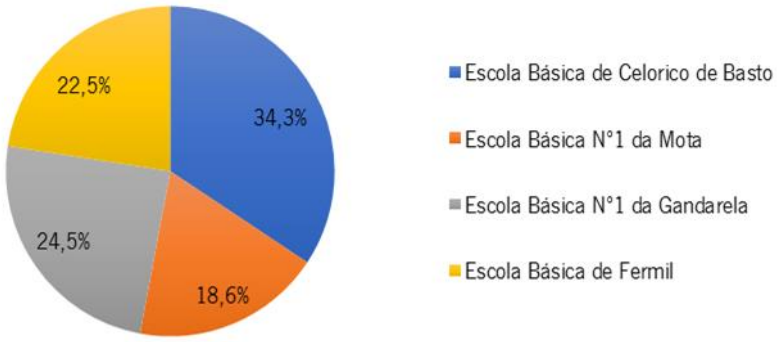


Figura 5.15: Distribuição das crianças pelas diferentes escolas

Na primeira avaliação destas crianças e através do questionário, verificou-se que 6 crianças usavam óculos (5,9%) e na segunda avaliação 15 crianças (14,7%) eram portadoras de óculos. Relativamente à terapia visual, na primeira visita apenas uma criança (1,0%) tinha feito e na altura da terceira visita, duas crianças (1%) já tinham feito terapia visual entre as duas visitas.

1 criança usava óculos nas 2 visitas e tinha feito terapia visual, na primeira avaliação. A figura 5.16 representa a distribuição das crianças que usavam óculos e fizeram terapia visual, questionadas na primeira e na terceira visita.

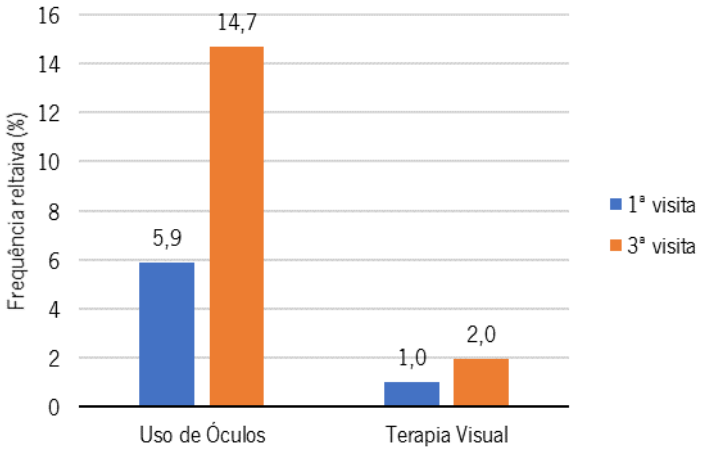


Figura 5.16: Distribuição das crianças que usavam óculos e que fizeram terapia visual

5.2.2 Caracterização do estado refrativo

Por se verificar que não existiam diferenças estatisticamente significativas entre ambos os olhos, são apresentados apenas os valores do olho direito para se avaliar a prevalência das ametropias na primeira e na terceira avaliação.

A figura 5.17 mostra a distribuição da prevalência das ametropias na primeira e na terceira visita, mostrando a evolução ocorrida no intervalo entre as duas avaliações (2 anos, aproximadamente). De um modo geral, a amostra possui uma prevalência maior de emetropia (78,4% e 44,1%, na primeira e na terceira visita, respetivamente). Na primeira avaliação encontrou-se 80 emetropes (78,4% da amostra na primeira visita), 20 hipermetropes (19,6%), e apenas 2 míopes (2,0%). Na segunda avaliação o número de emetropes desceu, abrangendo 45 crianças (44,1%) ao contrário da prevalência de míopes e de hipermetropes que subiu. Na terceira visita (segunda avaliação), a miopia atingiu 10 crianças (9,8% da amostra na segunda visita) e a hipermetropia 47 crianças (46,1%), 27 crianças a mais, em relação à primeira visita.

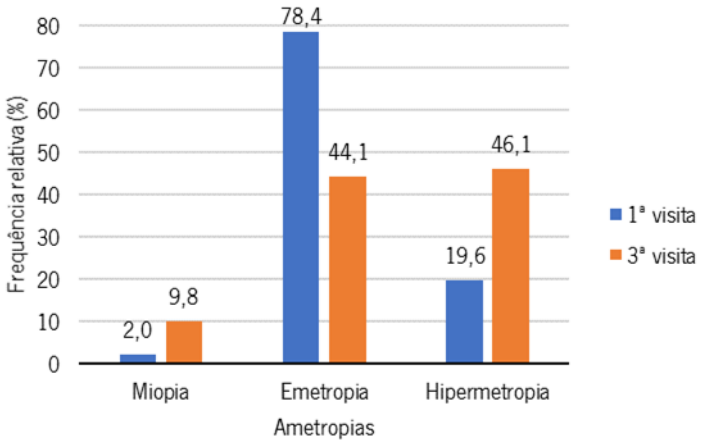


Figura 5.17: Distribuição da prevalência das ametropias na primeira e na terceira visitas

Na tabela 5.11 estão representadas as alterações que ocorreram entre a primeira e a terceira visitas deste estudo, constatando-se que os 2,0% (2 crianças) de míopes existentes na 1ªvisita mantiveram-se na 3ªvisita. A emetropia sofreu mais alterações, tendo-se verificado que dos 78,4% dos emetropes (80 crianças) avaliados na 1ªvisita, 6,9% tornou-se míope (7 novos míopes) e 32,4% dos emetropes passaram a ser hipermetropes (33 crianças). Em relação à hipermetropia, 1 criança passou a ser míope na 3ªvisita e 4,9% das crianças tornaram-se emetropes (5 crianças).

Tabela 5.11: Alterações das ametropias entre a visita 1 e a 3

Visita 1		Visita 3	
Ametropia	**Frequência Relativa (%)**	**Ametropia**	**Frequência Relativa (%)**
Miopia	2,0	**Miopia**	2,0
		Emetropia	0,0
		Hipermetropia	0,0
Emetropia	78,4	**Miopia**	6,9
		Emetropia	39,2
		Hipermetropia	32,4
Hipermetropia	19,6	**Miopia**	1,0
		Emetropia	4,9
		Hipermetropia	13,7

Através da observação desta tabela pode-se concluir que, em geral as crianças mantiveram o seu diagnóstico relativamente à ametropia que apresentam na primeira e segunda avaliação. Analisando de forma mais detalhada, as crianças que ingressaram emetropes no ensino primário, sofreram maiores alterações no seu estado refrativo ao longo de dois anos, sendo que a grande maioria era hipermetrope na altura da segunda avaliação.

Em relação ao astigmatismo a sua prevalência diminuiu, na primeira visita 25 crianças (24,5% da amostra) possuíam astigmatismo enquanto que, na terceira visita apenas 19 crianças (18,6%) eram portadoras deste erro refrativo. O valor médio do astigmatismo era de - 1,11 ± 0,81 D atingindo um valor máximo de – 4,25 D na primeira visita, na terceira visita verificou-se um valor máximo ligeiramente mais elevado, - 4,50 D, com um valor médio de – 1,30 ± 1,00 D.

Na primeira visita, apenas 6,9% das crianças astigmatas (7 crianças) também têm hipermetropia, sendo que a maioria das crianças astigmatas (16,7%) não têm outro erro refrativo associado. Porém, na terceira visita, 10 das 19 crianças astigmatas (9,8%) são também hipermetropes e 2 das 10 crianças míopes na terceira avaliação sofrem também de astigmatismo.

Quanto à orientação o astigmatismo (figura 5.18) sofreu ligeiras alterações na maioria dos casos exceto no astigmatismo contra à regra, onde se verificou um aumento da sua prevalência entre as duas visitas efetuadas, de 12,0% para 21,1%. Na primeira visita, 11 crianças astigmatas (44,0% da amostra com astigmatismo) tinham o eixo à regra e na terceira visita eram 7, as crianças (36,8%) com o eixo à regra.

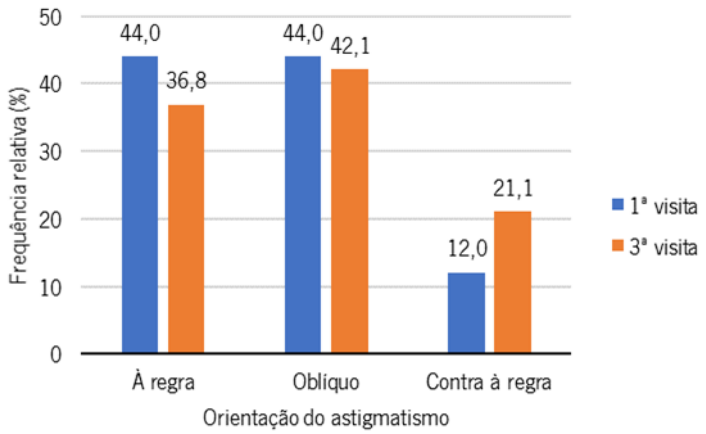


Figura 5.18: Distribuição da orientação do astigmatismo das crianças afetadas por este erro refrativo, na primeira e na terceira visitas

Na primeira avaliação foram encontradas 25 crianças com astigmatismo, das quais 7 mantiveram-se astigmatas na segunda avaliação, sendo que apenas se verificou a mudança de orientação do eixo de astigmatismo numa criança (de eixo oblíquo para eixo contra-à-regra).

Nesta amostra não se verificaram anisometropias de valor igual ou superior a 2,00 D (M ≥ 2,00 D). Na primeira visita verificou-se a existência de 5 anisometropes (4,9% da amostra) com diferença no valor de equivalente esférico entre 1,00 D e 2,00 D, já na terceira visita verificou-se um aumento de anisometropes (figura 5.19).

De destacar que, apenas 2 anisometropes (1,00 D ≤ diferença entre M dos olhos direito e esquerdo < 2,00 D) avaliados na primeira visita se mantiveram anisometropes na segunda visita. Uma das crianças anisometropes na primeira visita e, na qual não se verificou a anisometropia na segunda avaliação, deveu-se ao facto de o equivalente esférico do olho menos míope ter aumentado na segunda avaliação e ter ficado mais próximo do equivalente esférico do outro olho. As outras duas crianças que deixaram de ser anisometropes deveu-se ao facto dos equivalentes esféricos de ambos os olhos tenderem para a emetropia.

Na segunda avaliação verificou-se a presença de 12 anisometropes (11,8% das crianças avaliadas segunda avaliação), sendo 10 deles novos anisometropes, uma vez que não se verificou a anisometropia na primeira avaliação destas crianças.

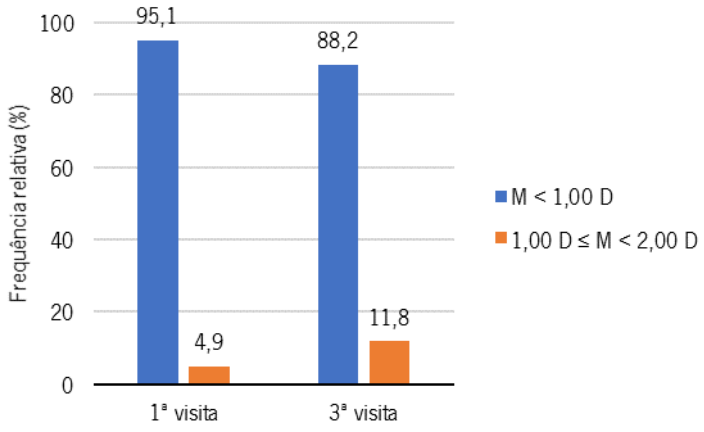


Figura 5.19: Alterações de anisometropia entre a 1ª e a 3ª visita

A variação dos componentes refrativos de toda a amostra entre a primeira e a terceira visita, está representada na tabela seguinte. Entre as visitas pode-se verificar uma tendência para

a miopia, uma vez que o equivalente esférico, já negativo na primeira visita, diminui, tendo-se verificado que essa diferença é estatisticamente significativa (p=0,001, Teste de Classificações Assinadas por Wilcoxon). Em relação à variação dos componentes astigmáticos verifica-se que, ambos sofreram alterações ligeiras no sentido positivo, não tendo sido variações estatisticamente significativas.

Nas crianças míopes na primeira e na terceira visitas, observou-se um aumento do valor refrativo da miopia, não se podendo tirar conclusões acerca da significância estatística desta ametropia, devido ao facto de apenas coexistirem dois míopes em ambas as visitas. Nos míopes o componente astigmático vertical evolui no sentido positivo, aproximando-se de zero na terceira visita. No entanto, o componente J45 evolui no sentido negativo, apresentando um valor médio positivo e negativo, na primeira e na terceira visitas, respetivamente. Relativamente à hipermetropia, mantém-se estável entre as duas avaliações efetuadas, sendo a sua variação próxima de zero. Nesta ametropia pode-se verificar uma variação no sentido negativo do componente J0 e uma variação positiva, verificada no componente J45. O componente J45 sofreu alterações estatisticamente significativas na hipermetropia, tendo um valor médio negativo na primeira avaliação e um valor médio positivo na segunda.

Tabela 5.12: Valor médio ± desvio padrão dos componentes vetoriais entre as visitas e por ametropia, assim como a sua respetiva variação e significância estatística

Componentes Vetoriais (D)		1ª visita	3ª visita	Variação	*p*
M		- 0,02 ± 0,64	- 0,30 ± 0,91	- 0,30 ± 0,76	**0,001**[a]
J0		- 0,03 ± 0,27	0,06 ± 0,45	0,08 ± 0,58	0,147[a]
J45		- 0,01 ± 0,26	0,02 ± 0,23	0,03 ± 0,35	0,416[a]
Componentes Vetoriais (D)	Ametropias				
M	Miopia	- 1,38 ± 0,35	- 2,88 ± 0,53	- 1,50 ± 0,88	NA
	Hipermetropia	0,27 ± 1,31	0,26 ± 1,35	- 0,01 ± 0,80	0,967[b]
J0	Miopia	- 0,24 ± 0,18	- 0,06 ± 0,95	0,17 ± 0,77	NA
	Hipermetropia	- 0,01 ± 0,19	- 0,12 ± 0,86	- 0,11 ± 0,98	0,581[c]
J45	Miopia	0,43 ± 0,52	- 0,05 ± 1,27	- 0,47 ± 0,75	NA
	Hipermetropia	- 0,16 ± 0,42	0,13 ± 0,27	0,29 ± 0,58	**0,039**[c]

a - Teste de Classificações Assinadas por Wilcoxon; b - Teste T de amostras emparelhadas; c - Testes dos Sinais.

Em relação à comparação dos componentes vetoriais do erro refrativo com o género e a sua evolução (entre as duas visitas), pode-se verificar a existência de ligeiras alterações, exceto no componente J45 no género masculino (tabela 5.13). Estas alterações foram superiores nos valores de equivalente esférico de ambos os géneros, sendo estas variações no sentido negativo e, apenas estatisticamente significativas no género masculino. Os componentes astigmáticos J0 e J45 sofreram alterações no sentido positivo, tanto para o género masculino como para o género feminino, tendo sido verificada uma evolução maior do componente J0 em ambos os géneros.

Entre género não se verificaram diferenças estatisticamente significativas de cada componente vetorial entre as duas avaliações.

Tabela 5.13: Valor médio ± desvio padrão dos componentes vetoriais entre as visitas, por género

Componentes Vetoriais (D)	Género	1ª visita	3ªvisita	Variação	*p*
M	**Masculino**	- 0,06 ± 0,51	- 0,40 ± 0,84	- 0,34 ± 0,70	**0,002[a]**
	Feminino	0,01 ± 0,73	- 0,21 ± 0,96	- 0,23 ± 0,80	0,096[a]
	p	0,588[b]	0,501[b]	NA	NA
J0	**Masculino**	0,01 ± 0,20	0,05 ± 0,31	0,04 ± 0,39	0,847[a]
	Feminino	- 0,05 ± 0,32	0,06 ± 0,53	0,12 ± 0,70	0,056[a]
	p	0,345[b]	0,637[b]	NA	NA
J45	**Masculino**	0,00 ± 0,26	0,00 ±0,27	0,00 ± 0,33	0,945[a]
	Feminino	- 0,02 ± 0,27	0,03 ± 0,19	0,05 ± 0,37	0,274[a]
	p	0,808 [b]	0,881 [b]	NA	NA

a - Teste de Classificações Assinadas por Wilcoxon; b - Teste U de Mann-Whitney; NA – Não Aplicável

5.2.3 Prevalência do estado fórico em visão de perto

Na figura 5.20 está representada a distribuição de prevalências de cada foria das crianças avaliadas na primeira e na terceira visitas. Pode-se verificar que a ortoforia é a foria mais prevalente em ambas as visitas, embora na primeira visita se tenham encontrado 73 crianças ortofóricas (71,6%) e na terceira visita esse número tenha diminuído para 53 crianças (52,0%). A prevalência de crianças endofóricas também diminuiu entre as duas visitas, verificando-se apenas a presença de 10 crianças endofóricas (9,8%) na terceira visita. Ao contrário da prevalência da endoforia, a

prevalência da exoforia aumentou entre as visitas, sendo que na primeira visita verificou-se a existência de apenas 4 crianças exofóricas (3,9% da amostra) e na última visita foram encontradas 39 crianças exofóricas (38,2%).

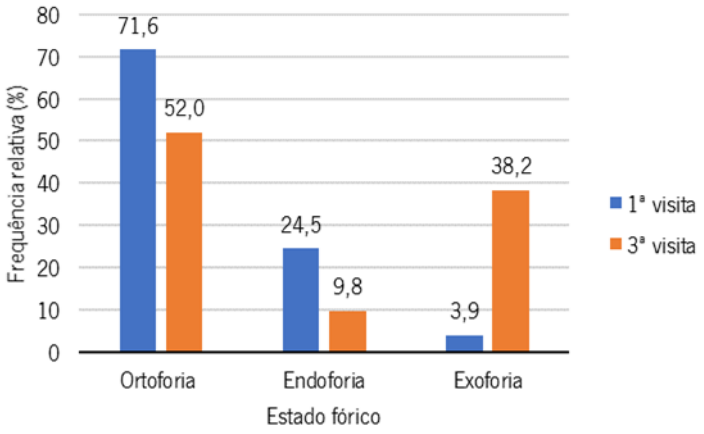


Figura 5.20: Distribuição da prevalência dos diferentes estados fóricos em visão de perto, na primeira e terceira visita

O valor do estado fórico máximo, verificado nesta amostra foi de 11,00 Δ de endoforia, com um valor médio de 3,44 ± 2,60 Δ, na primeira avaliação. Já na segunda avaliação, o valor máximo verificado em toda a amostra foi menor em relação à primeira avaliação, 6,00 Δ, apresentando um valor médio de 3,38 ± 2,00 Δ.

Relativamente à exoforia, foi verificado na primeira avaliação, um valor máximo de 7,00 Δ, apresentado esta foria um valor médio de 3,00 ± 2,83 Δ. Na terceira avaliação verificaram-se valores de exoforia superiores, uma vez que o valor máximo atingido foi de 11,00 Δ e o valor médio também foi superior, sendo de 3,28 ± 2,36 Δ.

Analisando a evolução do estado fórico entre as visitas, verifica-se que grande parte dos ortofóricos na primeira visita se mantém ortofóricos (57,5% dos ortofóricos da primeira visita), aqueles que não mantém a ortoforia na terceira visita passam maioritariamente a ser exofóricos (32,9% da ortoforia na primeira avaliação).

As crianças endofóricas foram aquelas que sofreram mais alterações, repare-se que mais de metade das crianças endofóricas na primeira visita eram exofóricas na terceira visita (56,0% dos endofóricos da primeira visita) e 36% das crianças endofóricas tornaram-se ortofóricas.

Por fim, 50,0% (2 crianças) das crianças com exoforia na primeira visita eram ortofóricas na terceira.

Tabela 5.14: Alterações das forias entre a visita 1 e a 3

Visita 1		Visita 3	
Estado Fórico	Frequência Relativa (%)	Estado Fórico	Frequência Relativa (%)
Ortoforia	71,6	Ortoforia	57,5
		Endoforia	9,6
		Exoforia	32,9
Endoforia	24,5	Ortoforia	36,0
		Endoforia	8,0
		Exoforia	56,0
Exoforia	3,9	Ortoforia	50,0
		Endoforia	25,0
		Exoforia	25,0

5.2.4 Variação da estereopsia

Através da observação da figura 5.21, podemos observar que a estereopsia das crianças melhorou de um modo geral, entre as duas visitas. Pelo facto de ter havido uma diminuição da incidência de valores de estereopsia iguais a 100'' (resultado mais prevalente na primeira visita) e um aumento de resultados iguais a 40'', que corresponde a uma melhor estereopsia. Na terceira visita, 29 crianças (28,4%) tinham uma estereopsia mais baixa, com valores superiores a 40'', enquanto que, 73 crianças (71,6%) apresentavam estereopsia igual a 40''.

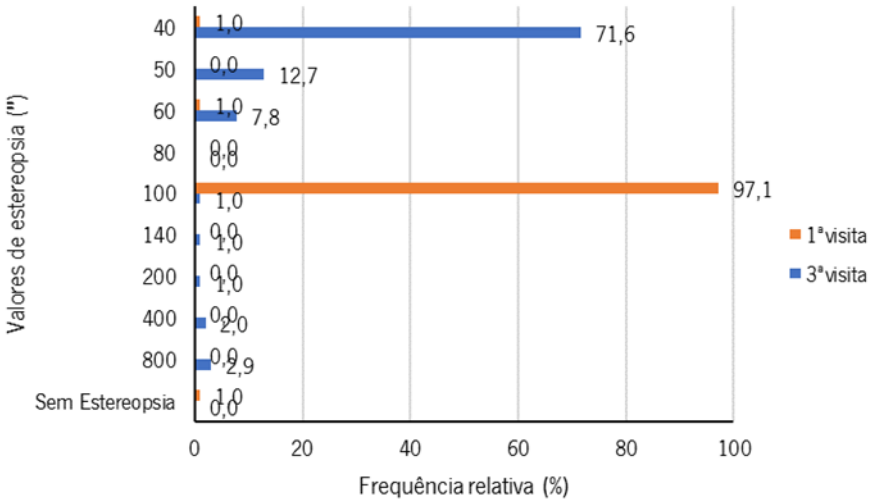


Figura 5.21: Distribuição dos resultados da esteropsia nas duas visitas

A esteropsia média desta amostra na primeira avaliação era de 1,99 ± 0,05 log ('') e na segunda avaliação era de 1,70 ± 0,27 log (''). Segundo a notação clínica, os valores médios são de 99,01 ± 7,14 '' e de 75,39 ± 137,44 '', da primeira e da terceira visita, respetivamente. Com estes valores pode-se concluir que a estereopsia média desta amostra melhorou entre as visitas, uma vez que o seu valor médio diminui (apesar de o valor de desvio padrão ser maior na segunda avaliação) e não se verificaram tantas crianças com estereopsia inferior a 40'', na terceira visita.

5.2.5 Alteração na visão das cores

Na primeira visita todas as crianças apresentavam visão das cores normal. Entre a primeira e terceira avaliação não se verificaram alterações na visão das cores destas 102 crianças, como era esperado.

6. Discussão de resultados

Primeiramente este trabalho teve como objetivos a análise dos erros refrativos e do estado fórico, incluindo a sua prevalência, tendo como base uma amostra de 402 crianças com idades compreendidas entre os 5 e os 8 anos. Esta amostra inclui todas as crianças que ingressaram no ensino primário, no ano letivo corrente à visita efetuada, abrangendo crianças que ingressaram na escola em 3 anos consecutivos. Os resultados deste trabalho vão ser comparados com outros trabalhos semelhantes, realizados nos últimos anos em diferentes países.

Foram avaliados e recolhidos os valores de erro refrativo de ambos os olhos e, uma vez que não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre ambos, foi unicamente realizada a análise do olho direito, exceto para o estudo da anisometropia. À semelhança do que ocorreu em outros estudos como o de Queirós e seus colaboradores, em 2009[34], e, em 2006 no estudo de Jorge[106], que, como não verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os componentes vetoriais de ambos os olhos, optaram por analisar os resultados do olho direito. Neste estudo apenas se verificaram diferenças estatisticamente significativas do componente J45, apesar dessa diferença não ter significância clínica, o valor da variação mostra-nos que existe ligeiramente mais astigmatismo oblíquo no primeiro quadrante.

I. Caracterização dos parâmetros visuais das crianças que ingressam no ensino primário

Os resultados mostraram que a emetropia foi a ametropia mais prevalente, seguida da hipermetropia e, por fim a miopia. A explicação da maior prevalência de crianças emetropes muito provavelmente está relacionada com o processo de emetropização que, está maioritariamente completo aos 6 anos de vida. Estes resultados estão de acordo com outros estudos realizados e tendo também objetivos semelhantes aos do presente estudo. No norte da Europa, O'Donoghue *et al.* em 2010,[41] verificaram em crianças com 6 e 7 anos uma prevalência maior de hipermetropia em relação à miopia. Pi *et al.* também em 2010,[23] averiguaram a presença predominante de crianças emetropes e hipermetropes com idades entre os 6 e os 8 anos, comprovando que a partir dos 8 anos de idade surgem mais crianças míopes. Por outro lado, e tendo em conta as mesmas faixas etárias, Queirós *et al.*[34] e Gomez-Salazar *et al.*[107], verificaram que a ametropia mais prevalente a seguir à emetropia foi a miopia. Estas diferenças

podem estar relacionadas com o uso de métodos de refração diferentes, uma vez que estes estudos apresentaram uma definição de ametropias, idêntica à utilizada neste estudo.

Um dos parâmetros utilizados na definição de ametropias deste trabalho e, que difere de todos os outros estudos analisados é a acuidade visual que a criança apresenta. Juntar este parâmetro com o valor de equivalente esférico (M) obtido por um método de refração objetiva, torna a classificação das ametropias mais robusta, uma vez que um erro refrativo não corrigido, traduz-se numa redução de quantidade e qualidade de visão. O'Donoghue *et al.,* [108] demonstraram que uma pobre acuidade visual é um bom preditor na deteção de miopia, essencialmente. Lança *et al.* em 2014,[109] defenderam que crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 11 anos que apresentavam acuidade visual de 20/25 (0,8 na escala decimal), possuíam um erro refrativo não corrigido. Estes autores evidenciaram também que, reduzida acuidade visual pode estar relacionada com problemas de visão binocular, nomeadamente o estrabismo. Um outro estudo demonstrou que, crianças com miopia ou hipermetropia elevada apresentam pior acuidade visual em relação a crianças emetropes.[41]

Como podem haver erros refrativos que passem despercebidos, pelo facto de a criança não apresentar acuidade visual diminuída nem apresentar outros sinais, foi também tida em conta a reação das crianças com a colocação de lentes de + 1,00 D em ambos os olhos, simultaneamente. Tipicamente estas crianças são hipermetropes, uma vez que o uso da acomodação permite muitas vezes mascarar esta ametropia. Schiefer *et al.* [10] num trabalho de revisão, também defendem que pessoas jovens podem compensar a sua ametropia involuntariamente pelo uso da acomodação. Em crianças míopes e emetropes esta lente positiva vai ter um efeito visual negativo, enquanto que um olho hipermetrope não corrigido vai sentir melhorias na sua visão. A utilização deste critério permitiu diferenciar melhor os hipermetropes. Langaas em 2011, [110] no seu trabalho acerca de acuidade visual também usou este método para detetar a hipermetropia, embora tenha utilizado lentes de + 2,00 D. Williams *et al.* [111]num trabalho acerca da hipermetropia, mostraram que a incorporação de lentes de + 4,00 D permite mais fácil e rapidamente ajudar a detetar, num programa de rastreio visual, hipermetropias moderadas.

Relativamente à incidência de astigmatismo, verificou-se a presença de 145 crianças (36,1% da amostra) astigmatas, o que nos leva a concluir que o astigmatismo é, nesta amostra o segundo erro refrativo mais prevalente, seguidamente à hipermetropia. De destacar que a maior

parte das crianças com astigmatismo (17,9% das astigmatas) não sofrem simultaneamente de outros erros refrativos. Estes resultados também foram concordantes com os de Norouzirad *et al.,* [39] excetuando que neste estudo verificaram uma prevalência de astigmatismo maior, podendo dever-se principalmente ao facto de considerarem astigmatas, as crianças com um valor de cilindro superior a 0,50 D. Outros estudos que avaliaram o erro refrativo usando também a auto-refratometria, diferindo apenas com o uso da cicloplegia e com a mesma definição para o astigmatismo, reportaram que, este era o erro refrativo mais prevalente na sua amostra.[35][38]

Neste estudo, as crianças tinham maioritariamente astigmatismo oblíquo e à regra e, por fim o astigmatismo com a orientação contra-à-regra era o menos incidente, sendo que não existiu muita diferença entre o número de crianças com astigmatismo oblíquo e à regra. Porém em outros estudos analisados, predomina o astigmatismo à regra, é o exemplo do trabalho de Soler *et al.* [38] e de Anera *et al.* [35], apesar destes dois estudos não considerarem a presença de astigmatismos oblíquos. Estes resultados não vão de encontro a um outro estudo, realizado no Irão, por Norouzirad *et al.,* [39] este trabalho verificou que o astigmatismo oblíquo é o menos incidente nas crianças astigmatas da sua amostra e o astigmatismo à regra, é o mais prevalente.

Neste trabalho, na primeira fase dos resultados obtidos, verificou-se a presença de 30 anisometropes sendo que, 5 crianças apresentavam anisometropia igual ou superior a 2,00 D. Em outros estudos analisados também se pode verificar que a prevalência de anisometropia é baixa. Na investigação conduzida por Soler *et al.,* [38] das 123 crianças avaliadas com idades entre os 6 e os 8 anos, reportaram a presença de 5 crianças com anisometropia igual ou superior a 1,00 D. Got *et al.* em 2005,[67] depois de analisarem 4634 crianças apenas verificaram a presença de 19 crianças com anisometropia superior a 2,00 D.

Relacionando a prevalência das ametropias nas diferentes escolas e entre os diferentes anos de avaliação, verificaram-se apenas diferenças estatisticamente significativas da proporção de emetropes a ingressar no ensino primário entre todas as escolas, na primeira e na terceira visita. Como referido anteriormente, todas as escolas estavam inseridas no mesmo meio, essencialmente rural, mas não foi tido em conta o meio, ou até, por exemplo, o tipo de casa onde as crianças avaliadas habitam (apartamento ou moradia). Um estudo recente, mostrou que existem diferenças na prevalência de ametropias entre escolas inseridas no meio rural e urbano, assim como o meio onde as crianças habitam, demonstrando que no meio rural há uma menor incidência de erros refrativos.[2]

Em todas as visitas efetuadas, pode-se verificar que a miopia apresentou maiores valores de J0 e de J45, o que leva a concluir que, nesta amostra, há maior proporção de astigmatismo nas crianças míopes em relação às outras ametropias. Estes resultados são concordantes com o estudo de Queirós *et al.* [34] no sentido em que há mais astigmatismo, em termos de valor refrativo, associado com a miopia. Na miopia os valores de J45 excedem os de J0 e, por isso, as crianças míopes tem mais astigmatismo oblíquo associado, enquanto que no estudo de Queirós *et al.* [34] o astigmatismo à regra (componente J0 mais positivo) está mais presente na miopia. De destacar também que, estes resultados advêm de participantes com uma faixa etária mais abrangente à faixa etária deste trabalho e a classificação da orientação do eixo do astigmatismo de ambos os trabalhos não é exatamente igual. Como demonstram outros estudos que, incluem participantes com uma faixa etária mais abrangente, o astigmatismo altera ao longo da idade, não havendo consenso na sua variação. Gomez-Salazar *et al.,* [107] verificaram na sua amostra uma diminuição do astigmatismo ao longo da idade, enquanto que, Ostadimoghaddam *et al.* [52], demonstraram a variação oposta.

Nesta amostra, na primeira fase dos resultados, não se verificaram diferenças entre o erro refrativo e o género, apenas existe mais um menino com miopia em relação às meninas. De salientar que, nesta primeira amostra e, por coincidência, existem o mesmo número de meninas e meninos. Em relação ao astigmatismo, repare-se que o género masculino possui um maior valor do componente J0, e o componente J45 não sofre nenhuma variação entre géneros, não se tendo verificado diferenças estatísticas entre os géneros e os componentes do astigmatismo. Apesar de alguma controvérsia dos resultados obtidos entre os estudos analisados, na sua maior parte o género não afetou a prevalência de nenhum dos erros refrativos, tendo em conta que todos tinham em comum as mesmas faixas etárias. Nos estudos de Pi *et al.* [23] e Anera *et al.* [35], verificaram-se algumas diferenças entre as ametropias e os géneros, sendo que num estudo reportaram maior prevalência dos erros refrativos nos meninos e no outro, reportaram o inverso. Contudo, estas variações em ambos os estudos não foram estatisticamente significativas.

A análise do estado fórico em visão de perto mostrou uma prevalência maior de crianças ortofóricas, seguidamente encontraram-se mais crianças exofóricas e, por último, a endoforia atingiu uma percentagem menor de crianças que ingressaram no ensino primário. Dos estudos analisados, apenas o estudo de Lança *et al.* [109] verificou uma maior prevalência de crianças ortofóricas na sua amostra. Os trabalhos de Aring *et al.* [112], Leone *et al.* [95] e Jang *et al.* [97]

mostram que 22,0%, 58,3% e 61,8% das crianças da mesma faixa etária (ou aproximada) deste estudo, são exofóricas, respetivamente. Apesar de não se verificarem diferenças nos resultados entre estes estudos é de salientar que nenhum realizou o método de Thorington e nem todos seguiam o mesmo critério de definição de heteroforia.

A partir da análise da heteroforia das crianças desta amostra, foi também estudada a sua relação com as ametropias, que se veio a verificar que não existia. Apesar de neste estudo se terem verificado diferenças estatisticamente significativas entre a proporção dos diferentes estados fóricos e as ametropias. Babinsky *et al.* [98] também verificaram que a heteroforia não está correlacionada significativamente com a ametropia. Os resultados deste estudo não vão de encontro aos de Leone *et al.* [95] que, demonstrou existir relação entre a hipermetropia e a endoforia e entre a miopia e a exoforia em visão de perto. Estes autores também aferiram que não há diferenças entre o género e a heteroforia. Este resultado é concordante com o deste trabalho que verificou uma correlação muito baixa e sem significância estatística entre o género e o estado fórico, também igualmente encontrado no trabalho de Aring *et al.* [112].

Relativamente aos resultados de estereopsia, apurou-se que 34,1% da amostra apresentavam uma estereopsia igual a 40'' e 37,7% das crianças tinham uma estereopsia inferior ou igual a 100'' (valores superiores a 100''). No estudo de Aring *et al.,* [112] verificaram que todas as crianças com idades entre os 7 e os 9 anos apresentavam valores de estereopsia inferiores a 60'', incluindo 60'', podendo ir até valores de 15'', de destacar que não usaram o mesmo teste.

Outro ponto também importante a analisar neste trabalho foi a possível relação entre o estado fórico e a estereopsia das crianças, uma vez que foi ponderado que as forias implicam a redução de estereopsia, conforme abordado no capítulo 2 desta dissertação. Este facto veio-se a comprovar nos resultados deste estudo pela análise da correlação entre as forias e a estereopsia, apesar de apresentar um valor baixo (r = 0,203, Coeficiente de correlação de Spearman) obteve significância estatística.

Com os resultados da estereopsia também se analisou a sua relação com o equivalente esférico do erro refrativo destas crianças. Chegando à conclusão de que não se verificou essa relação com o equivalente esférico da amostra. Dos estudos analisados nenhum efetuou esta relação, contudo o estudo de Anera *et al.* [35], relacionou a baixa prevalência de erros refrativos nas crianças com a boa estereopsia média que estas apresentavam.

A visão das cores desta amostra não foi geralmente afetada pois apenas 1,74% da amostra apresenta alterações na visão cromática. Este resultado é concordante com o de outros estudos analisados, Alam *et al.* [51] examinaram 940 crianças e verificaram que, apenas 1,1% das mesmas tinham deficiência na visão das cores. Também Woldeamanuel *et al.* [113] e Shrestha *et al.* [105] averiguaram baixas prevalências de crianças com problemas na visão das cores, de destacar que estes dois estudos também utilizaram o Teste de Ishihara.

Este parâmetro visual foi apenas relacionado com o género das crianças, tendo-se verificado que todas as crianças que apresentavam alterações na visão das cores eram do género masculino. 3,5% das crianças do género masculino apresentaram alterações na visão das cores. À semelhança do que ocorreu no estudo de Shrestha *et al.* [105],realizado em 2015, nenhuma criança do género feminino foi afetada com visão das cores anómala.

De salientar também que neste estudo há uma percentagem residual dos resultados do teste de Ishihara (0,75%) que foram inconclusivos, uma vez que essas crianças apresentavam uma fraca interação com os examinadores, não tendo conseguido concluir o teste. No estudo de Shrestha *et al.* [105] também se verificou essa situação, embora essas crianças tenham sido excluídas do estudo, posto que esse trabalho tinha como objetivo a comparação de resultados de dois testes de visão das cores diferentes.

II. Evolução dos parâmetros visuais das crianças ao longo do percurso do ensino primário

A análise prospetiva efetuada neste estudo, através de duas avaliações realizadas nas mesmas crianças, permitiu concluir que a prevalência de míopes e hipermétropes aumentou, sendo o aumento da prevalência de hipermetropes maior. Embora, no que concerne à mudança do equivalente esférico houve um aumento no sentido miópico, levando a concluir que, esta variação foi maior do que a variação presente no sentido hipermetrópico, conforme está representado no capítulo 5 desta dissertação. Num estudo longitudinal, realizado com 2,5 anos de intervalo entre as duas avaliações, Zhao *et al.* [32] verificaram também uma mudança do erro refrativo no sentido miópico. Relativamente à mudança na refração cilíndrica, esta praticamente não se alterou, à semelhança do que ocorreu no estudo de Zhao *et al.*

A metodologia utilizada para a análise da evolução dos parâmetros visuais em crianças de idade escolar, não permite que os resultados desta análise sejam comparados com resultados de outros estudos, dada a inexistência de estudos mais recentes, com contornos semelhantes a este. Contudo, as associações que serão feitas serão com base na revisão da literatura, podendo-se verificar que os resultados obtidos não são todos concordantes com as hipóteses que seriam de esperar.

Nesta amostra, 78,4% das crianças que ingressaram no ensino primário são emetropes, o que é coerente com a bibliografia encontrada, que afirma que as crianças com idades entre os 5 e os 7 anos são hipermetropes ou emetropes[7][12]. Segundo Pi *et al.* [23], aos 8 anos de idade há uma mudança do erro refrativo no sentido miópico e a prevalência de hipermetropia diminui, o que não é em tudo coerente com os resultados encontrados neste estudo, onde se constatou um aumento da prevalência de hipermetropia. A prevalência do astigmatismo neste estudo diminuiu, apesar de essa variação não ter sido estatisticamente significativa, à semelhança dos conhecimentos adquiridos aquando da pesquisa bibliográfica. Na primeira avaliação a maior parte do astigmatismo presente nas crianças não estava associado com outros erros refrativos, enquanto que na segunda visita, verificou-se mais astigmatismo associado com a hipermetropia. Com o avanço da idade altera principalmente a orientação do astigmatismo[23], sendo que, em crianças com idades superiores a 4 anos espera-se uma prevalência maior de astigmatismo à regra[24]. Neste estudo, apesar de terem sido encontradas variações na orientação do astigmatismo (ligeira diminuição da prevalência do astigmatismo à regra e aumento da prevalência de astigmatismo contra-à-regra), apenas 7 crianças eram astigmatas nas duas avaliações e a sua orientação não alterou. O que vai de encontro ao expectável, uma vez que se esperam mais alterações no valor refrativo e orientação do astigmatismo em crianças até aos 4 anos de idade.[24]

No que diz respeito à evolução do estado fórico destas crianças verificou-se uma diminuição do número de ortofóricos (estado mais prevalente na primeira avaliação), do número de endofóricos e um aumento no número de crianças com exoforia. Estes resultados apesar de não serem concordantes com a bibliografia analisada [94][95], expôs uma tendência para a exoforia em visão de perto nas crianças com idades até aos 8 anos, assim como concluiu Jang *et al.* [97]

A estereopsia das crianças avaliadas ao longo dos dois primeiros anos de escolaridade melhorou em 92,1% das crianças. Esta evolução positiva é coerente com o documentado na bibliografia analisada.[3][96]

No término deste trabalho, pretende-se frisar a existência de algumas limitações encontradas. Uma das limitações iniciais foi a obtenção do erro refrativo usando o autorrefratómetro sem cicloplegia, uma vez que, como já foi analisado em outros estudos, com recurso a cicloplegia ter-se-iam obtido resultados mais fiáveis. De salientar que esses resultados foram moderados com a medição da acuidade visual e a sua inclusão na definição das ametropias Outra limitação encontrada é a variabilidade inter-observadores, em cada visita participaram diferentes observadores para a recolha de dados, exceto na medição do erro refrativo utilizando o autorrefratómetro.

Algumas crianças revelaram dificuldades em perceber como funcionava o método de Thorington, podendo nem sempre terem sido dadas respostas certas. O teste das lentes de + 1,00 D foi um pouco controverso no sentido em que, muitas crianças interpretavam as lentes como uns óculos, o que pode ter enviesado a sua resposta.

Um outro ponto negativo também encontrado na metodologia, prende-se com o facto de existirem na sala de rastreios, as crianças que estavam a ser examinadas e aquelas que aguardavam.

Seria interessante, em trabalhos futuros, voltar a avaliar estas crianças quando as mesmas finalizassem o ensino primário, para se poder chegar a mais conclusões, acerca da variação dos parâmetros visuais avaliados neste trabalho. Embora não tenha sido abordado no âmbito desta dissertação, fazer uma comparação do tempo despendido em tarefas de visão de perto e em atividades ao ar livre, assim como o tipo de residência das crianças, acrescentaria mais possíveis relações entre o estilo de vida das mesmas e os parâmetros visuais estudados. Em investigações futuras nesta mesma temática seria conveniente estudar a prevalência de crianças com erros refrativos não corrigidos, uma vez que não se relacionou isso neste trabalho.

7. Conclusão

A realização deste trabalho permitiu reter várias conclusões acerca dos objetivos e hipóteses de estudo propostas, chegando-se também a outras conclusões para além do sugerido. O primeiro objetivo consistia em analisar os erros refrativos das crianças que ingressaram no ensino primário, de uma população portuguesa e, de cuja análise, chegaram-se às seguintes conclusões:

- As crianças são maioritariamente emetropes e hipermetropes.
- 36,1% das crianças têm astigmatismo inferior ou igual a – 0,75 D, sendo que 17,9% dessas crianças não têm outro erro refrativo associado.
- O astigmatismo oblíquo é mais frequentemente encontrado nas crianças.
- A anisometropia está presente em 7,4% da amostra.
- O erro refrativo das crianças do primeiro ano de escolaridade é diferente entre as visitas, uma vez que se verificaram diferenças estatisticamente significativas da prevalência de emetropia e de hipermetropia entre os diferentes anos de avaliação. A prevalência de miopia manteve-se constante ao longo dos 3 anos.
- Na primeira e na segunda visitas, verificou-se maior prevalência de emetropia em todas as escolas relativamente às outras ametropias. Na terceira visita verificou-se maior prevalência de hipermetropia em todas as escolas, exceto numa das escolas, em relação às outras ametropias.
- Não há diferenças estatisticamente significativas das ametropias entre géneros.

Em resposta ao estudo do estado fórico, seguem as conclusões:

- As crianças são maioritariamente ortofóricas em visão de perto. No caso das alterações do estado fórico a exoforia é a situação predominante.
- As crianças ortofóricas são maioritariamente emetropes. Não se verificaram grandes diferenças da endoforia e da exoforia entre as crianças emetropes e hipermetropes.
- Não se verificou nenhuma relação entre o estado fórico e o género.

Outro aspeto que se pretendia avaliar com este trabalho era averiguar a estereopsia das crianças e relacioná-la com outros parâmetros visuais, como o equivalente esférico e o estado fórico:

- Mais de metade da amostra apresenta valores de estereopsia inferiores a 100''.
- As variáveis: equivalente esférico e estado fórico não estão correlacionadas.
- A estereopsia e o estado fórico estão correlacionados na medida em que, na presença de forias maiores verificam-se valores de estereopsia mais fracos.

Relativamente à visão das cores das crianças que ingressaram na escola primária verificou-se alterações nesta, apenas em 1,74% da amostra, afetando apenas 7 crianças do género masculino.

Por último, o objetivo final desta dissertação consistia em avaliar a evolução de todos os parâmetros visuais ao longo dos dois primeiros anos de escolaridade:

- Entre as duas avaliações verificou-se um aumento da prevalência de míopes e hipermetropes.
- A prevalência de astigmatismo diminuiu e a sua orientação sofreu ligeiras alterações.
- Com o avançar da idade, o equivalente esférico das crianças sofreu variações no sentido miópico, que ocorreram tanto em crianças do género masculino como do género feminino, tendo sido essas variações estatisticamente significativas no género masculino.
- A variação do estado fórico mais significativa ocorreu no sentido de um aumento da prevalência de crianças exofóricas.

8. Bibliografia

[1] D. Pascolini and S. P. Mariotti, "Global estimates of visual impairment: 2010," *Br. J. Ophthalmol.*, vol. 96, no. 5, pp. 614–618, 2012.

[2] S. Sheeladevi, B. Seelam, P. B. Nukella, A. Modi, R. Ali, and L. Keay, "Prevalence of refractive errors in children in India: a systematic review," *Clin. Exp. Optom.*, vol. 101, no. 4, pp. 495–503, 2018.

[3] A. L. Alemany, *Optometría Pediátrica*. Valencia: Ulleye, 2004.

[4] K. H. Elaine N. Marieb, *Human Anatomy & Physiology*, Ninth. United States of America: Pearson Education, Inc., 2013.

[5] R. B. Rabbets, *Clinical Visual Optics*, 3 rd. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998.

[6] W. J. Benjamin, *Borish's Clinical Refraction, Second Edition*. Missouri: Butterworth-Heinemann, 2006.

[7] R. H. Duckman, *Visual development, diagnosis, and treatment of the pediatric patient*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

[8] T. E. Hug, "Myopia," *Pract. Manag. Pediatr. Ocul. Disord. Strabismus A Case-based Approach*, vol. 379, pp. 45–49, 2016.

[9] K. E.Brookman, *Refractive Management of Ametropia*. Boston: Butterworth-Heinemann, 1996.

[10] U. Schiefer, C. Kraus, P. Baumbach, J. Ungewiß, and R. Michels, "Refractive errors - Epidemiology, effects and treatment options," *Dtsch. Arztebl. Int.*, vol. 113, no. 41, pp. 693–701, 2016.

[11] T. Smith, K. Frick, B. Holden, and T. F. & K. Naidoo, "Potential lost productivity resulting from the global burden of uncorrected refractive error," *Bull World Heal. Organ*, vol. 87, pp. 431–437, 2009.

[12] S. A. Sewunet, K. K. Aredo, and M. Gedefew, "Uncorrected refractive error and associated factors among primary school children in Debre Markos District, Northwest Ethiopia," *BMC Ophthalmol.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–6, 2014.

[13] R. Dandona *et al.*, "Refractive error in children in a rural population in India.," *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 43, no. 3, pp. 615–622, 2002.

[14] G. V. S. Murthy, S. K. Gupta, L. B. Ellwein, and S. R. Mun, "Refractive Error in Children in an Urban Population in New Delhi," *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 43, no. 3, pp. 623–631, 2016.

[15] K. M. Williams *et al.*, "Prevalence of refractive error in Europe: the European Eye Epidemiology (E3) Consortium," *Eur. J. Epidemiol.*, vol. 30, no. 4, pp. 305–315, 2015.

[16] S.M Saw, "A synopsis of the prevalance rates and environmental risk factors for myopia," *Clin. Exp. Optom.*, vol. 86, no. 5, pp. 289–294, 2003.

[17] N. Warner, "Update on myopia," *Curr. Opin. Ophthalmol.*, vol. 27, no. 5, pp. 402–406, 2016.

[18] B. G. Mark Rosenfield, *Myopia and Nearwork*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998.

[19] R. J. Seymore, "Night myopia," *Am. Fam. Physician*, vol. 31, no. 6, pp. 105–108, 1985.

[20] M. L. Matthews, R. G. Angus, and D. G. Pearce, "Effectiveness of Accommodative Aids in Reducing Empty Field Myopia in Visual Search," *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.*, vol. 20, no. 6, pp. 733–740, 1978.

[21] R. T. Hennessy, "Instrument myopia*," *J. Opt. Soc. Am.*, vol. 65, no. 10, p. 1114, 1975.

[22] V. D. Castagno, A. G. Fassa, M. L. V. Carret, M. A. P. Vilela, and R. D. Meucci, "Hyperopia: A meta-analysis of prevalence and a review of associated factors among school-aged children," *BMC Ophthalmol.*, vol. 14, no. 1, 2014.

[23] L. H. Pi *et al.*, "Refractive status and prevalence of refractive errors in suburban school-age children," *Int. J. Med. Sci.*, vol. 7, no. 6, pp. 342–353, 2010.

[24] S. A. Read, M. J. Collins, and L. G. Carney, "A review of astigmatism and its possible genesis," *Clin. Exp. Optom.*, vol. 90, no. 1, pp. 5–19, 2007.

[25] M. Dubbelman, V. A. D. P. Sicam, and G. L. Van Der Heijde, "The shape of the anterior and posterior surface of the aging human cornea," *Vision Res.*, vol. 46, no. 6–7, pp. 993–1001, 2006.

[26] D. D. Koch, S. F. Ali, M. P. Weikert, M. Shirayama, R. Jenkins, and L. Wang, "Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism," *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 38, no. 12, pp. 2080–2087, 2012.

[27] T. M. C. F. Grosvenor, *Refractive Anomalies: Research and Clinical Applications*. Boston: Butterworth-Heinemann, 1991.

[28] S. Resnikoff, D. Pascolini, S. P. Mariotti, and C. D. Prevention, "Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004," *Bull. World Health Organ.*, vol. 86, pp. 63–70, 2007.

[29] W. H. Organization, "Blindness and vision impairment," 2018. [Online]. Available: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment. [Accessed: 24-Apr-2019].

[30] Y. Ma *et al.*, "Age-specific prevalence of visual impairment and refractive error in children aged 3–10 years in Shanghai, China," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 57, no. 14, pp. 6188–6196, 2016.

[31] et al Pizzarello L, Abiose A, Ffytche T, Duerksen R, Thulasiraj R, Taylor H *et al.*, "Vision 2020: the Right To Sight. A global initiative to eliminate avoidable blindness," *Arch.*

Ophthalmol., vol. 122, no. May 2005, pp. 1–14, 2010.

[32] J. Zhao, J. Mao, R. Luo, F. Li, S. R. Munoz, and L. B. Ellwein, "The progression of refractive error in school-age children: Shunyi district, China," *Am. J. Ophthalmol.*, vol. 134, no. 5, pp. 735–743, Nov. 2002.

[33] R. Pakzad, H. Hashemi, H. Ostadimoghaddam, A. Yekta, A. Fotouhi, and M. Khabazkhoob, "Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: Systematic review and meta-analysis," *J. Curr. Ophthalmol.*, vol. 30, no. 1, pp. 3–22, 2017.

[34] A. Queirós *et al.*, "Prevalence of refractive conditions in the general population attending eye care clinics in the north of Portugal.," *Atti della Fond. Giorgio Ronchi*, vol. 1, pp. 101–109, 2009.

[35] R. G. Anera, M. Soler, J. de La Cruz Cardona, C. Salas, and C. Ortiz, "Prevalence of refractive errors in school-age children in Morocco," *Clin. Exp. Ophthalmol.*, vol. 37, no. 2, pp. 191–196, 2009.

[36] G. E. Cummings, "Vision screening in junior schools," *Public Health*, vol. 110, no. 6, pp. 369–372, 1996.

[37] H. Matsumura and H. Hirai, "Prevalence of myopia and refractive changes in students from 3 to 17 years of age," *Surv. Ophthalmol.*, vol. 44, no. 2 SUPPL. 1, pp. 109–115, 1999.

[38] M. Soler, R. G. Anera, J. J. Castro, R. Jiménez, and J. R. Jiménez, "Prevalence of Refractive Errors in Children in Equatorial Guinea," *Optom. Vis. Sci.*, vol. 92, no. 1, pp. 53–58, 2014.

[39] R. Norouzirad *et al.*, "The prevalence of refractive errors in 6- to 15-year-old schoolchildren in Dezful, Iran," *J. Curr. Ophthalmol.*, vol. 27, no. 1–2, pp. 51–55, 2015.

[40] E. Mahmudi, V. Mema, N. Burda, B. Selimi, and S. Zhugli, "Incidence of the refractive errors in children 3 to 9 years of age, in the city of Tetovo, Macedonia," *J. Acute Dis.*, vol. 2, no. 1, pp. 52–55, 2013.

[41] L. O'Donoghue, J. F. McClelland, N. S. Logan, A. R. Rudnicka, C. G. Owen, and K. J. Saunders, "Refractive error and visual impairment in school children in Northern Ireland," *Br. J. Ophthalmol.*, vol. 94, no. 9, pp. 1155–1159, 2010.

[42] M. Yang *et al.*, "Myopia prevalence in Canadian school children: A pilot study," *Eye*, vol. 32, no. 6, pp. 1042–1047, 2018.

[43] Y. C. Virgilio Galvis, Alejandro Tello, Johana Otero, Andrés A. Serrano, Luz María Gómez, "Refractive errors in children and adolescents in Bucaramanga (Colombia)," *Arq. Bras. Oftalmol.*, vol. 80, no. 6, pp. 359–363, 2017.

[44] K. E. Lee, B. E. K. Klein, R. Klein, and T. Y. Wong, "Changes in refraction over 10 years in an adult population: The Beaver Dam Eye Study," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 43, no. 8, pp. 2566–2571, 2002.

[45] S. Bomotti *et al.*, "Refraction and change in refraction over a 20-year period in the Beaver

Dam Eye study," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 59, no. 11, pp. 4518–4524, 2018.

[46] E. Maul, S. Barroso, S. R. Munoz, R. D. Sperduto, and L. B. Ellwein, "Refractive Error Study in Children: Results From La Florida, Chile," *Am. J. Ophthalmol.*, vol. 129, no. 4, pp. 445–454, 2000.

[47] H. C. Fledelius and M. Stubgaard, "Changes in refraction and corneal curvature during growth and adult life: A cross-sectional study," *Acta Ophthalmol.*, vol. 64, no. 5, pp. 487–491, 1986.

[48] S.-M. Saw, C.-W. Pan, M. Dirani, T.-Y. Wong, and C.-Y. Cheng, "The Age-Specific Prevalence of Myopia in Asia," *Optom. Vis. Sci.*, vol. 92, no. 3, pp. 258–266, 2015.

[49] K. Næser, G. Savini, and J. F. Bregnhøj, "Age-related changes in with-the-rule and oblique corneal astigmatism," *Acta Ophthalmol.*, vol. 96, no. 6, pp. 600–606, 2018.

[50] H. Hashemi, A. Fotouhi, and K. Mohammad, "The age- and gender-specific prevalences of refractive errors in Tehran: The Tehran Eye Study," *Ophthalmic Epidemiol.*, vol. 11, no. 3, pp. 213–225, 2004.

[51] H. Alam, M. I. Siddiqui, S. Jafri, A. Khan, S. Ahmed, and M. Jafar, "Prevalence of refractive error in school children of Karachi," *J Pak Med Assoc*, vol. 58, no. 6, pp. 322–325, 2008.

[52] H. Ostadimoghaddam *et al.*, "Prevalence of the refractive errors by age and gender: The Mashhad eye study of Iran," *Clin. Exp. Ophthalmol.*, vol. 39, no. 8, pp. 743–751, 2011.

[53] V. C. H. Yip *et al.*, "The relationship between growth spurts and myopia in Singapore children," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 53, no. 13, pp. 7961–7966, 2012.

[54] J. F. Wu *et al.*, "Refractive error, visual acuity and causes of vision loss in children in Shandong, China. The Shandong children eye study," *PLoS One*, vol. 8, no. 12, 2013.

[55] M. S. Tedja *et al.*, "IMI – Myopia Genetics Report," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 60, pp. M89–M105, 2019.

[56] J. M. Ip *et al.*, "Ethnic differences in the impact of parental myopia: Findings from a population-based study of 12-year-old Australian children," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 48, no. 6, pp. 2520–2528, 2007.

[57] D. S. C. Lam *et al.*, "The effect of parental history of myopia on children's eye size and growth: Results of a longitudinal study," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 49, no. 3, pp. 873–876, 2008.

[58] M. H. Edwards, "Effect of parental myopia on the development of myopia in Hong Kong Chinese," *Ophthalmic Physiol. Opt.*, vol. 18, no. 6, pp. 477–483, 1998.

[59] D. S. P. Fan *et al.*, "The effect of parental history of myopia on eye size of pre-school children : a pilot study," *Acta Ophthalmol. Scand.*, vol. 83, pp. 492–496, 2005.

[60] M. C. Lopes, T. Andrew, F. Carbonaro, T. D. Spector, and C. J. Hammond, "Estimating heritability and shared environmental effects for refractive error in twin and family studies,"

Investig. Ophthalmol. Vis. Sci., vol. 50, no. 1, pp. 126–131, 2009.

[61] D. O. Mutti, K. Zadnik, and A. J. Adams, "Myopia: The nature versus nurture debate goes on," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 37, no. 6, pp. 952–957, 1996.

[62] C. J. Hammond, H. Snieder, C. E. Gilbert, and T. D. Spector, "Genes and environment in refractive error: The twin eye study," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 42, no. 6, pp. 1232–1236, 2001.

[63] L. T. Wu HM, Seet B, Yap EP, Saw SM, "Does education explain ethnic differences in myopia prevalence," *Optom. Vis. Sci.*, vol. 78, no. 4, pp. 234–239, 2001.

[64] K.-T. Khaw *et al.*, "Childhood gene-environment interactions and age-dependent effects of genetic variants associated with refractive error and myopia: The CREAM Consortium," *Sci. Rep.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–14, 2016.

[65] A. Kifley *et al.*, "Outdoor Activity Reduces the Prevalence of Myopia in Children," *Ophthalmology*, vol. 115, no. 8, pp. 1279–1285, 2008.

[66] J. A. Guggenheim *et al.*, "Time outdoors and physical activity as predictors of incident myopia in childhood: A prospective cohort study," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 53, no. 6, pp. 2856–2865, 2012.

[67] P. P. Goh, Y. Abqariyah, G. P. Pokharel, and L. B. Ellwein, "Refractive error and visual impairment in school-age children in Gombak District, Malaysia," *Ophthalmology*, vol. 112, no. 4, pp. 678–685, 2005.

[68] R. N. Kleinstein *et al.*, "Refractive error and ethnicity in children," *Arch. Ophthalmol.*, vol. 121, no. 8, pp. 1141–1147, 2003.

[69] J. R. Jiménez, J. Bermúdez, M. Rubiño, L. Gómez, and R. González Anera, "Prevalence of Myopia in an Adult Population of Two Different Ethnic Groups in the Ecuadorian Amazon," *Jpn. J. Ophthalmol.*, vol. 48, no. 2, pp. 163–165, 2004.

[70] S. Vitale, L. Ellwein, M. F. Cotch, F. L. Ferris, and R. Sperduto, "Prevalence of refractive error in the United States, 1999-2004," *Arch. Ophthalmol.*, vol. 126, no. 8, pp. 1111–1119, 2008.

[71] H. C. Fledelius, "Is myopia getting more frequent? A Cross-Sectional Study of 1416 Danes aged 16 years," *Acta Ophthalmol.*, vol. 61, no. 4, pp. 545–559, 1983.

[72] F. Fimiani, A. Iovine, R. Carelli, M. Pansini, G. Sebastio, and A. Magli, "Incidence of ocular pathologies in Italian children with Down syndrome," *Eur. J. Ophthalmol.*, vol. 17, no. 5, pp. 817–822, 2007.

[73] A. O. Adio and S. O. Wajuihian, "Ophthalmic manifestations of children with Down syndrome in Port Harcourt , Nigeria," *Clin. Ophthalmol.*, vol. 6, pp. 1859–1864, 2012.

[74] L. Cordain, S. B. Eaton, J. B. Miller, S. Lindeberg, and C. Jensen, "An evolutionary analysis of the aetiology and pathogenesis of juvenile-onset myopia," *Acta Ophthalmol. Scand.*, vol.

80, no. 2, pp. 125–135, 2002.

[75] W. K. Sham *et al.*, "Breastfeeding and association with refractive error in young Singapore Chinese children," *Eye*, vol. 24, no. 5, pp. 875–880, 2010.

[76] S. M. Saw *et al.*, "IQ and the association with myopia in children," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 45, no. 9, pp. 2943–2948, 2004.

[77] N. P. Brown, J. F. Koretz, and A. J. Bron, "The development and maintenance of emmetropia," *Eye*, vol. 13, no. 1, pp. 83–92, 1999.

[78] D. O. Mutti *et al.*, "Axial growth and changes in lenticular and corneal power during emmetropization in infants," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 46, no. 9, pp. 3074–3080, 2005.

[79] I. G. Morgan, K. A. Rose, and L. B. Ellwein, "Is emmetropia the natural endpoint for human refractive development? An analysis of population-based data from the Refractive Error Study in Children (RESC)," *Acta Ophthalmol.*, vol. 88, no. 8, pp. 877–884, 2010.

[80] D. I. Flitcroft, "Emmetropisation and the aetiology of refractive errors," *Eye*, vol. 28, no. 2, pp. 169–179, 2014.

[81] N. A. McBrien and D. A. Barnes, "A review and evaluation of theories of refractive error development," *Ophthalmic Physiol. Opt.*, vol. 4, no. 3, pp. 201–13, 1984.

[82] D. A. W. John Angle, "A Statistical Analysis of the Biological Theory of Spherical Error of Refraction," *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, vol. 56, no. 5, pp. 309–314, 1979.

[83] S. Stenstrom, "Investigation of the Variation and the Correlation of the Optical Elements of Human Eyes," *Am. J. Optom.*, pp. 496–504, 1946.

[84] Monroe J.Hirsch; Frank W.Weymouth, "Notes on Ametropia - A further analysis of Stenstrom´s Data," *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.*, pp. 601–608, 1947.

[85] R. S. Theodore Grosvenor, "Comparison of Refractive Components in Youth-Onset and Early Adult-Onset Myopia," *Optom. Vis. Sci.*, vol. 68, no. 3, pp. 204–209, 1991.

[86] E. Yebra-Pimentel, J. M. González-Méijome, C. García-Resúa, and M. J. Giráldez-Fernández, "Relación entre los componentes ópticos oculares e implicaciones en el proceso de emetropización," *Arch. Soc. Esp. Oftalmol.*, vol. 83, no. 5, pp. 307–315, 2010.

[87] B. Gopinath *et al.*, "Distribution of Ocular Biometry in 7- and 14-Year-Old Chinese Children," *Optom. Vis. Sci.*, vol. 92, no. 5, pp. 566–572, 2015.

[88] T. P. G. and N. M. Leon F. Garner, Chung Kah Meng, "Ocular dimensions and refractive power in Malay and Melanesian children," *Ophthalmic Physiol. Opt.*, vol. 10, pp. 234–238, 1990.

[89] S. V. and B. H.E., "Distribution of refractive errors in albinos and persons with idiopathic congenital nystagmus," *Optom. Vis. Sci.*, vol. 79, no. 5, pp. 292–299, 2002.

[90] K. K. Nischal and A. Medsinge, "Pediatric cataract: challenges and future directions," *Clin. Ophthalmol.*, vol. 9, pp. 77–90, 2015.

[91] Z. Lim, S. Rubab, Y. H. Chan, and A. V. Levin, "Pediatric Cataract: The Toronto Experience-Etiology," *Am. J. Ophthalmol.*, vol. 149, no. 6, pp. 887–892, 2010.

[92] E. L. Smith, L. F. Hung, and R. S. Harwerth, "Developmental visual system anomalies and the limits of emmetropization," *Ophthalmic Physiol. Opt.*, vol. 19, no. 2, pp. 90–102, 1999.

[93] J. E. Gallo and G. Lennerstrand, "A population-based study of ocular abnormalities in premature children aged 5 to 10 years," *Am. J. Ophthalmol.*, vol. 111, no. 5, pp. 539–547, 1991.

[94] M. Radaković, V. Ivetić, N. Naumović, V. Canadanović, and B. Stankov, "Heterophoria and fusional convergence and divergence in preschool children," *Med Glas Ljek komore Zenicko-doboj kantona*, vol. 9, no. 2, pp. 293–298, 2012.

[95] J. F. Leone *et al.*, "Prevalence of heterophoria and associations with refractive error, heterotropia and ethnicity in Australian school children," *Br. J. Ophthalmol.*, vol. 94, no. 5, pp. 542–546, 2010.

[96] E. S.-K. and M. S. Elise B. Ciner, "Stereoacuity Development in Young Children," *Optom. Vis. Sci.*, vol. 68, no. 7, pp. 533–536, 1991.

[97] J. U. Jang, I. J. Park, and J. Y. Jang, "The distribution of near point of convergence, near horizontal heterophoria, and near vergence among myopic children in South Korea," *Taiwan J. Ophthalmol.*, vol. 6, no. 4, pp. 187–192, 2016.

[98] E. Babinsky, V. Sreenivasan, and T. Rowan Candy, "Near heterophoria in early childhood," *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 56, no. 2, pp. 1406–1415, 2015.

[99] E. Chong and K. M. Chung, "Near esophoria is associated with high myopia," *Clin. Exp. Optom.*, vol. 83, no. 2, pp. 71–75, 2000.

[100] União Europeia, "Regulamento Geral de Proteção de Dados," *J. Of. da União Eur.*, pp. 1–156, 2016.

[101] P. Sankaridurg *et al.*, "Comparison of noncycloplegic and cycloplegic autorefraction in categorizing refractive error data in children," *Acta Ophthalmol.*, vol. 95, no. 7, pp. e633–e640, 2017.

[102] D. H. Larry N. Thibos, William Wheeler, "Power Vectors: An Application of Fourier Analysis to the Description and Statistical Analysis of Refractive Error," *Optom. Vis. Sci.*, vol. 74, no. 6, pp. 367–375, 1997.

[103] and I. S. Jose Luis Cebrian, Beatriz Antona, Ana Barrio, Enrique Gonzalez, Angel Gutierrez, "Repeatability of the Modified Thorington Card Used to Measure Far Heterophoria," *Optom. Vis. Sci.*, vol. 91, no. 7, pp. 786–792, 2014.

[104] A. Peyman, M. Peyman, and M. Akhlaghi, "Correct method for statistical analysis of

stereopsis in ophthalmology research," *Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.*, p. 250, 2012.

[105] R. K. Shrestha and G. S. Shrestha, "Assessment of color vision among school children: A comparative study between the ishihara test and the farnsworth D-15 test," *J. Nepal Med. Assoc.*, vol. 53, no. 200, pp. 266–269, 2015.

[106] J. Jorge, "Preditores das alterações visuais em jovens universitários," Universidade do Minho, 2006.

[107] F. Gomez-Salazar *et al.*, "Refractive errors among children, adolescents and adults attending eye clinics in Mexico," *Int. J. Ophthalmol.*, vol. 10, no. 5, pp. 796–802, 2010.

[108] L. O'Donoghue, A. R. Rudnicka, J. F. McClelland, N. S. Logan, and K. J. Saunders, "Visual acuity measures do not reliably detect childhood refractive error - an epidemiological study," *PLoS One*, vol. 7, no. 3, pp. 1–7, 2012.

[109] C. Lança, H. Serra, and J. Prista, "Strabismus, visual acuity, and uncorrected refractive error in portuguese children aged 6 to 11 years," *Strabismus*, vol. 22, no. 3, pp. 115–119, 2014.

[110] T. Langaas, "Visual acuity in children : the development of crowded and single letter acuities," *Scand. J. Optom. Vis. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 20–26, 2011.

[111] W. R. Williams, A. H. A. Latif, L. Hannington, and D. R. Watkins, "Hyperopia and educational attainment in a primary school cohort," *Arch. Dis. Child.*, vol. 90, no. 2, pp. 150–153, 2005.

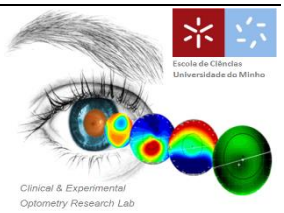
[112] E. Aring, M. Grönlun, S. Andersson, A.-L. Hard, J. Ygge, and A. Hellström, "Strabismus and Binocular Functions in a Sample of Swedish Children Aged 4–15 Years," *Taylor Fr. Gr.*, vol. 13, pp. 55–61, 2005.

[113] G. G. Woldeamanuel and T. G. Geta, "Prevalence of color vision deficiency among school children in Wolkite, Southern Ethiopia," *BMC Res. Notes*, vol. 11, no. 1, pp. 1–5, 2018.

Anexos

Anexo I

Responsável pelo rastreio Prof Jorge Jorge
Escola de Ciências da Universidade do Minho
Contacto: jorge@fisica.uminho.pt



RASTREIO VISUAL – Inquérito e consentimento de participação

NOME DA CRIANÇA: _____D.N.: ____ /____/_____

1. Tipo de parto? NORMAL ____ CESARIANA ____ A criança nasceu prematura? SIM ____ NÃO____

2. Houve alguma complicação durante a gravidez ou parto? SIM____ NÃO____ QUAL? _____

3. A criança teve alguma infeção pós-natal do SNC (meningite, encefalite)? SIM ____ NÃO ____ NÃO SABE _____

4. A criança tem doença neurológica, metabólica ou cromossómica conhecida? SIM ____ NÃO ____ NÃO SABE _____

4.1. Se sim, qual? _____

5. A criança tem Perturbação de Hiperatividade, Défice de Atenção ou Dislexia? SIM ____ NÃO ____ NÃO SABE _____

5.1. Se sim, qual? _____

6. A Criança teve algum traumatismo crânio-encefálico com necessidade de internamento hospitalar? SIM ____ NÃO ____ NÃO SABE _____

7. Há na família (pais biológicos e irmãos) alguém que teve ou tem estrabismo? SIM ____ NÃO ____ NÃO SABE _____

8.Há na família (pais biológicos e irmãos) alguém que ao nascimento teve cataratas, retinoblastoma ou glaucoma? SIM ____ NÃO ____ NÃO SABE _____

9. A criança tem incómodo com a luz ou lacrimeja com frequência? SIM ____ NÃO ____ NÃO SABE _____

10. Acha que a criança se aproxima muito dos objetos para os ver? SIM ____ NÃO ____ NÃO SABE _____

11. Acha que a criança vê mal para o quadro escolar ou para a televisão? SIM ____ NÃO ____ NÃO SABE _____

12. A criança já alguma vez fez uma consulta visual? SIM ____ NÃO ____ NÃO SABE _____

12.1 Quando? ____/____/_____ ou aos _____ meses/anos

12.2. Qual foi o resultado do exame? _____

12.3. Foram prescritos tratamentos? SIM ___ NÃO ___

12.4. Os tratamentos prescritos foram:

Oclusão de um dos olhos ou outro método? SIM ___ NÃO ___

Uso de óculos? SIM ___ NÃO ___

Outro_____

12.5. Se foi receitado o uso de óculos, a criança costuma usar? SIM ___ NÃO ___

12.6. Se não, porquê? _____

Pretende-se com este rastreio conhecer as alterações do sistema visual (refração e visão binocular). Serão usadas técnicas de exame não invasivas que não apresentam nenhum risco para a visão e para o bem-estar do seu educando. O teste consiste na realização de uma fotografia aos olhos através de um sistema de fotorrefração.

O Encarregado de Educação declara que lhe foi prestada informação adequada, entende que é importante para a saúde do seu educando e compreende que pode recusar a qualquer momento a continuidade da participação.

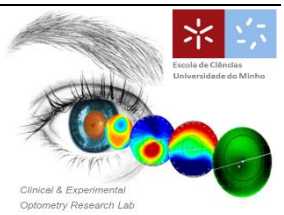
O Encarregado de Educação concorda que os dados obtidos sejam utilizados de forma anónima com fins científicos ou académicos pela equipa de trabalho.

Permito que o meu educando realize o rastreio: SIM_____ NÃO_____

Braga, _____/_____/2017 assinatura: _____

Anexo II

ROTARY CLUB CELORICO DE BASTO



RASTREIO VISUAL – Inquérito e consentimento de participação

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.

É objetivo deste trabalho conhecer o estado do sistema visual nomeadamente os valores do erro refrativo através de fotorrefração e auto-refratometria, visão binocular, acomodação e visão das cores. Para alcançar os objetivos irá realizar-se um rastreio visual, 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 sida 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 for recomendado e realizar todos 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.	_____
Pretendo que o resultado do rastreio visual do meu educando me seja comunicado através de carta fechada (caso prefira que seja comunicado por email coloque aqui o seu endereço de email: _____	_____

Braga, _____ de _____ de 2018

Contacto Investigador responsável:
Prof. Doutor Jorge Jorge (jorge@fisica.uminho.pt)

NOME:_____D.N.: ___ /___/_____

1. A criança já alguma vez fez uma consulta visual? SIM ___ NÃO ___ NÃO SABE ___

1.1 Quando? ___/___/_____ ou Aos _____ meses/anos

1.2. Qual foi o resultado do exame?_____

1.3. Foram prescritos tratamentos? SIM ___ NÃO ___

1.4. Os tratamentos prescritos foram:

Oclusão de um dos olhos ou outro método? SIM ___ NÃO ___

Uso de óculos? SIM ___ NÃO ___

Outro_____

1.5. Se foi receitado o uso de óculos, a criança costuma usar? SIM ___ NÃO ___

1.6. Se não, porquê? _____

Permito que o meu educando realize o rastreio: SIM_____ NÃO_____

Braga, _____/_____/2018 assinatura: _____

Anexo III

Escola: _____

Dados pessoais

Nome: _____

Data de Nascimento: _____

Turma: _____ N.º: _____ Ano: _____

Resultados

AR OD: _____

OE: _____

AVvl OD: _____ AVvl +1.00:_____

OE: _____

Thorington VP: _____

Estereopsia VP: _____

Visão das Cores: _____

Observações

Anexo IV

Resultados do teste de Ishihara e interpretação

Número da Placa	Pessoa normal	Pessoa com defeito vermelho-verde				Pessoa com cegueira total às cores ou com visão muito débil
1	12	12				12
2	8	3				X
3	6	5				X
4	29	70				X
5	57	35				X
6	5	2				X
7	3	5				X
8	15	17				X
9	74	21				X
10	2	X				X
11	6	X				X
12	97	X				X
13	45	X				X
14	5	X				X
15	7	X				X
16	16	X				X
17	73	X				X
18	X	5				X
19	X	2				X
20	X	45				X
21	X	73				X
		Protan		Deutan		
		Forte	Médio	Forte	Médio	
22	26	6	(2) 6	2	2 (6)	
23	42	2	(4) 2	4	4 (2)	
24	35	5	(3) 5	3	3 (5)	
25	96	6	(9) 6	9	9 (6)	
Os números entre ( ) podem ser lidos mas com dificuldade						

Número da Placa	Pessoa normal	Protanopes	Protanomalos	Deuteranopes	Deuteranomalos
26 - 27	Linha púrpura e vermelha	Linha púrpura	Ambas, mais fácil linha púrpura	Linha vermelha	Ambas, mais fácil linha vermelha
28 - 29	X	Todos seguem a linha			
30 - 31	Linha verde azulada	Impossível ou trajecto diferente			
32 - 33	Linha cor de laranja	Impossível ou trajecto diferente			
34 - 35	Linha ligando pontos verdes azulados e verdes amarelados	Traçam a linha ligando os pontos azulados e os púrpura			
36 - 37	Linha ligando pontos púrpura e laranja	Linha ligando pontos púrpura e verdes azulados			
38	Todos seguem a linha entre os XX				