

Universidade do Minho

Escola de Ciências

Ana Rita Oliveira Vaz

**Caraterização Refrativa, Ocular e Visual Dos
Novos Estudantes da Universidade do Minho**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Optometria Avançada

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Professor Doutor José Manuel González-Méijome

Professor Doutor António Queirós Pereira

Outubro 2018

DECLARAÇÃO

Nome: Ana Rita Oliveira Vaz

Endereço eletrónico: anaritavaz1995@gmail.com

Número do Bilhete de Identidade: 14869559 0 ZY3

Título da Dissertação de Mestrado:

Caraterização Refrativa, Ocular e Visual dos Novos Estudantes da Universidade do Minho

Orientadores:

Professor Doutor José Manuel González-Méijome

Professor Doutor António Manuel Queirós Pereira

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Optometria Avançada

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, ____/____/_____

Assinatura: _____

Se podes olhar, vê. Se podes ver, repara.

(epigrafe do *Ensaio sobre a cegueira*, cita *Livro dos conselhos*, de D. Duarte)

José Saramago

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer aos investigadores do CEORLab que me ajudaram na recolha dos dados. Agradeço a disponibilidade e a boa vontade em ajudar.

Em segundo lugar, deixo um especial agradecimento aos meus orientadores, o professor José Meijome, que apesar de uma agenda muito preenchida, conseguia sempre tempo para me orientar e incentivar. Ao professor António Queirós, que esteve sempre disponível apesar dos nossos horários complicados e embora se chateasse muito comigo, sem dúvida isso ajudou-me. Creci imenso, tanto como pessoa e como profissional, graças a eles! Sempre foram muito exigentes por acreditaram em mim.

Por último, agradeço aos meus pais, em especial ao meu pai. Desde pequena que me incentivou a querer mais e a dar o meu melhor naquilo que fazia. Sempre acreditou em mim, mesmo naqueles momentos em que ninguém o fazia, inclusive eu própria. Nunca me deixou desistir de nada sem dar luta e ensinou-me que somos capazes de fazer o que quisermos se nos esforçarmos. Durante este percurso, esteve sempre do meu lado e nunca me deixou vacilar quando as coisas se tornaram mais difíceis. É a ele que eu devo tudo, e por isso este meu trabalho é dedicado a ele! Obrigada por tudo!

Resumo

Objetivo: Realizar uma análise descritiva dos componentes óticos e dimensionais do olho dos alunos que se inscreveram na Universidade do Minho no ano letivo de 2017/2018, com vista a uma avaliação da prevalência do erro refrativo; Analisar a relação existente entre os parâmetros biométricos e o género, idade e grupo refrativo; Determinar a prevalência da anisometropia.

Amostra: A população do estudo foi constituída por 846 alunos, dos quais 539 eram do sexo feminino e 307 do sexo masculino com idades compreendidas entre os 17 e 29 anos.

Métodos: Aplicação do inquérito sobre dados pessoais e visuais; Aplicação do autorrefratómetro de campo aberto e dos raios de curvatura e comprimento axial através da biometria de coerência ótica com vista à determinação do erro refrativo.

Resultados: A emetropia foi o estado refrativo mais frequente (55,2% e 51,2% para o OD e OE, respetivamente), seguido da miopia $M \leq -0,50D$ (29,2% e 27,2% para o OD e OE, respetivamente) e, por fim, a hipermetropia $M \geq +0,50D$ com valores menores (15,6% e 21,6% para o OD e OE, respetivamente). O astigmatismo $cil \geq 0,25D$ apresentou uma prevalência de 88,9%, sendo o astigmatismo à regra o que revelou uma maior percentagem (81,4% e 82,2% para o OD e OE, respetivamente). A anisometropia $\geq 1,00D$ foi encontrada em 63 alunos (7,4%) com maior frequência nos míopes, bem como diferenças significativas nos valores da acuidade visual entre os grupos refrativos, sendo que os míopes foram aqueles que mostraram valores mais baixos. Quanto ao CA, os sujeitos míopes evidenciaram valores mais elevados.

Conclusão: A miopia apresentou valores de prevalência mais elevados em comparação com outros estudos. A anisometropia foi maior nos míopes. A AV varia significativamente entre os grupos refrativos.

Abstract

Objective: To perform a detailed analysis of the optical and dimensional components of the eye of the students who enrolled at the University of Minho in the academic year 2017/2018, the prevalence of refractive errors were evaluated. The relationship between biometric parameters and gender, age and refractive group were also evaluated and correlated. Finally, the prevalence of anisometropia was also determined.

Sample: The population under study consisted of 846 students, from whom 539 were female and 307 were males, with ages ranging from 17 to 29 years.

Methods: The work consisted in the determination of the refractive errors through the open field autorefractometer and the radii of curvature and axial length through optical coherence biometry. Far visual acuity was assessed with the LogMAR scale, placed at 4 meters from the patient. All procedures to which students were subjected were non invasive. An inquiry about students personal and visual data was given to each student to fill out.

Results: Emmetropia was the most frequent refractive state (55,2% and 51,2% for RE and LE, respectively), followed by myopia $M \leq -0,50D$ (29,2% and 27,2% for RE and LE, respectively) and finally hypermetropia $M \geq +0,50D$, with lower values (15,6% and 21,6% for RE and LE, respectively). Astigmatism $cil \geq 0,25D$ presented a prevalence of 88,9%, with the rule type having the highest percentage (81,4% and 82,2% for RE and LE, respectively). Anisometropia $\geq 1,00D$ was found for 63 students (7,4%), with a higher frequency of myopia. Significant differences were found in visual acuity values between the refractive groups, while the students with myopia presented the lowest values. Concerning CA, myopic subjects presented higher values.

Conclusion: Myopia presented higher prevalence values in comparison to other available studies. Anisometropia was higher for students with myopia. AV varies significantly between refractive groups.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABELAS	XVII
1. INTRODUÇÃO	19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 PROCESSO DE EMETROPIZAÇÃO	20
2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES OCULARES	21
2.2.1 <i>Profundidade da câmara anterior</i>	22
2.2.2 <i>Poder refrativo da córnea</i>	22
2.2.3 <i>Poder refrativo do cristalino</i>	23
2.2.4 <i>Comprimento axial</i>	23
2.3 CARACTERIZAÇÃO DO ERRO REFRACTIVO	24
2.3.1 <i>Miopia</i>	24
2.3.2 <i>Hipermetropia</i>	26
2.3.3 <i>Astigmatismo</i>	27
2.3.4 <i>Anisometropia</i>	27
2.4 PREVALÊNCIA DO ERRO REFRACTIVO NO MUNDO.....	28
2.4.1 <i>Europa</i>	28
2.4.2 <i>Ásia</i>	33
2.4.3 <i>África</i>	37
2.4.4 <i>América</i>	38
2.5 FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AO APARECIMENTO DO ERRO REFRACTIVO	44
2.5.1 <i>Gênero</i>	45
2.5.2 <i>Idade</i>	46
2.5.3 <i>Nível educacional</i>	47
2.5.4 <i>Trabalho em visão de perto</i>	49
2.5.5 <i>Atividades ao ar livre</i>	50
2.5.6 <i>Inteligência</i>	51

2.5.7	<i>Rácio AC/A</i>	52
2.5.8	<i>Hereditariedade</i>	53
2.5.9	<i>Genética</i>	54
2.5.10	<i>Refração periférica</i>	55
2.5.11	<i>Período de nascimento</i>	57
2.5.12	<i>Luz durante a noite</i>	57
2.5.13	<i>Fatores alimentares</i>	59
2.5.14	<i>Doenças oculares, sistêmicas e síndrome de Down</i>	60
2.5.15	<i>Parâmetros do nascimento</i>	63
2.5.16	<i>Estado fórico, acomodação e LAG acomodativo</i>	64
2.6	FORMAS DE COMPENSAÇÃO DO ERRO REFRACTIVO	66
3.	HIPÓTESES E OBJETIVOS DO ESTUDO	68
4.	MÉTODOS E AMOSTRA	69
4.1	DESCRIÇÃO DA AMOSTRA	69
4.2	MÉTODOS UTILIZADOS E CONDIÇÕES DE EXAME	70
4.2.1	<i>Inquérito por questionário</i>	70
4.2.2	<i>Erro refrativo</i>	70
4.2.3	<i>Raios de curvatura</i>	72
4.2.4	<i>Comprimento axial</i>	73
4.2.5	<i>Acuidade Visual</i>	73
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	74
4.3.1	<i>Normalidade das variáveis e testes usados</i>	74
4.3.2	<i>Testes de correlação</i>	75
4.4	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	75
5.	RESULTADOS OBTIDOS	81
5.1	DADOS DA POPULAÇÃO EM ESTUDO	81
5.1.1	<i>Prevalência do erro refrativo</i>	81
5.1.2	<i>Análise descritiva dos parâmetros biométricos</i>	83
5.1.3	<i>Acuidade Visual</i>	84
5.2	COMPARAÇÃO DE PARÂMETROS ENTRE O OD E OE	85
5.3	COMPARAÇÃO DE PARÂMETROS ENTRE GÊNEROS	88
5.4	COMPARAÇÃO DE PARÂMETROS POR FAIXA ETÁRIA	90
5.5	COMPARAÇÃO DE PARÂMETROS ENTRE GRUPOS REFRACTIVOS	91
5.6	<i>RÁCIO CA/RC</i>	94
6.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	95

7. CONCLUSÕES.....	101
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103

Abreviaturas e acrónimos

AR: Autorrefratómetro

AV: Acuidade Visual

C/C: Com Cicloplégico

S/C: Sem Cicloplégico

CA: Comprimento Axial

CA/RC: Comprimento axial/raio de curvatura

D: Dioptrias

Fem: Feminino

J0: Componente do astigmatismo no meridiano horizontal e vertical

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

LASIK: Queratomileusis “*in situ*” assistida por laser

M: Equivalente esférico

Masc: Masculino

OD: Olho direito

OE: Olho esquerdo

p-value: Significância estatística

PCA: Profundidade da câmara anterior

PCV: Profundidade da câmara vítrea

PRK: Queratectomia fotorrefrativa

Ret: Retinoscopia

RC: Raio de curvatura

RS: Refração subjetiva

SE: Equivalente esférico

VL: Visão de longe

VP: Visão de perto

Índice de figuras

Figura 2.1: Principais componentes óticos num olho na idade de 20 e de 70 anos, proposto por Atchison <i>et al.</i> ⁸	24
Figura 4.1: Autorefractómetro de campo aberto WAM 5500 (Grand Seiko, Japão). Fonte: http://www.moingrupo.com/autorefractometro_queratometro_grand_seiko_WAM5500.html .	71
Figura 4.2: Medmont E300 (Victoria, Australia). Fonte: http://www.in2eyes.com.au/in2eyes-optometry/technology/	72
Figura 4.3: IOL Master (Zeiss, Alemanha). Fonte: https://www.smartvisioneyehospitals.com/technology	73
Figura 4.4: Tabela de AV LogMAR para VL. Fonte: http://www.ecosem.es/sanidad/pruebas-diagnosticas-oftalmologicas	74
Figura 4.5: Distribuição da amostra por género.....	75
Figura 4.6: Distribuição das idades da amostra em estudo. A linha preta simula uma distribuição normal.	76
Figura 4.7: Distribuição da amostra por distrito de nascimento.....	76
Figura 4.8: Distribuição da amostra por região de residência.....	77
Figura 4.9: Distribuição da amostra por país de origem.....	77
Figura 4.10: Distribuição da amostra por necessidade de uso de óculos para um total de 782 respostas. NAO: não necessita de usar óculos; SIM: necessita de usar óculos.	78
Figura 4.11: Tipos de resposta para a necessidade de uso de óculos para um total de 782 respostas. Não: não precisa de usar óculos; Sim: precisa de usar óculos; Sim, Longe: precisa de usar óculos para longe; Sim, Perto: precisa de usar óculos para perto; Sim, Sempre: precisa de usar óculos sempre; Sim, mas não usa: precisa de usar óculos, mas não usa.	78
Figura 4.12: Local da consulta onde foi feita a prescrição dos óculos para um total de 425	

respostas. OFTALMOLOGIA: consulta realizada numa clínica de oftalmologia; ÓTICA: consulta realizada numa ótica; HOSPITAL: consulta realizada no hospital.....	79
Figura 4.13: Distribuição das idades do início do uso de óculos para um total de 417 respostas. A linha preta simula uma distribuição normal.....	79
Figura 4.14: Distribuição dos anos passados desde a última consulta visual realizada para um total de 703 respostas. A linha preta simula uma distribuição normal.....	80
Figura 4.15: Distribuição das respostas dos alunos para o uso de LC para um total de 835 respostas. NAO: não usa LC; SIM: usa LC.....	80
Figura 4.16: Razões para o não uso de lentes de contacto para um total de 722 respostas.	81
Figura 5.1: Prevalência do erro refrativo no olho direito e olho esquerdo. EMETR: Emétropes; MÍOPE: Miopes; HIPERM: Hipermetropes.....	82
Figura 5.2: Prevalência das diferentes orientações do astigmatismo no olho direito e olho esquerdo para um total de 752 resultados do OD e 756 resultados do OE.	83
Figura 5.3: Distribuição dos valores de CA da amostra. A linha preta simula uma distribuição normal.	83
Figura 5.4: Distribuição dos valores de AV da amostra. A linha preta simula uma distribuição normal.	84
Figura 5.5: Correlação entre SE e AV.	84
Figura 5.6: Prevalência da anisometropia igual ou superior a 1D. SIM: apresenta anisometropia; NAO: não apresenta anisometropia para a condição estabelecida.....	86
Figura 5.7: Prevalência das diferenças no SE com diferentes pontos de corte.....	87
Figura 5.8: Diferenças de AV entre os dois olhos.....	87
Figura 5.9: Tipos de respostas para a necessidade de uso de óculos por género. Não: não precisa de usar óculos; Sim: precisa de usar óculos; Sim, Longe: precisa de usar óculos para longe; Sim, Perto: precisa de usar óculos para perto; Sim, Sempre: precisa de usar óculos sempre; Sim, mas não usa: precisa de usar óculos, mas não usa.	89

Figura 5.10: Correlação entre o Comprimento Axial e Equivalente Esférico M.	92
Figura 5.11: Tipo de respostas dadas pelos alunos por grupos refrativos. Não: não precisa de usar óculos; Sim: precisa de usar óculos; Sim, Longe: precisa de usar óculos para longe; Sim, Perto: precisa de usar óculos para perto; Sim, Sempre: precisa de usar óculos sempre; Sim, mas não usa: precisa de usar óculos, mas não usa	93
Figura 5.12: Correlação entre o Equivalente Esférico M e o Rácio CA/RC.	94

Índice de tabelas

Tabela 2.1: Valores propostos por Gullstrand-Emsley para cada componente ocular e os resultados de alterações nesses valores	21
Tabela 2.2: Prevalências de cada erro refrativo segundo dois grupos de idades.	32
Tabela 2.3: Prevalência do erro refrativo em diferentes idades e zonas de todo o mundo. Fem-Feminino; Mas-Masculino; M-Miopia; H-Hipermetropia; A-Astigmatismo; Ar-Astigmatismo à regra; Acr-Astigmatismo contra-a-regra; Ao-Astigmatismo oblíquo; An-Anisometropia; Mba-Miopia baixa alta; Mma-Miopia moderada alta; Msa-Miopia severa alta; Mb-Miopia baixa.....	40
Tabela 5.1: Valores médios e DP dos diferentes componentes, a respetiva diferença entre eles e a significância estatística na comparação entre OD e OE.....	85
Tabela 5.2: Prevalência da anisometropia por grupo refrativo	86
Tabela 5.3: Valores médios e DP dos diferentes componentes, a respetiva diferença entre eles e a significância estatística entre os dois géneros	88
Tabela 5.4: Valores médios e DP dos diferentes componentes, a respetiva diferença entre eles e a significância estatística por faixa etária	90
Tabela 5.5: Valores médios e DP dos diferentes componentes e a significância estatística entre os grupos refrativos	91

1. Introdução

Este trabalho surge sustentado na análise da caracterização refrativa, ocular e visual dos novos estudantes da Universidade do Minho. Inicia-se pela revisão bibliográfica, atendendo à descrição do processo de emetropização; e à caracterização dos componentes oculares e do erro refrativo (a sua prevalência no mundo, fatores de risco a ele associados e formas de compensação). Importa como variam os diversos componentes oculares durante a fase de crescimento do olho e o modo como afetam o estado refrativo. De seguida, é explicada de forma sucinta cada ametropia (miopia, hipermetropia, astigmatismo e anisometropia) e é efetuada uma abordagem à prevalência de cada uma em diferentes zonas do mundo e em diferentes idades. Os fatores de risco para o aparecimento do erro refrativo são referidos segundo resultados de outros estudos. Por fim, são analisadas as diferentes formas de compensação.

Num outro momento (capítulo três), encontram-se os principais objetivos e hipóteses deste trabalho, exigidos para a realização de qualquer protocolo de investigação. Depois disto, procede-se à explicitação dos métodos e amostra desta investigação, tendo em conta a descrição da amostra; os métodos e condições de exame; a análise estatística e a caracterização da amostra. Os resultados obtidos (quinto capítulo) são apresentados com base nos dados da população em estudo; e na comparação de parâmetros entre o OD e o OE, os géneros, a faixa etária, os grupos refrativos e o rácio CA/RC. A discussão destes resultados (capítulo seis) encontra-se ancorada nas relações estabelecidas com outros estudos realizados, os quais se mostram também pertinentes para a apresentação das principais conclusões retiradas deste trabalho.

Por fim, no oitavo capítulo, são enumeradas as referências bibliográficas fundamentais para esta reflexão sobre a caracterização refrativa, ocular e visual dos novos estudantes da Universidade do Minho.

2. Revisão bibliográfica

Neste capítulo será feita uma caracterização sobre o processo de emetropização, bem como uma breve abordagem sobre a caracterização dos componentes oculares. De seguida é referida a caracterização de cada erro refrativo existente e a sua prevalência em diferentes idades no mundo, bem como os principais fatores de risco para o seu aparecimento. Por fim, é feita uma abordagem acerca das principais formas de compensação do erro refrativo.

Nesta parte introdutória da revisão bibliográfica usei como bibliografia principal dois livros.^{1,2}

2.1 Processo de emetropização

Desde o nascimento até aos primeiros anos de vida ocorre uma mudança do erro refrativo no sentido da emetropia. Este processo denomina-se emetropização e ocorre devido a um desenvolvimento, aparentemente coordenado, de vários componentes oculares. Diversos autores relatam que o erro refrativo não apresenta uma distribuição normal, mas em forma de curva leptocúrtica ligeiramente em direção à miopia. A elevada prevalência de emetropia prova que existe um processo ativo de emetropização devido ao facto dos vários componentes oculares conseguirem compensar as suas alterações de forma conjunta. Por exemplo, durante a infância a profundidade da câmara anterior (PCA) e a profundidade da câmara vítrea (PCV) aumentam e a potência do cristalino diminui. Esta diminuição do poder refrativo do cristalino origina uma mudança do erro refrativo no sentido da hipermetropia e o aumento da PCV no sentido da miopia. Como ocorrem os dois processos em simultâneo, a ametropia torna-se menos evidente. Vários estudos relataram que este processo ocorre entre os 3 meses e os 12 anos de idade.³⁻⁶

2.2 Caraterização dos componentes oculares

Segundo Curtin,⁷ os componentes oculares que mais influenciam o aparecimento do erro refrativo são a córnea, o poder refrativo do cristalino, a PCA e o comprimento axial (CA). Por outro lado, Atchison,⁸ reportou que as principais mudanças relacionadas com a idade são as ocorridas no cristalino.

Na tabela 2.1, estão representados os valores considerados normais para cada componente bem como os resultados da sua alteração na potência total do olho proposto por *Gullstrand-Emsley*. A alteração em algum dos componentes óticos pode levar a uma alteração da potência refrativa do olho. Contudo, muitas vezes, ocorrem mudanças de vários destes parâmetros em simultâneo atenuando assim a alteração na refração.

Tabela 2.1: Valores propostos por *Gullstrand-Emsley* para cada componente ocular e os resultados de alterações nesses valores

Componente ótico	Escala de valores normais	Resultado das alterações na refração
Profundidade da câmara anterior	2,80 – 4,60 mm	+1,00 mm \approx +1,39D
Potência do cristalino	15,50 – 25,00D	+1,00 D \approx -0,67D
Comprimento axial	20,00 – 29,50 mm	+1,00 mm \approx -2,70D
Potência corneal	39,00 – 48,00D	+1,00D \approx -1,00D

O rácio CA/RC (razão entre o comprimento axial e o raio de curvatura corneal) tem sido apontado por alguns autores como um preditor no aparecimento da miopia. Apresenta um valor de aproximadamente 3,00 para olhos emétopes, superior a 3,00 em olhos míopes e inferior a 3,00 em olhos hipermétropes, segundo resultados de um estudo de Grosvenor e Scott,⁹ que avaliou a forma como o rácio CA/RC determina o poder refrativo do olho numa população de 194 indivíduos com idades entre os 18 e 30 anos na Nova Zelândia. Num estudo publicado por Goss *et al.*,¹⁰ um grupo de crianças foi avaliado por períodos de seis meses, durante três anos, com o propósito de entender se existiam diferenças em certos parâmetros oculares em indivíduos

emétopes e aqueles que se tornavam míopes. O grupo em que os sujeitos se tornaram míopes apresentava um rácio CA/RC mais elevado comparativamente ao grupo de emétopes.

A este propósito, Badmus *et al.*¹¹ estudaram 350 indivíduos com idades entre os 18 e os 60 anos, na Nigéria desde junho a agosto de 2011, com o objetivo de analisar a relação entre o comprimento axial e o raio de curvatura corneal. Verificaram-se resultados semelhantes, já que os sujeitos com miopia apresentavam um rácio CA/RC maior que os não míopes. Em Espanha, Llorente *et al.*,¹² com o propósito de investigar as aberrações óticas e propriedades geométricas entre dois grupos refrativos, mediram 24 olhos miópicos e 22 hipermetropes, ambos os grupos com idades médias de 30,5 anos. Novamente, estes autores acharam um rácio CA/RC mais elevado nos pacientes míopes em comparação com os hipermetropes, estando este parâmetro altamente correlacionado com o equivalente esférico.

2.2.1 Profundidade da câmara anterior

A profundidade da câmara anterior é definida como a distância da face posterior da córnea à face anterior do cristalino. Parece existir um crescimento da PCA até aos 13 anos de idade, no entanto, Larsen,¹³ concluiu que esse aumento é acompanhado de uma diminuição da espessura do cristalino, mantendo-se assim constante a distância entre a córnea e o cristalino. Por outro lado, com o avançar da idade, a profundidade da câmara anterior diminui o seu tamanho devido ao aumento da espessura do cristalino. Como pode ser visto na tabela 2.1, um aumento da PCA em 1 mm leva a uma diminuição do poder refrativo do olho em cerca de +1,39D e um consequente aparecimento de hipermetropia se todos os outros componentes permanecerem com valores normais.

2.2.2 Poder refrativo da córnea

A córnea é um tecido transparente com um raio de curvatura de aproximadamente 8 mm, em toda a sua extensão e por essa razão, pode ser considerada esférica. O seu poder refrativo pode variar entre valores de +39,00D e +48,00D. Muitos autores têm vindo a demonstrar que o valor do poder refrativo da córnea atinge o seu valor estável por volta dos 4 anos de idade. Sorsby *et al.*¹⁴ determinaram valores diferentes para a potência corneal de acordo com o erro refrativo:

43,25D, para os emétopes; 44,04D, para os míopes; e, por fim, 42,86D, para os hipermetropes. Segundo resultados de Hirsch e Weymouth,¹⁵ o erro refrativo e o poder refrativo da córnea apresentam uma forte correlação se a PCA e o CA se mantiverem constantes. Portanto, este parâmetro pode contribuir para o aparecimento de ametropias em certos indivíduos.

2.2.3 Poder refrativo do cristalino

O poder refrativo do cristalino pode variar entre +16,00D e +25,00D. Contudo, o cristalino vai sofrendo alterações ao longo da vida, especificamente, perde a sua elasticidade e transparência, mas também se assiste a um aumento da espessura central e a um aplanamento dos seus raios de curvatura, anterior e posterior. Segundo resultados de Strenstrom,¹⁶ não existe uma correlação significativa entre a potência do cristalino e o erro refrativo. Todavia, segundo Borish,¹⁷ podem existir alterações no erro refrativo com pequenas mudanças no índice de refração do cristalino, mais concretamente, uma alteração ocular de $\pm 0,85D$ converte-se numa pequena mudança de $\pm 0,004$ no índice de refração.

2.2.4 Comprimento axial

O comprimento axial delimita-se desde a face anterior da córnea até ao epitélio pigmentar da retina quando medido com o biómetro ótico de baixa coerência IOL Master, atualmente o mais utilizado. Apresenta valores que podem variar desde os 22 aos 26 mm. Segundo Sorsby,¹⁸ até aos 3 anos, existe um rápido crescimento do CA, embora diminua posteriormente a sua progressão até aos 13 anos de idade. Como se pode aferir na tabela 2.1, um incremento no CA de cerca de 1 mm leva a um aumento do poder refrativo em -2,70D, resultando assim no aparecimento da miopia. Por outro lado, a ocorrer um aumento deste componente com uma diminuição da potência corneal ou do cristalino, atinge-se a emetropia.

Na figura 2.1, apresentam-se os principais componentes óticos num olho numa idade de 20 e de 70 anos, proposto por Atchison *et al.*,⁸ num estudo em que participaram 106 emétopes com idades a variar entre os 20 e os 69 anos com o objetivo de analisar as mudanças nos componentes biométricos do olho com a idade. Os resultados deste estudo demonstraram que

ocorre uma diminuição da PCA, do raio de curvatura corneal e índice de refração do cristalino com a idade ao contrário do CA que vai sofrendo um aumento.

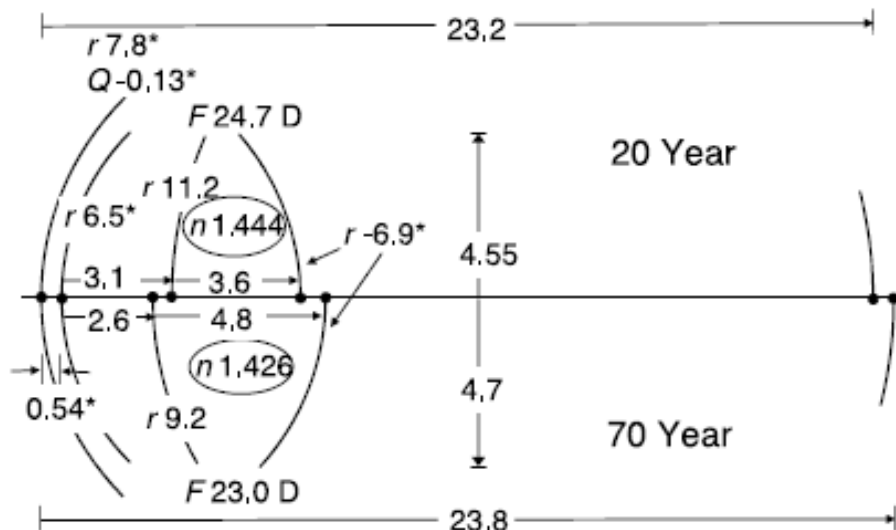


Figura 2.1: Principais componentes óticos num olho na idade de 20 e de 70 anos, proposto por Atchison *et al.*⁸

2.3 Caraterização do erro refrativo

O erro refrativo ocorre quando o ponto distante, que não se encontra no infinito, forma uma imagem fora da zona da fóvea, ou seja, uma imagem desfocada. Esta pode ser provocada de duas formas: devido ao poder refrativo dos componentes oculares em relação à posição da retina ou devido à posição desses mesmos componentes em relação à retina. Existem quatro tipos de erros refrativos nomeadamente a miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia, sendo que este último não vai ser referido neste trabalho pois afeta uma população a partir dos 40 anos.

2.3.1 Miopia

A miopia sucede quando os raios luminosos provenientes do infinito convergem num ponto antes da retina, formando uma imagem desfocada. Pode ser classificada segundo o seu

valor: baixa, para valores inferiores a 3,00D; média, entre 3,00D e 6,00D; e elevada, para valores superiores a 6,00D.

Quando o crescimento do CA é elevado denomina-se miopia axial; quando o poder refrativo do olho é demasiado elevado designa-se miopia refrativa (de curvatura e/ou de índice).

Grosvenor,¹⁹ classificou a miopia segundo a idade de aparecimento. A que se manifesta na infância e permanece durante toda a vida é conhecida como congénita. Quando se manifesta entre os 6 anos de idade e a puberdade designa-se de miopia de aparecimento precoce. Esta última, nos adultos surge entre os 20 e os 40 anos (miopia de aparecimento precoce nos adultos). Após esta faixa etária, é denominado de miopia de aparecimento tardio nos adultos.

Em 1864, Donders, definiu esta ametropia segundo a sua taxa de progressão em três tipos: 1) miopia estacionária, quando ronda valores entre 1,00D e 2,00D, que surge na adolescência; 2) miopia temporariamente progressiva, mais comum na idade da adolescência e que aumenta até à idade adulta; 3) miopia de progressão permanente, que se caracteriza por um aumento rápido do seu valor até aos 25/35 anos (a partir desta idade continua com um aumento, mas de forma mais lenta).

Acresce ainda dois tipos de miopia: fisiológica e patológica. A primeira ocorre devido a uma falha na correlação dos componentes refrativos em que todos os valores se encontram dentro do normal. A segunda manifesta-se quando um dos valores se encontra fora dos valores considerados normais para uma população.

Pode ainda ser classificada miopia hereditária quando surge no nascimento e vai diminuindo ao longo do primeiro ano de vida e em induzida aquela que se desenvolve durante a infância.

Destacam-se ainda outros tipos de miopia: 1) a noturna que se manifesta em condições de baixa luminosidade (mais frequente nos jovens); 2) a pseudomiopia, que ocorre devido a um problema acomodativo; 3) a miopia espacial, que surge quando um indivíduo não fixa nenhum objeto por se situar num campo visual vazio; 4) a miopia instrumental que se manifesta quando existe um aumento da acomodação devido a exposições prolongadas através de instrumentos óticos.

2.3.2 Hipermetropia

A hipermetropia ocorre quando os raios luminosos, vindos do infinito, convergem num ponto atrás da retina. Pode denominar-se de hipermetropia axial quando o CA é pequeno em relação ao poder refrativo do olho e pode ser refrativa quando a potência é insuficiente. Este último tipo pode dividir-se ainda em dois subtipos: hipermetropia refrativa de índice que, ocorre quando o índice de algum dos meios oculares se encontra alterado (ocorre principalmente no cristalino); hipermetropia refrativa de curvatura, que se manifesta quando a superfície de algum meio ocular é demasiado plana (ocorre preferencialmente na córnea).

Esta classifica-se quanto ao seu valor, de acordo com uma divisão de três grupos: 1) hipermetropia baixa, quando apresenta valores inferiores a 3,00D; 2) média com valores entre 3,00D e 5,00D; 3) alta, com valores superiores a 5,00D.

Tal como a miopia, caracteriza-se como patológica e fisiológica. Na primeira, algum dos componentes oculares encontra-se com valores alterados, ou seja, não considerados normais; na segunda, todos os componentes apresentam valores normais para uma população.

Deste modo, numa situação de diminuição da PCV, pode denominar-se de hipermetropia simples, já com uma diminuição da PCV e aplanamento da córnea temos uma hipermetropia composta. A hipermetropia mista surge quando combinada uma câmara vítrea pequena com uma córnea muito curva ou uma câmara vítrea muito longa com uma córnea plana.

Este erro refrativo pode ainda ser classificado de acordo com a ação da acomodação: a hipermetropia latente é aquela que é mascarada pela acomodação, ou seja, só pode ser revelada através do uso de cicloplégico; a hipermetropia manifesta é aquela que permite alcançar a melhor AV para VL quando é compensada com a máxima lente positiva. Esta pode ser ainda dividida em dois tipos: a hipermetropia absoluta, em que a acomodação não consegue compensar o erro refrativo; e a hipermetropia facultativa que, apesar de ser mascarada pela acomodação, consegue determinar-se através de um exame sem recorrer a cicloplégico. Por fim, a hipermetropia total é a soma da manifesta com a latente.

2.3.3 Astigmatismo

O astigmatismo verifica-se quando os raios luminosos atravessaram meios oculares com diferentes potências que variam entre um meridiano de máxima e de mínima potência, formam não uma, mas duas linhas focais, provocando alterações na qualidade da imagem. Nesta lógica, entende-se por astigmatismo regular quando os dois meridianos (maior e menor potência) estão separados por um ângulo de 90° ; e astigmatismo irregular quando esta separação entre os dois meridianos é diferente de 90° .

Sendo assim, o astigmatismo é baixo sempre que apresenta valores inferiores a 1,00D; médio, quando atinge valores entre 1,00D e 3,00D; e alto, na hipótese de os valores serem superiores a 3,00D.

Em termos de orientação, o astigmatismo é direto, se o meridiano com maior potência se encontrar na orientação vertical; é inverso, se o meridiano mais potente é horizontal; oblíquo se a orientação do meridiano é oblíqua.

Pode ainda classificar-se esta ametropia segundo a posição das linhas focais:

- i. astigmatismo hipermetrópico simples (uma das linhas encontra-se atrás da retina e a outra sobre a retina);
- ii. astigmatismo hipermetrópico composto (as duas linhas encontram-se atrás da retina);
- iii. astigmatismo miópico simples (uma das linhas encontra-se à frente da retina e a outra sobre a retina);
- iv. astigmatismo miópico composto (ambas as linhas estão à frente da retina);
- v. astigmatismo misto (uma linha encontra-se à frente da retina e a outra atrás).

2.3.4 Anisometropia

A anisometropia define-se pela diferença entre o erro refrativo dos dois olhos, sendo clinicamente significativa acima de 1,00D. Valdez reconheceu esta condição pela primeira vez, em 1623. Em 1970, Gettes,²⁰ classificou-a segundo a sua magnitude - baixa, se a diferença entre os

dois olhos for inferior a 2,00D; alta, se apresentar valores entre 2,25D e 6,00D; muito alta, se os valores forem iguais ou superiores a 6,00D.

Segundo o erro refrativo, a anisometropia pode dividir-se em dois tipos: isoanisometropia, quando os dois olhos são hipermetropes ou míopes; antimetropia, quando um olho é hipermetrope e outro míope. A anisometropia pode ser classificada segundo a sua etiologia: congénita (glaucoma congénito, catarata congénita) e adquirida (traumas, lesões, cirurgias).

2.4 Prevalência do erro refrativo no mundo

Segundo resultados de estimativas do *World population prospects: the 2004 revision*, de Resnikoff *et al.*,²¹ cerca de 153 milhões de pessoas com idades superiores a 5 anos apresentam algum tipo de deficiência visual devido a erros refrativos não corrigidos. Os resultados de Weih *et al.*²² também demonstram uma elevada estimativa de deficiências visuais causadas por erros refrativos não corrigidos, mais especificamente em cerca de 185 400 indivíduos australianos com idades superiores a 40 anos. Por outro lado, Bourne *et al.*²³ relatou uma baixa prevalência de deficiências visuais moderadas e severas em países como Estados Unidos da América, Japão, Austrália e Europa Ocidental, segundo conclusões de relatórios médicos desde 1980 a 2012. Tendo em conta estas ilações, verifica-se que as ametropias não corrigidas continuam a ser uma das principais causas de cegueira.

Vários estudos relatam a prevalência dos diferentes erros refrativos em quatro continentes:

2.4.1 Europa

Čiubarait *et al.*,²⁴ realizaram um estudo na Lituânia, em que participaram 6 171 crianças (2 926 rapazes e 3 245 raparigas) cujo objetivo era avaliar a distribuição do erro refrativo em crianças, desde o seu nascimento até aos 18 anos. A refração foi determinada através do autorrefratómetro Accuref-K 9001 Shin Nippon com ciclopegia e a AV não corrigida com a melhor correção com o ototipo dos C's do quadro de Snellen colocado a 5 metros. Cerca de 35,6% das crianças apresentaram miopia, 14,1% hipermetropia e 25,5% astigmatismo.

Num artigo publicado por Jobke *et al.*,²⁵ foi avaliada a prevalência do erro refrativo em crianças, adolescentes e adultos, na Alemanha, através do preenchimento de um questionário pelos pais. Participaram 516 pacientes: 219 eram rapazes e 297 raparigas, com idades compreendidas entre os 2 e 35 anos. As perguntas incluídas no questionário contemplavam o tipo de correção, desde quando e quanto tempo os filhos a usavam, sendo que as respostas eram confirmadas mais tarde com os óticos. Desta análise, definiu-se a emetropia como um equivalente esférico entre +0,25D e -0,25D; a miopia com valores inferiores ou iguais a -0,50D; e a hipermetropia com valores superiores a +0,50D. Determinaram uma prevalência de 75,2% de emetropia; 19,8% de miopia; e 5,0% de hipermetropia.

Um estudo foi conduzido por Grönlund *et al.*,²⁶ em 143 crianças com idades entre os 4 e os 15 anos, na Suécia, com o objetivo de caracterizar diferentes descobertas oftalmológicas. Foi usado um autorrefratômetro Topcon A6300 com cicloplégico para obter a refração e um cartão KM-Boks com sete tipos de letras para determinar a AV de VL a 3 metros e em VP a 0,33 metros. Os autores definiram a miopia como sendo o valor do equivalente esférico igual ou superior a 0,50D; a hipermetropia igual ou maior a 2,00D; o astigmatismo com valores superiores ou iguais a 0,75D; e a anisometropia com diferenças superiores ou iguais a 1,00D. Obteve-se uma prevalência de astigmatismo de 22,4%, 2,8% de anisometropia, 9,1% de hipermetropia e 6,3% de miopia.

No Norte de Portugal, foi feita uma avaliação a 4 288 pacientes, com idades compreendidas entre os 4 e os 89 anos, por Queirós *et al.*,²⁷ com vista à determinação da distribuição do erro refrativo, em particular a refração subjetiva sem cicloplégico. A emetropia foi definida como um equivalente esférico entre -0,50D e +0,50D; a hipermetropia com valores de SE superiores ou iguais a 0,50D; a miopia com valores inferiores ou iguais a -0,50D; anisometropia com diferenças entre o SE dos dois olhos de 1D, 2D e 3D; e, por fim, o astigmatismo foi dividido em astigmatismo à regra, quando o cilindro negativo se encontrava a $180\pm 30^\circ$, astigmatismo contra-a-regra, a $90\pm 30^\circ$; e astigmatismo oblíquos nas restantes direções. A prevalência da emetropia, miopia e hipermetropia foi de 45,0%, 29,8% e 25,2%, respetivamente. O astigmatismo apresentou números de 24,6%, 31,8% e 13,4% à regra, contra-a-regra e oblíquo, respetivamente, enquanto a anisometropia de 1D, 2D e 3D de 10,1%, 3,0% e 1,4%, repetivamente.

Fledelius *et al.*²⁸ desenvolveram um estudo, na Dinamarca, em que participaram 454 sujeitos com idades compreendidas entre os 5 e os 80 anos. Tinha como objetivo determinar os

componentes refrativos e queratométricos. Obtiveram o valor da refração com cicloplégico, avaliaram os raios de curvatura e, conseqüente, o astigmatismo corneal através do queratômetro *Haag-Streit*. Na análise da prevalência de miopia, entre as diferentes faixas etárias estudadas, encontraram valores de 6%, em idades dos 5 aos 10 anos, para valores de 35% nas idades de 20-40 anos. A partir desta faixa etária notou-se uma conseqüente diminuição com um aumento da hipermetropia. Em relação ao astigmatismo, houve um aumento do tipo contra-a-regra e oblíquo com o avançar da idade.

McCullough *et al.*²⁹ conduziram um estudo intitulado NICER STUDY (*The Northern Ireland Childhood Errors of Refraction*), no Reino Unido, que consistia em avaliar a prevalência do erro refrativo. Desenvolveu-se em três fases: na primeira, era avaliada a prevalência do erro refrativo em crianças com idades de 6-7 anos e 12-13 anos no Norte da Irlanda, entre 2006 e 2008. Na segunda fase, passados três anos, eram recolhidos os mesmos dados; posteriormente, após seis anos era feita a terceira fase, onde eram novamente recolhidos dados dos pacientes. Nas três fases, os dados eram obtidos com um autorrefratômetro NVision-K 5001 com efeito de cicloplegia. Eram classificadas como miopes aquelas que apresentassem um equivalente esférico igual ou menor a -0,50D; emétopes se estivesse entre valores de -0,50D e +2,00D; e hipermétropes se fossem superiores a +2,00D. Foram constituídos dois grupos: grupo mais jovem, com 212 participantes (6-7 e 12-13 anos) anos; e grupo mais velho, com 226 participantes (12-13 e 18-20 anos). A incidência da miopia foi de 2,2% e 0,7% e da hipermetropia foi de 7,3% e 2,0% para o Grupo mais jovem e Grupo mais velho, respetivamente.

Rudnicka *et al.*³⁰ realizaram um estudo, em Inglaterra, com 1 179 crianças (561 rapazes e 618 raparigas) com uma idade média de 10,9 anos. O estudo teve por objetivo a análise das diferenças na prevalência da miopia em diferentes etnias: europeus brancos, asiáticos, africanos negros e outras raças. A miopia foi demarcada como equivalente esférico de -0,50D ou pior em um ou em ambos os olhos. Foi usado um autorrefratômetro SRW-5000, em que, de cinco leituras, era considerado o valor mais positivo uma vez que não era utilizada cicloplegia. A AV foi feita através da escala LogMAR colocada a 3 metros. O CA, PCA e a queratometria da superfície frontal foram determinados através do IOL Master Carl Zeiss Meditec. Por fim, foi aplicado um questionário para recolha de informação sobre a etnia e o estado sócio-económico dos intervenientes. No geral, a prevalência da miopia foi de 11,9%. Todavia, no que concerne às etnias, a prevalência da miopia revelou outros valores: os sul-asiáticos apresentaram um valor mais elevado; os africanos um valor moderado; e os europeus os valores mais baixos.

Com o objetivo de determinar a prevalência dos erros refrativos na Suécia, Villarreal *et al.*³¹ examinaram 1 045 crianças (513 raparigas e 532 rapazes) com idades de 12 e 13 anos. Foi avaliada a AV LogMAR e foi feita a retinoscopia com cicloplégico. A miopia foi definida com um valor de $SE \geq -0,50D$; miopia com necessidade de correção com um valor de $SE \geq -0,75D$; e a hipermetropia com valores de $SE \geq +1,00D$. O astigmatismo (cilindro $\geq 1,50D$) esteve presente em 5,2% da população estudada; a hipermetropia em 8,4%; e a miopia em 49,7%.

Mavrakanas *et al.*³² conduziram uma investigação em 1 738 indivíduos gregos, com idades entre os 15 e os 18 anos, cujo principal objetivo era avaliar as características epidemiológicas da miopia e os respetivos fatores de risco. A partir de um inquérito foi questionado o tipo de erro refrativo que apresentavam; o tipo de correção ótica que usavam; a história familiar ocular; as horas de estudo; e a performance na escola. Através das informações obtidas, verificou-se uma prevalência de 36,8% de miopia (SE superior a $-0,25D$).

Jorge *et al.*³³ realizaram um estudo, em Portugal, com uma população de 75 alunos universitários (dos 18 aos 24 anos), do primeiro ano da escola de Ciências da Universidade do Minho, em 2014, com o objetivo de entender a prevalência da miopia e, mais tarde, poder comparar os resultados com outros obtidos, em 2002, em condições muito semelhantes. Em ambos os anos, a refração foi determinada monocularmente através da refração subjetiva com uso de cicloplégico. O comprimento axial foi medido com o biómetro IOL Master em 2014 e por biometria de ultra-som, em 2002. A miopia foi estipulada como sendo de $M \leq -0,50D$; a hipermetropia de $M \geq +0,50D$; e a emetropia de $M > -0,50D$ e de $< +0,50D$. A prevalência da miopia aumentou de 23,4% para 41,3%, no espaço de doze anos; a hipermetropia diminuiu de 47,7% para 25,3%; e a emetropia aumentou de 28,8% para 33,3%.

Num estudo muito semelhante conduzido pelo mesmo autor, pretendia-se avaliar as mudanças refrativas em alunos universitários, durante um período de três anos (2002-2005), em Portugal. Participaram cerca de 118 alunos da Escola de Ciências da Universidade do Minho, com uma idade média de $20,6 \pm 2,3$ anos. Este trabalho mostrou uma mudança do erro refrativo no sentido da miopia, havendo diferenças significativas na componente do equivalente esférico que passou de $+0,04D$, em 2002, para $-0,25D$, em 2005. A prevalência da miopia e emetropia teve um aumento de 5,1% e 4,3%, respetivamente. A hipermetropia sofreu uma diminuição de 9,4%.³⁴

Um estudo de corte longitudinal conduzido por Kinge *et al.*,³⁵ em 149 estudantes de engenharia, da Noruega, com idade média de $20,6 \pm 1,2$ anos, observou as mudanças no erro

refrativo e componentes biométricos num período de três anos. Foi feita a refração com autorrefratômetro, seguida de queratometria e ultrassonografia, com cicloplegia. Houve uma mudança no erro refrativo no sentido da miopia em todos os grupos (inicialmente miópicos, inicialmente emétopes e inicialmente hipermetropes). Especificamente, a sua prevalência teve um aumento do valor de 49%, em 1992, para 66% passados três anos.

Num estudo realizado pela mesma autora, compararam-se as ametropias de uma população amostra com uma população de estudantes universitários, na Noruega. Participaram 224 engenheiros com idade média de $20,6 \pm 1,1$ anos, e 112 pessoas da população amostra com idade média de $21,7 \pm 0,3$ anos. O exame consistiu na avaliação da AV, com lâmpada de fenda para avaliar o segmento anterior do olho; a refração objetiva, com autorrefratômetro Nidek AR 820, e a subjetiva, com cicloplegia. Em termos de erro refrativo, a miopia foi estabelecida como sendo um equivalente esférico igual ou inferior a $-0,25D$; a emetropia com valores entre $-0,25D$ e $+0,50D$; e hipermetropia, com valores superiores ou iguais a $+0,50D$. Os resultados, mostraram uma prevalência de miopia superior, nos alunos universitários (46,9%), em relação à população amostra (33,0%), ao contrário da prevalência da hipermetropia que foi superior na segunda (47,3%) em relação aos estudantes (29,5%). Os valores da emetropia foram de 19,6% e 23,7% para a população amostra e os estudantes universitários, respetivamente.³⁶

Midelfart *et al.*³⁷ avaliaram a prevalência do erro refrativo em 3 137 sujeitos, na Noruega, os quais foram divididos em dois grupos: grupo dos jovens que incluíram 1 248 indivíduos, com idades entre os 20-25 anos; e o grupo dos adultos constituído por 1 889 pessoas com idades entre os 40-45 anos. Foram aplicados dois questionários: um deles com dados pessoais e outro com os hábitos visuais. A refração objetiva foi feita através do autorrefratômetro Nidek AR-820 sem cicloplegia, e foram observados o teste verde-vermelho e a AV. As prevalências de cada erro refrativo encontram-se na tabela 2.2.

Tabela 2.2: Prevalências de cada erro refrativo segundo dois grupos de idades.

Prevalência	Grupo de 20-25 anos	Grupo de 40-45 anos
Emetropia	51,8%	52,3%
Miopia	35,0%	30,3%
Hipermetropia	13,2%	17,4%
Astigmatismo	25,2%	39,2%

2.4.2 Ásia

Durante um período de 10 anos, na Coreia, 221 pacientes (94 rapazes e 127 raparigas) com idades compreendidas entre os 3 e os 9 anos, foram avaliadas com o objetivo de perceber as mudanças no equivalente esférico e o astigmatismo ao longo dos anos. Foram efetuados diversos exames desde avaliação do alinhamento ocular, biomicroscopia, fundo do olho, AV e refração com cicloplegia (três gotas de ciclopentolato) no autorrefratómetro KR-8900. Kim *et al.*³⁸ verificaram uma mudança no erro refrativo no sentido negativo (maior no grupo de crianças que apresentavam miopia) e um aumento do astigmatismo (maior no grupo de miopia).

Num estudo realizado na Arábia Saudita, em 2015, por Alrahiliet *al.*,³⁹ que consistia na determinação da prevalência de erros refrativos não-corrigidos em crianças em idade escolar, em Medina, no qual tomaram parte um total de 1 893 crianças, 947 rapazes e 946 raparigas, com idades compreendidas entre 3 e os 10 anos, foi obtida a AV monocular através do quadro de Snellen, colocado a 6 metros de distância; e a refração através de um autorrefratómetro sem cicloplegia binocularmente. A hipermetropia foi definida com valores iguais ou superiores a +3,00D, em todas as idades; enquanto a miopia valores iguais ou superiores a -3,00D (3-6 anos), superiores ou iguais a -1,00D (>6 anos); e o astigmatismo valores superiores a 2,00D (3-6 anos), superiores a 1,00D (6-10 anos). Por fim, a anisometropia mostrou a diferença de valores superiores ou iguais a 1,00D. Em conclusão, 1,5% das crianças apresentavam hipermetropia; 2,7% astigmatismo (todos os tipos); 0,7% miopia; e 7,4% anisometropia.

Com o objetivo de entender as mudanças no erro refrativo por parte das crianças, em idade pré-escolar e escolar, Ma *et al.*⁴⁰ realizaram um estudo onde participaram 2 752 crianças que frequentavam a educação pré-escolar e 5 515 que frequentavam o primeiro ciclo do ensino básico, com idades entre os 3 e os 10 anos na China. A AV monocular foi obtida a partir do teste *Early Treatment Diabetic Retinopathy Study* (ETDRS) a 4 metros com e sem correção. Seguidamente, foi obtido o valor do comprimento axial, com recurso a IOL Master, lâmpada de fenda, oftalmoscopia direta, medição da PIO, refração objetiva com um autorrefratómetro KR-8900 com cicloplegia e, por fim, a refração subjetiva. A prevalência geral do astigmatismo ($SE \leq 1,00D$) foi de 23%; a da emetropia ($-0,5D \leq SE \leq +2,00D$) de 68,4%; a da anisometropia (diferenças entre os dois olhos superiores ou iguais a 1,00D) foi de 4,9%; a da miopia ($SE \leq -0,50D$), ($SE \leq -0,75D$), ($SE \leq$

1,00D) e ($SE \leq 6,00D$) de 20,1%, 17,1%, 14,8% e 0,3%, respetivamente; e a da hipermetropia média ($0,50D \leq SE \leq 2,00D$) e hipermetropia ($SE \geq 2,00D$) foi de 58,4% e 11,4% respetivamente.

NIM Study (*The North India Myopia Study*) foi um estudo publicado por Saxena *et al.*⁴¹ cuja intenção era avaliar a incidência e a progressão da miopia, em Deli. Na primeira fase deste estudo, participaram 9 884 crianças. Um ano mais tarde restavam 9 616, com idades compreendidas entre os 5 e os 15 anos às quais foi medida a AV. Aquelas que não atingissem a linha 6/9.5, no quadro ETDRS, ou usassem óculos para corrigir a miopia eram referenciadas e encaminhadas para um optometrista. O exame completar-se-ia com a refração objetiva, com retinoscópio e autorrefratómetro Retinomax K-Pluscom com cicloplegia, e com a refração subjetiva. Neste caso a miopia que foi definida como sendo um equivalente esférico igual ou inferior a -0,50D, teve uma incidência de 3,4%.

Qian *et al.*⁴² estudaram a prevalência da miopia e alta miopia numa população de crianças com idades entre os 5 e 16 anos, na província de Yunnan, China, com o objetivo de determinar tanto a prevalência desta ametropia como os seus fatores de risco. Participaram cerca de 7 681 crianças, das quais 3 897 eram rapazes e 3 784 raparigas. Foram submetidas a avaliação da AV, segmento anterior do olho e fundo do olho, autorefratómetro com ciclopélico e motilidade ocular. A miopia foi definida como sendo um equivalente esférico com valores $\leq -0,50D$ e alta miopia com valores $\leq -6,00D$. A prevalência da miopia e alta miopia foi de 39,1% e 0,6%, respetivamente.

Aldebasi,⁴³ na Arábia Saudita, desde 2010 a maio de 2011, estudou a proporção de erros refrativos não corrigidos em crianças que frequentavam a escola primária. Contou com a participação de 5 176 crianças, divididas em dois grupos: grupo 1: 6-9 anos; grupo 2: 10-13 anos. Procedeu-se à AV para longe e perto, à refração com cicloplegia (com um autorrefratómetro Topcon KR-8900), à motilidade ocular, ao cover-test para VL e VP, à avaliação pupilar, oftalmoscopia direta e à avaliação do segmento anterior, com lâmpada de fenda. Em relação ao erro refrativo, a hipermetropia foi definida como sendo um equivalente esférico de $\geq 2,0D$ (média: +2,00D a +3,90D; moderada: +4,00D a +5,90D; elevada: $\geq +6,00D$); a miopia de $\leq -0,50D$ (média: -0,50D a -3,00D; moderada: -3,10D a -6,00D; elevada: $> -6,00D$); o astigmatismo com valores de cilindro $\geq 0,75D$ e a anisometropia com uma diferença de valores de equivalente esférico de $\geq 1,00D$ entre os dois olhos. No geral, a prevalência da miopia foi de 5,8%; a da hipermetropia de 0,7%; a do astigmatismo miópico, hipermetrópico e misto de 5,4%, 2,7% e 1,7%, respetivamente; e a da anisometropia foi de 3,6%.

Norouzirada *et al.*⁴⁴ estudaram a prevalência dos erros refrativos em 1 151 crianças, com idades entre os 6 e os 15 anos, no Oeste do Irão. Foi obtida a refração com um autorrefratómetro Topcon RM8800 sem cicloplégico e, de seguida, avaliada a AV com e sem correção, usando o quadro de Snellen, colocado a 6 metros. Um equivalente esférico de $-0,50D$ ou pior foi definido como miopia, mais especificamente categorizou-se em média se tivesse valores entre $-0,50D$ e $-3,00D$; moderada entre $-3,10D$ e $-6,00D$; e elevada com valores de $-6,00D$ ou pior. A hipermetropia foi contabilizada a partir de valores de $+2,00D$, daí que foi considerada a média se se encontrasse entre valores de $+2,00D$ e $+3,00D$; moderada entre $+2,10D$ e $+4,00D$; e elevada com $+4,00D$ ou pior. O astigmatismo foi definido com valores a partir de cilindro de $+0,50D$. Observou-se uma prevalência de miopia de 14,9% (média: 74,3%; moderada: 16,7%; elevada: 9%), da hipermetropia 12,9% (média: 84,4%; moderada: 10,5%; elevada: 5,1%) e do astigmatismo de cerca de 45,3%.

Num estudo de Guo *et al.*,⁴⁵ cujo objetivo foi determinar a prevalência da miopia e os seus fatores de risco, na China, em 2016, participaram cerca de 35 745 crianças com idades entre os 6 e os 18 anos. A refração foi obtida através do autorrefratómetro Topcon RM-A7000 sem cicloplégico. A miopia foi definida como um SE de $\geq -0,50D$. Porém, como foi feita a refração sem cicloplégico, também definiram a miopia com valores de $\geq -1,00D$, devido a algumas crianças poderem apresentar valores artificiais mais baixos resultantes da acomodação involuntária. Estabeleceram ainda valores de $\geq -6,00D$, $\geq -8,00D$ e $\geq -10,00D$ para miopia baixa alta, miopia moderada alta e miopia severa alta respetivamente. Os valores da prevalência foram de 70,9%, 60,9%, 8,6%, 2,2% e 0,3% para a miopia $\geq -0,50D$, $\geq -1,00D$, $\geq -6,00D$, $\geq -8,00D$ e $\geq -10,00D$, respetivamente.

Para avaliar a prevalência da miopia, na zona Ocidental da China, Guo *et al.*⁴⁶ conduziram um estudo com 1 565 participantes, entre os 6 e os 21 anos. A refração foi feita com um autorrefratómetro ARK-900 com cicloplegia. Um equivalente esférico de $\leq -0,50D$, $\leq -1,00D$ e $\leq -6,00D$, no pior olho, foi definido como sendo miopia. Os valores da prevalência da miopia de $\leq -0,50D$, $\leq -1,00D$ e $\leq -6,00D$ foram de $60,0 \pm 1,2\%$, $48,0 \pm 1,3\%$ e $2,9 \pm 0,4\%$, respetivamente.

Em 2013. Hashemi *et al.*⁴⁷ dirigiram um estudo para descobrir a prevalência dos erros refrativos em 4 106 crianças de sete anos de idade em zonas urbanas do Irão. A rotina de exame incluiu refração com um autorrefratómetro Topcon RM8800 com cicloplégico; AV com correção (se fosse o caso de a criança usar óculos) e sem correção; oftalmoscopia e lentes de ensaio para refinar a refração. Um equivalente esférico de $\leq -0,50D$ foi considerado como miopia, sendo

dividida esta ametropia em três categorias - média: valores entre -0,50D e -3,00D; moderada: entre -3,10D e -6,00D; severa: de $\leq -6,00D$. A hipermetropia foi categorizada sendo de valores de equivalente esférico $\geq +2,00D$; e o astigmatismo com valores de $\leq -0,50D$. A prevalência da hipermetropia foi de 6,20%; a da miopia de 3,04%; e a do astigmatismo de 17,43%.

Em 2013, Hsu *et al.*⁴⁸ avaliaram a progressão da miopia, durante um ano, em 3 256 crianças do segundo ano da primária com uma idade média de $7,49 \pm 0,31$ anos, em Taiwan. Foi feita a refração com ciclopérgico, com a avaliação do olho mais miópico. Um equivalente esférico de $\leq 0,50D$ foi definido como sendo miopia. Passado um ano, foi observada a progressão desta ametropia. Foi vista como uma progressão lenta, se a diferença entre os equivalentes esféricos fosse de $> -0,50D$; moderada, se apresentasse valores entre $-0,50D$ e $-1,00D$; e rápida, se alcançasse o valor de $\leq -1,00D$. Os resultados finais mostraram um valor do equivalente esférico médio de $-1,43 \pm 1,10D$ e, passado um ano, uma variação de $-0,42 \pm 0,85D$, em que 46,96%, 28,50% e 24,54% das crianças apresentaram uma progressão lenta, moderada e rápida, respetivamente.

Um estudo de corte longitudinal retrospectivo foi realizado por Li *et al.*⁴⁹ por um período de dez anos (2006-2015), em Pequim, na China. Teve como objetivo avaliar a miopia para fornecer orientações para um controlo futuro deste erro refrativo. Participaram 37 424 sujeitos com idades compreendidas entre os 14 e os 16 anos. O exame consistia na obtenção da AV não corrigida e corrigida, lâmpada de fenda, a tonometria, a motilidade ocular, à binocularidade e à avaliação da presença de estrabismo. A refração foi obtida através do autorrefratómetro ARK-900 com cicloplegia. Foi definido como não miopia um equivalente esférico de $\geq -0,50D$ (inclui emetropia e hipermetropia); a miopia baixa com valores entre $-0,50D$ e $-3,00D$; a miopia moderada entre $-3,00D$ e $-6,00D$; e miopia elevada $> -6,00D$. A prevalência da miopia, em geral, aumentou de 55,95%, em 2006, para 65,48%, em 2015.

No oeste do Irão, foi avaliada a prevalência dos erros refrativos em alunos do ensino secundário. Participaram cerca de 434 alunos (212 rapazes e 222 raparigas) com idade média de $16 \pm 1,30$ anos. Foi feita a refração com um autorrefratómetro Topcon RM8800 sem ciclopérgico a qual foi refinada com a retinoscopia e a AV com e sem correção com o quadro de Snellen colocado a 6 metros de distância. Um equivalente esférico de $-0,50D$ ou pior foi definido como miopia (baixa: valores entre $-0,50D$ e $-3,00D$; moderada: $-3,10D$ e $-6,00D$; elevada: equivalente igual ou pior que $-6,00D$), $+0,50D$ ou pior como hipermetropia (baixa: valores entre $+0,50D$ e $+2,00D$; moderada: $+2,10D$ e $+4,00D$; elevada: equivalente ou pior que $+4,00D$), diferenças de 1,00D

entre os dois olhos como anisometropia e o astigmatismo com valores de cilindro superiores a 0,50D. Hashemi *et al.*⁵⁰ chegaram à conclusão de que a prevalência total da miopia foi de 29,3% (baixa: 25,6%; moderada: 3,2%; elevada: 0,5%); a da hipermetropia foi de 21,7% (baixa: 19,4%; moderada: 1,2%; elevada: 1,2%); 20,7% a prevalência geral do astigmatismo e, por fim, 4,6% foi a prevalência da anisometropia.

Wu *et al.*⁵¹ avaliaram a prevalência da miopia em alunos do ensino secundário, em Pequim. Dos 4 677 participantes com idade média de 16,9±0,7 anos, 3 773 apresentaram miopia. Neste caso, o erro refrativo foi obtido através de um autorrefratômetro Topcon RM-A7000 sem instilação de um cicloplégico. Os autores determinaram uma prevalência de 80,7% (com equivalente esférico menor ou igual a -1,00D no pior olho). Ademais a prevalência da miopia alta (equivalente esférico igual ou inferior a -6,00D) foi de 9,9%.

Hashemi *et al.*,⁵² no ano de 2015, no Irão, desenvolveu um estudo com 2 575 participantes com o objetivo de avaliar a prevalência das ametropias e os fatores de risco associados, numa faixa etária superior a 15 anos (dos 16 aos 93 anos), em zonas rurais. O exame foi conduzido por dois optometristas em que primeiramente era avaliada a AV não corrigida, com o quadro de Snellen, colocado a 6 metros; seguida da obtenção da refração objetiva com um autorrefratômetro/queratômetro Nacek ARK-510. Posteriormente, os resultados foram confirmados com a realização de retinoscopia. A prevalência da hipermetropia e da miopia foi de 22,5% e 25,2% respetivamente.

2.4.3 África

Na Nigéria, Michaeline *et al.*⁵³ avaliaram a prevalência do erro refrativo em 180 crianças com faixas etárias desde os 3 aos 16 anos, durante um período de dois anos. Foram observados a AV, avaliação do segmento anterior e posterior do olho, os movimentos oculares e a refração objetiva com cicloplégico por meio de um retinoscópio. O astigmatismo foi o erro refrativo mais comum entre a população estudada (58,3%) da qual, 41,1% apresentava astigmatismo miópico simples. A hipermetropia manifestou-se em 6,1% da população; a miopia em 21,7%; e a anisometropia, em 10,6%.

Um estudo transversal foi conduzido por Kawuma *et al.*,⁵⁴ com o objetivo de determinar a prevalência do erro refrativo e a sua associação com o género e etnia, em 623 crianças dos 6 aos

9 anos de idade, em Kampala, África, no qual a refração foi determinada através de retinoscopia com cicloplégico. Descobriram uma prevalência de 52% de astigmatismo, 37% de hipermetropia e 11% de miopia.

Anera *et al.*⁵⁵ avaliaram 545 crianças, destas 300 rapazes e 245 raparigas, com idades desde os 6 até aos 16 anos, com a intenção de determinar a prevalência do erro refrativo, em Marrocos. Foi medido o erro refrativo com um autorrefratómetro ARK-30 com efeito de cicloplegia e foi também determinada a AV, a 6 metros, com uma escala logarítmica. Definiram a miopia como sendo um equivalente esférico de $\leq -0,50D$; a hipermetropia de $\geq +2,00 D$; o astigmatismo de $\leq 0,75D$; e a anisometropia de $\geq 1,00D$. A prevalência para a miopia, hipermetropia, astigmatismo e anisometropia, para pelo menos um olho, foi de 6,1%, 18,3%, 23,5% e 2,9% respetivamente.

Kedir *et al.*,⁵⁶ avaliaram 570 crianças com idades entre os 7 e os 15 anos, na Etiópia, para entender a proporção de erros refrativos. Foi feita a AV com o quadro de Snellen a 6 metros, a refração subjetiva, a motilidade e o alinhamento ocular e a avaliação do segmento anterior e fundo do olho, após instilação de cicloplégico. A miopia foi definida como a necessidade de correção de esfera de pelo menos $-0,50D$ e a hipermetropia de pelo menos $+1,00D$. O erro refrativo foi a principal causa de pobre visão, pois que chegou a uma prevalência de 2,6% de miopia e 0,9% de hipermetropia.

2.4.4 América

Com uma população de 1 466 sujeitos, com uma idade média de $11,21 \pm 3,63$ anos, numa zona rural do Paraguai, foi feita uma avaliação por Signes-Soler *et al.*⁵⁷ para determinar a distribuição do erro refrativo. Foi avaliada a AV não corrigida com o quadro de Snellen a 5 metros, realização da autoqueratometria e da autorrefração com recurso a um Retinomax K-3 plussem com cicloplegia em ambos os olhos. A miopia foi considerada um equivalente esférico de $\leq -0,50D$; a hipermetropia como $\geq +1,50D$; e o astigmatismo foi dividido em dois tipos: $\geq 1,00D$ e $\geq 1,50D$. Como resultados, obtiveram uma proporção de pacientes míopes de 37,7% (total de 1,5% da amostra), 5,2% de hipermetropia (total de 0,2%) e 15,8% (0,6% do total) em astigmatismos de valores $\geq 1,50D$ e 34,2% (1,3% do total) em astigmatismos com valores $\geq 1,00D$.

Num outro estudo de Gomez-Salazar *et al.*⁵⁸ foram analisados 676 856 pacientes com idades entre os 9 e os 90 anos, no México, durante um ano (2004-2005). Teve como principal propósito

avaliar a proporção de erros refrativos. A refração objetiva e subjetiva, juntamente com a acuidade visual, foi feita com um autorrefratômetro AKR700 e um fotorefrator APH 500. Um equivalente esférico de $>-0,50D$ foi classificado como miopia; a hipermetropia com um equivalente de $>+0.50D$; a emetropia entre $-0,50D$ e $+0,50D$; e o astigmatismo de $\geq-0,25D$. Na população geral, destacaram-se 24,8% de míopes, 21,0% hipermetropes, 40,7% emétopes e 13,5% de astigmáticos.

Em São Paulo, no Brasil, Salomão *et al.*⁵⁹ avaliaram cerca de 2 441 crianças com idades entre os 11 e os 14 anos, cujo objetivo do estudo foi determinar a prevalência e as causas das deficiências visuais. Foi feita a AV LogMAR, o cover-test para VL e VP, a refração objetiva, com um autorrefratômetro Retinomax Plus (Nikon, Tóquio, Japão), e subjetiva com cicloplegia. O erro refrativo foi dividido em três grupos: miopia com um SE de $-0,50D$ ou pior; hipermetropia, com valores de $+2,00D$ ou superiores; e o astigmatismo com valores de cilindro inferiores a $0,75D$, de $0,75D$ a $1,50D$, entre $1,50D$ e $2,00D$ e, por fim, superiores a $2,00D$. A prevalência geral da miopia, hipermetropia, todas as formas de astigmatismo e emetropia foi de 5,46%, 2,05%, 8,94% e 1,44%, respectivamente.

Vitale *et al.*⁶⁰ avaliaram 14 213 pessoas com idades superiores a 20 anos, nos Estados Unidos da América, com o objetivo de comparar a prevalência da miopia desta população nos anos de 1971-1972 e 1999-2004. Foi usado um autorrefratômetro NIDEK ARK-760 para determinar o erro refrativo. Os responsáveis pelo estudo, definiram a miopia como sendo o valor do SE equivalente de pelo menos $-1,00D$; a hipermetropia com valores de $+3,00D$ ou superiores; e o astigmatismo com cilindro superior ou igual a $1,00D$. Os indivíduos foram divididos em três grupos segundo a idade: 20-39, 40-59 e ≥ 60 anos. Foi encontrada uma prevalência de hipermetropia de 1,00%, 2,4% e 10,00% nos grupos 20-39, 40-59 e ≥ 60 anos respectivamente. Para o astigmatismo, 23,1%, 27,6% e 50,1% para os grupos 20-39, 40-59 e ≥ 60 respectivamente. Finalmente, foram notados valores da prevalência da miopia de 36,2%, 37,6% e 20,5% para os grupos 20-39, 40-59 e ≥ 60 anos respectivamente.

Em suma, com base nos estudos apresentados é possível aferir que, nos países asiáticos, a miopia é a ametropia que apresenta uma maior prevalência; e nos restantes países da Europa, América e África existe uma diversificação dos resultados, ou seja, existem países do mesmo continente que apresentam uma prevalência diferente de cada erro refrativo.

Na tabela 2.3, estão resumidos os principais resultados de cada estudo referido anteriormente acerca da prevalência das diferentes ametropias por todo o mundo.

Tabela 2.3: Prevalência do erro refrativo em diferentes idades e zonas de todo o mundo. Fem-Feminino; Mas-Masculino; M-Miopia; H-Hipermetropia; A-Astigmatismo; Ar-Astigmatismo à regra; Acr-Astigmatismo contra-a-regra; Ao-Astigmatismo oblíquo; An-Anisometropia; Mba-Miopia baixa alta; Mma-Miopia moderada alta; Msa-Miopia severa alta; Mb-Miopia baixa. Fonte: tabela adaptada da tese de mestrado de Brandão D.¹²⁸

Autor	País	Idade (anos)	Método utilizado	Definição da ametropia	Prevalência da miopia	Prevalência da hipermetropia	Prevalência do astigmatismo	Prevalência da anisometropia
ČiumbaraitėR	Lituânia	0-18	AR s/c		Geral: 35,6% Fem: 20,3% Masc: 15,6%	Geral: 14,1% Fem: 39,5% Masc: 43,4%	Geral: 25,5% Fem: 20,1% Masc: 18,9%	
Jobke S	Alemanha	2-35		M≤0,50D H≥+0,50D	19,8%	5,0%		
Grönlund MA	Suécia	4-15	AR c/c	M≥0,50D H≥2,00D A≥0,75D An≥1,00D	6,3%	9,1%	22,4%	2,8%
Queirós A	Portugal	4-89	RS s/c	M≤0,50D H≥+0,50D Ar=180±30° Acr=90±30° Ao=restantes An≥1,00D ≥2,00D ≥3,00D	Geral:29,8% Fem: 27,8% Masc: 32,1%	Geral: 25,2% Fem: 24,9% Masc: 25,6%	Geral: Ar: 24,6% Acr: 31,8% Ao: 13,4%	Geral: ≥1,00: 10,1% ≥2,00: 3,0% ≥3,00:1,4%
Fledelius HC	Dinamarca	5-80	RS c/c		5-10 anos: 6% 20-40: 35%			
McCullough SJ	Reino Unido	Grupo jovens: 6-7 Grupo adultos: 12-13	AR c/c	M≤0,50D H≥+2,00D	Incidência Grupo jovens: Geral: 2,2% Fem: 2,1% Masc: 2,3% Incidência Grupo adultos: Geral:0,7% Fem: 0,9% Masc: 0,4%	Incidência Grupo jovens: Geral: 7,3% Fem: 6,3% Masc: 8,3% Incidência Grupo adultos: Geral: 2,0% Fem: 2,9% Masc: 1,0%		
Rudnicka AR	Inglaterra	10-11	AR s/c	M≥0,50D	11,9%			

Autor	País	Idade (anos)	Método utilizado	Definição da ametropia	Prevalência da miopia	Prevalência da hipermetropia	Prevalência do astigmatismo	Prevalência da anisometropia
Villarreal	Suécia	12-13	Ret c/c	M \geq 0,50D H \geq +1,00D A \geq 1,50D	49,7%	8,4%	5,2%	
Mavrakanas TA	Grécia	15-18		M \leq 0,25D H \geq 0,25D A \geq 0,25D	Geral: 36,8% Fem: 46,0% Masc: 29,7%			
Jorge J	Portugal	18-24	RS c/c	M \leq 0,50D H \geq +0,50D	2002: 23,4% 2014: 41,3%	2002: 47,7% 2014: 25,3%		
Jorge J	Portugal	20,6 \pm 2,3 (idade média)	RS c/c	M \leq 0,50D H \geq +0,50D	2002: 22% 2005: 27,1%	2002: 49,2% 2005: 39,8%		
Kinge B	Noruega	20,6 \pm 1,2 (idade média)	AR c/c	M \leq 0,25D H \geq + 0,50D	1992: 49% 1995: 66%			
Kinge B	Noruega	Estudantes: 20,6 \pm 1,1 Amostra: 21,7 \pm 0,3	AR c/c	M \leq 0,25D H \geq + 0,50D	Estudantes: 46,9% Amostra: 33,0%	Estudantes: 29,5% Amostra: 47,3%		
Midelfart A	Noruega	Jovens: 20-25 Adultos: 40-45	AR s/c	M \leq 0,50D H \geq + 0,50D	Jovens: Geral: 35,0% Fem: 36,4% Masc: 33,2% Adultos: Geral: 30,3% Fem: 32,3% Mas: 28,1%	Jovens: Geral:13,2% Fem: 14,0% Masc: 12,2% Adultos: Geral: 17,4% Fem: 20,1% Mas: 14,2%		
Kim YS	Coréia	3-9	AR c/c					
Alrahili NHR	Arábia Saudita	3-10	AR s/c	M \geq -3,00D (3-6 anos), M \geq -1,00D (>6)	Geral: 0,7% Fem: 0,9% Masc: 0,5%	Geral: 1,5% Fem: 0,7% Masc: 2,3%	Geral: 25,3% Fem: 25,5% Masc: 25,1%	Geral: 7,4% Fem: 7,7% Mas: 7,1%

Autor	País	Idade (anos)	Método utilizado	Definição da ametropia	Prevalência da miopia	Prevalência da hipermetropia	Prevalência do astigmatismo	Prevalência da anisometropia
				anos) H \geq +3,00D A>2,00D (3-6 anos), A>1,00D (6-10 anos) An \geq 1,00D				
Ma Y	China	3-10	AR c/c	M \leq 0,50D H \geq +2,00D A \leq -1,00D A \geq -1,00D	Geral: 20,1% Fem: 20,2% Masc: 20,1%	Geral: 11,4% Fem: 13,8% Masc: 9,5%	Geral: 23,0% Fem: 23,1% Masc: 23,0%	Geral: 4,9% Fem: 5,5% Mas: 4,4%
Saxena R	Índia	5-15	AR, Ret c/c	M \leq 0,50D	3,4% (incidência)			
Qian DJ	China	5-16	AR c/c	M<0,50D	Geral: 39,1% Fem: 42,2% Masc: 36,1%			
Aldebasi YH	Arábia Saudita	Grupo 1: 6-9 Grupo 2: 10-13	AR c/c	M \leq 0,50D H \geq +2,00D A \geq 0,75D An \geq 1,00D	Geral: 5,8% Fem: 59,7% Masc: 40,3%	Geral: 0,7% Fem: 42,9% Masc: 57,1%	Geral: 9,8% Fem: 49,3% Masc: 50,7%	Geral: 3,6%
Norouzira d R	Irão	6-15	AR s/c	M \leq 0,50D H \geq +2,00D A \geq +0,50D	Geral: 14,9% Fem: 12,3% Masc: 17,0%	Geral: 12,9% Fem: 15,4% Masc: 10,8%	Geral: 45,3% Fem: 41,5% Masc: 48,5%	
Guo Y	China	6-18	AR s/c	M \geq -0,50 De \geq -1,00D Mba \geq -6,00D Mma \geq -8,00D Msa \geq -10,00D	70,9% e 60,9% 8,6% 2,2% 0,3%			
Guo K	China	6-21	AR c/c	M \leq 0,50D M \leq -1,00D M \leq -6,00D	60,0% 48,0% 2,9%			
Hashemi H	Irão	7	AR c/c	M \leq 0,50D H \geq +2,00D A \leq -0,50D	Geral: 3,04% Fem: 3,00% Masc: 3,07%	Geral: 6,20% Fem: 7,43% Masc: 5,06%	Geral: 17,43% Fem: 19,54% Masc: 15,46%	
Hsu CC	Taiwan	7,49 \pm , 0,31	c/c	M \leq 0,50D SE>-0.50D	Progressão lenta:			

Autor	País	Idade (anos)	Método utilizado	Definição da ametropia	Prevalência da miopia	Prevalência da hipermetropia	Prevalência do astigmatismo	Prevalência da anisometropia
		(idade média)		(Progressão lenta) -1,00D<SE≤-0,50 D (Progressão moderada) SE≤-1,00D (Progressão rápida)	Geral: 46,96%, Fem: 45,39% Masc: 54,61% Progressão moderada: Geral: 28,50% Fem: 44,40% Masc: 55,60% Progressão rápida: Geral: 24,54% Fem: 42,93% Masc: 57,07%			
Li Y	China	14-16	AR c/c	Não miopia≤-0,50D -0,50D≤Mb≤-3,00D -3,00D≤Mm≤-6,00D Me>-6,00D	2006: Geral: 55,95% Fem: 30,57% Masc: 25,38% 2015: Geral: 65,48% Fem: 35,85% Mas: 29,62%			
Hashemi H	Irão	14-21	AR, Ret s/c	M≤0,50D H≥+ 0,50D A≥0,50D An≥1,00D	Geral: 29,3% Fem: 19,4% Masc: 39,6%	Geral: 21,7% Fem: 27,5% Masc: 15,6%	Geral: 20,7% Fem: 15,8% Masc: 25,9%	Geral: 4,6% Fem: 4,5% Masc: 4,7%
Wu LJ	China	16-18	AR s/c	M≤-1,00D Me≤-6,00D	Geral M: 80,7% Fem: 83,5% Masc: 77,4% Geral Me: 9,9% Fem: 10,3% Masc: 9,4%			
Hashemi H	Irão	16-93	AR, Ret		Geral: 25,2% Fem: 25,9% Masc: 24,1%	Geral: 22,5% Fem: 21,4% Masc: 24,0%		
Michaelin e l	Nigéria	3-16	Ret c/c	M≤0,25D H≥+0,25D A≤-0,25D	21,7%	6,1%	58,3%	10,6%
Kawuma	África	6-9	Ret c/c		11%	37%	52%	
Anera RG	Marrocos	6-16	AR c/c	M≤0,50D H≥+2,00D	Geral: 6,1% Fem: 5,7%	Geral: 18,3% Fem: 17,1%	Geral: 23,5% Fem: 23,7%	Geral: 2,9% Fem: 3,3%

Autor	País	Idade (anos)	Método utilizado	Definição da ametropia	Prevalência da miopia	Prevalência da hipermetropia	Prevalência do astigmatismo	Prevalência da anisometropia
				$A \leq 0,75D$ $A \geq 1,00D$	Masc: 6,3%	Masc: 19,3%	Masc: 23,3%	Masc: 2,7%
Kedir J	Etiópia	7-15	RS	$M \leq 0,50D$ $H \geq +1,00D$	2,6%	0,9%		
Signes-Soler I	Paraguai	3-22	AR s/c	$M \leq 0,50D$ $H \geq +1,50D$ $A \geq 1,00D$ e $\geq 1,50D$	37,7%	5,2%	34,2%	
Gomez-Salazar F	México	9-90	AR, fotor	$M > 0,50D$ $H > +0,50 D$ $A \geq 0,25D$	Geral: 24,8% Fem: 23,4% Masc: 27,5%	Geral: 21,0% Fem: 21,9% Masc: 19,3%	Geral: 13,5% Fem: 13,0% Masc: 14,4%	
Salomão	Brasil	11-14	AR c/c	$M \leq 0,50D$ $H \geq +0,50 D$ $A \leq 0,75D$ $0,75D < A < 1,50 D$ $1,50D < A < 2,00 D$ $A \geq 2,00D$	Geral: 5,46% Fem: 6,14% Masc: 4,66%	Geral: 2,05% Fem: 2,15% Masc: 1,93%	Geral: $\leq 0,75D$: 2,21% $0,75D < A < 1,50D$: 2,54% $1,50D < A < 2,00D$: 1,11% $\geq 2,00D$: 3,08%	
Vitale S	Estados Unidos	≥ 20	AR	$M \leq 1,00D$ $H \geq +3,00D$ $A \geq 1,00D$	33%	3,6%	36%	

2.5 Fatores de risco associados ao aparecimento do erro refrativo

Os designados fatores de risco, podem ter influência no aparecimento e desenvolvimento do erro refrativo. Destes fazem parte a idade, o género, as tarefas em visão de perto, as atividades ao ar livre, a personalidade, entre outros. Entender como funcionam estes fatores de risco é um princípio para tentar travar o desenvolvimento de ametropias, especialmente a miopia.

2.5.1 Género

Homens e mulheres têm características biológicas e fisiológicas distintas. Em termos de visão, torna-se necessário entender se também se podem apontar diferenças entre os dois, nomeadamente perceber se o erro refrativo varia consoante o género.

Com o objetivo de determinar a prevalência da miopia na China, Guo *et al.*⁴⁶ avaliaram 1 565 crianças com uma idade média de 11,9 anos. A miopia foi associada ao género feminino.

Num estudo de Aldebasi *et al.*,⁴³ com o destino de determinar a prevalência de défices visuais e a sua associação com a idade e género, em que participaram 5 176 crianças com idade média de $9,5 \pm 1,8$ anos que frequentavam a escola primária, na Arábia Saudita, o género feminino foi apontado como um fator de risco para o desenvolvimento de miopia, podendo ser explicado pelos picos de crescimento (eventualmente associados à miopia) que ocorrerem mais cedo nas raparigas, e anisometropia, enquanto o astigmatismo foi associada ao sexo masculino.

Uma prevalência de miopia mais elevada, no género feminino, foi encontrada também num estudo de Wu *et al.*,⁵¹ feito a 4 677 estudantes do ensino secundário com faixas etárias entre os 16 e os 18 anos, em Pequim, cujo principal alvo era determinar a prevalência e fatores de risco da miopia.

Saxena *et al.*⁴¹ concluíram que havia uma maior incidência de erros refrativos miópicos nas raparigas em 9 884 participantes com idades entre os 5 e os 15 anos, na Índia, num estudo com o fim de avaliar a incidência e progressão da miopia. Uma possível explicação estará no facto de as raparigas neste país passarem mais tempo dentro de casa e disporem de mais tempo para ler e escrever.

Num artigo publicado por Qian *et al.*,⁴² em que o objetivo principal foi determinar a prevalência da miopia e os seus fatores de risco, foi apontado que o género feminino tinha um maior risco de desenvolver miopia comparativamente com o género masculino, em 7 681 crianças, que frequentavam o 1º ciclo do ensino básico, e jovens do ensino secundário, com idades compreendidas entre os 5 e os 16 anos, na China. Não sendo um assunto ainda muito claro, a puberdade pode estar associada ao início e progressão da miopia, sobretudo nas raparigas que passam por uma fase mais precoce deste período de vida, daí correrem maior risco de serem afetadas pela miopia.

Contrariamente a estas pesquisas, Hashemi *et al.*⁵⁰ realizaram um estudo que consistia na determinação da prevalência dos erros refrativos. Reportaram, em 434 estudantes, que os rapazes com idades entre os 14 e os 21 anos, que frequentavam o ensino secundário, no Irão, apresentaram uma maior incidência da miopia. Foi relatado que o comprimento axial apresentava valores mais elevados nos rapazes, o que permite notar a sua relevância nas alterações da refração.

Também num artigo publicado por Norouzirada *et al.*,⁴⁴ cujo objetivo era avaliar a prevalência do erro refrativo, avaliaram 1 130 indivíduos com idades entre os 6 e os 15 anos, no Irão, e obtiveram como principal conclusão que a prevalência da miopia foi mais elevada no género masculino enquanto a da hipermetropia foi maior no género feminino e, tal como foi mencionado no estudo anterior, valores de comprimentos axiais maiores nos homens podem ser uma explicação para o aparecimento da miopia.

Ademais, existem trabalhos que não encontram diferenças significativas entre os dois géneros.³⁸⁻⁴⁰

Este tópico tem sido objeto de discordância entre vários autores. Enquanto alguns consideram que o género feminino é um fator de risco para o aparecimento da miopia, explicado pela fase de puberdade mais precoce destas, outros discordam dizendo que o género masculino tem maior risco de desenvolver miopia, por apresentar valores de comprimento axial mais longos os quais influem no desenvolvimento desta ametropia.

2.5.2 Idade

A idade é dos principais fatores de risco para o aparecimento de ametropias. Neste caso, a hipermetropia tem sido associada a um aparecimento à nascença,⁶ com diminuição em direção à emetropia, nos primeiros anos de vida, devido ao processo de emetropização,^{3,4} atingindo valores mais elevados em idades mais avançadas muito provavelmente devido ao aparecimento da presbiopia.^{28,58,52}

Em idades mais jovens, a miopia tem sido apontada como a ametropia mais frequente, como é o caso do estudo conduzido por Fledelius *et al.*,²⁸ em que a finalidade foi determinar os achados refrativos e queratométricos, na Dinamarca, em 454 indivíduos (entre os 5 e 80 anos). Concluiu-

se que a incidência da miopia aumentava no grupo de idades de 5-10 anos até às idades de 20-40. Com o evoluir da idade a miopia tende a diminuir, embora a hipermetropia seja a mais frequente. Num artigo publicado por McCullough *et al.*,²⁹ a propósito de um estudo numa população de crianças divididas em dois grupos de idades de 6-7 anos (212 participantes) e 12-13 anos (226 participantes), no Reino Unido, acompanhadas por um período de seis anos para determinar as mudanças no erro refrativo e posteriormente comparar com uma população australiana, observou-se que as crianças têm um risco maior de se tornarem míopes em idades mais jovens. Uma possível explicação é a mudança do estilo de vida que tem ocorrido ao longo dos anos. As crianças passam cada vez mais tempo a usar aparelhos electrónicos e menos tempo ao ar livre.

Na Índia, Saxena *et al.*⁴¹ conduziram um estudo onde o objetivo era avaliar a incidência e progressão da miopia em 9 884 crianças com idades compreendidas entre os 5 e os 15 anos. Descobriram uma incidência mais elevada desta ametropia em crianças mais jovens, a qual pode ser explicado pela introdução precoce da escrita e da leitura nas escolas deste país.

Por outro lado, na Alemanha, num estudo de Jobke *et al.*,²⁵ em que participaram pais (entre 24 e 65 anos) e 516 filhos (dos 2 aos 35 anos), com o propósito de determinar a prevalência da miopia, esta foi diagnosticada a uma idade média de 12 anos, sendo que a sua incidência foi mais elevada aos 15-16 anos de idade.

Ma *et al.*⁴⁰ avaliaram 2 752 crianças do ensino pré-escolar e 5 515 do 1º ciclo do ensino básico, na China. Com o objetivo de determinar a prevalência dos erros refrativo e de seguida comparar os dois grupos de idades, descobriram que a prevalência da hipermetropia diminuiu de 17,8%, nas idades de 3 anos, para 2,6%, aos 10 anos, enquanto a miopia aumentou de 1,78%, aos 3 anos, para 52,2%, aos 10 anos. Este facto não é ainda muito claro, ou seja, a miopia pode desenvolver-se devido ao papel da genética ou devido a um papel ambiental da exposição escolar.

Em média, em idades mais jovens é considerado um fator de risco para o aparecimento da miopia, segundo resultados de diversos investigadores, embora não seja clara ainda a explicação para este facto.

2.5.3 Nível educacional

O nível de educação está fortemente correlacionado com o tempo gasto na leitura e escrita. É

medido como os anos de realização académica.⁴² Em Portugal, o sistema de ensino está dividido em quatro fases: ensino pré-escolar, ensino básico (1º, 2º e 3º ciclo), ensino secundário e ensino superior. Torna-se pertinente avaliar se o nível de ensino de cada indivíduo influencia o estado refrativo.

Wong *et al.*⁶¹ encontraram uma relação direta entre elevados níveis educacionais e a miopia, cuja explicação reside nas quantidades mais elevadas de trabalho de perto. A mesma relação não se verifica no que toca à hipermetropia, ao astigmatismo e à anisometropia. Estes dados resultaram da análise de uma população de 1 232 participantes com idades superiores a 21 anos, em Singapura, em que a intenção do estudo foi determinar a epidemiologia dos erros refrativos.

Estes resultados também foram reportados por Katz *et al.*,⁶² cujo objetivo foi determinar a prevalência dos erros refrativos e os seus fatores de risco, numa população adulta, com idades superiores ou iguais a 40 anos (5 308 adultos), nos Estados Unidos da América, em que a miopia foi associada a elevados níveis de escolaridade.

Num estudo de Aine,⁶³ em que a prevalência do erro refrativo foi descoberta, numa população rural da Finlândia com idades compreendidas entre os 6 e os 85 anos, encontraram resultados similares aos anteriores em 611 participantes. Mais uma vez, a miopia foi mais frequente em indivíduos com maior escolaridade.

Uma população de 4 744 adultos da Austrália, com idade média de 59 anos, foi avaliada por Wensor *et al.*⁶⁴ com o objetivo de determinar os fatores de risco e a prevalência da miopia. Verificou-se que os níveis educacionais são um fator de risco para o desenvolvimento da miopia. Deste modo, encontraram uma maior prevalência desta ametropia em pessoas com elevados níveis de escolaridade, devido, mais uma vez, às elevadas quantidades de trabalho de perto.

Um estudo retrospectivo conduzido por Dayan *et al.*,⁶⁵ em Israel, com 919 929 indivíduos de idades entre os 16 e os 22 anos, tinha como finalidade determinar a prevalência da miopia entre os anos de 1990 e 2002. Evidenciou-se que uma das principais conclusões era o facto de a miopia demonstrar uma correlação positiva com a escolaridade em anos, ou seja, os indivíduos com mais anos de escolaridade apresentavam maior risco em desenvolver miopia e o aumento do uso de computadores pode estar na base deste resultado.

Ma *et al.*⁴⁰ concluíram, a partir de um estudo cujo propósito foi avaliar a prevalência das ametropias, que existia uma maior prevalência da miopia em crianças com níveis de escolaridade mais elevados numa população de 8 267 sujeitos chineses com idades entre os 3 e os 10 anos.

A miopia encontra-se associada ao nível educacional, ou seja, quanto maior o nível de escolaridade de um sujeito maior o risco para o aparecimento desta ametropia, devido ao excesso de tempo disposto em visão de perto.

2.5.4 Trabalho em visão de perto

Os trabalhos em visão de perto são considerados tarefas realizadas a uma distância de 30 a 40 cm, como é o caso de ler e escrever. Diversos estudos têm associado o trabalho em visão de perto com o aparecimento da miopia. Mutti *et al.*⁴⁶ avaliaram a associação entre a miopia, trabalho em visão de perto, história familiar e nível educacional, em 366 crianças, do oitavo ano, com idade média de $13,7 \pm 0,5$ anos, que participaram no estudo de *Orinda Longitudinal Study of Myopia*. Concluiu-se que as crianças que apresentavam miopia passavam mais tempo a realizar tarefas em visão de perto, em especial, tarefas associadas à leitura e à concretização de trabalhos para a escola. No entanto, os autores não consideraram este fator de risco como o mais importante, mas a hereditariedade.

Num estudo conduzido por Hsu *et al.*,⁴⁸ cuja finalidade foi analisar a progressão da miopia durante um ano e os seus respetivos fatores de risco. Participaram 11 590 crianças, do 1º ciclo do ensino básico, com idade média de 7,49 anos, em Taiwan, e demonstrou-se que as crianças que despendem mais tempo a realizar tarefas em visão de perto, tendem a maior risco de desenvolvimento de miopia, dada a curta distância de trabalho em visão de perto e à falta de pausas durante essas tarefas.

Foi feito um estudo em 4 677 estudantes do ensino secundário, com uma idade média de $16,9 \pm 0,7$ anos, em Pequim, em que um dos principais objetivos foi avaliar os fatores de risco para o aparecimento da miopia. Wu *et al.*⁵¹ concluíram, de forma muito semelhante aos autores referidos anteriormente, que os indivíduos que passam mais tempo em trabalho de visão próxima, e que o realizam a uma distância mais curta, têm maior prevalência da ametropia referida, contudo permanece inconclusivo se estes dois fatores são uma causa ou uma consequência da miopia.

Qian *et al.*⁴² descobriram uma prevalência da miopia mais elevada em 7 681 crianças que passavam mais tempo a ler, com idades entre os 5 e os 16 anos, na China, num estudo cujo intuito foi qualificar a prevalência da miopia e alta miopia.

Desta forma, foi possível estabelecer uma forte correlação entre as horas passadas a escrever/ler, na escola e em casa, e o desenvolvimento da miopia a qual sobressai no *The North India Myopia Study*, conduzido por Saxena *et al.*,⁴¹ em 9 884 crianças com idades compreendidas entre os 5 e os 15 anos, cujo objetivo foi determinar a incidência e a progressão da miopia. No entanto, não encontraram uma boa correlação entre atividades em visão de perto e tempo despendido ao ar livre, indicando que um deles não ocorre devido à ausência do outro.

Vários outros autores corroboram o facto de quanto maior o tempo dedicado a realizar tarefas de visão de perto, como ler ou escrever, por exemplo, maior o risco para o desenvolvimento de miopia.

2.5.5 Atividades ao ar livre

As atividades ao ar livre podem englobar desde um simples passeio a diversos jogos e desportos. Para compreender se o tempo despendido ao ar livre teria qualquer efeito na refração, diversos investigadores realizaram estudos neste âmbito, nomeadamente, Dirani *et al.*⁶⁷ que avaliaram a associação entre a miopia e o tempo passado a realizar atividades ao ar livre, numa população de 1 249 sujeitos com idades entre os 11 e os 20 anos, em Singapura. Dessa avaliação concluíram que as crianças com miopia passavam menos tempo ao ar livre. Ao contrário, as que não apresentavam miopia realizavam maior número de atividades ao ar livre. A explicação para este fenómeno continua pouco clara, porque este “papel protetor”, que as atividades ao ar livre possam ter na progressão da miopia, dever-se-á a alterações mecânicas ocorridas durante o aumento da atividade física, provocando assim uma inibição do crescimento do olho. Para além disto, com a diminuição do tamanho da pupila, provocado por um aumento da intensidade luminosa, alcança-se uma imagem menos desfocada devido ao aumento da profundidade de campo. Todavia, há a relembrar os efeitos provocados pela exposição às radiações ultravioletas.

Com resultados idênticos, um estudo de *Orinda Longitudinal Study of Myopia* (514 crianças) conduzido por Jones,⁶⁸ em que pretendiam avaliar a associação entre a miopia e a história

parental e atividades ao ar livre, demonstrou que as crianças com idade média de $8,63 \pm 0,39$ anos, que passavam menos tempo no exterior, a realizar atividades ou a praticar desporto no terceiro ano, tinham maior risco de desenvolver miopia.

Um estudo conduzido por Rose *et al.*,⁶⁹ com o objetivo de comparar a prevalência da miopia em 752 crianças, de 6 e 7 anos de idade, de etnia chinesa, em Singapura e Sydney, revelou, mais uma vez, que as que residiam nesta última cidade apresentavam uma menor prevalência da ametropia por passarem mais tempo a realizar atividades ao ar livre.

Por sua vez, um estudo intitulado *Sydney Myopia Study*, feito por Rose *et al.*,⁷⁰ revelou a relação existente entre fatores de risco, como atividades ao ar livre e miopia em 4 132 crianças de 6 e 12 anos. Uma refração mais hipermetrópica foi encontrada nas crianças de 12 anos que passavam mais tempo ao ar livre. O efeito de atividades ao ar livre pode ser explicado por várias possibilidades: a libertação da dopamina, (estimulada pela exposição solar) que inibe o crescimento do olho; a intensidade da luz, que provoca a constrição da pupila, resultando numa maior profundidade de campo e numa imagem menos desfocada; o menor esforço acomodativo do olho; ou até a não realização de atividades em visão de perto.

Posto isto, é notório que as atividades ao ar livre estão associadas ao erro refrativo, visto que, quanto maior o tempo de realização de atividades, no exterior, menor o risco para o aparecimento e desenvolvimento de miopia. No entanto, não existe uma expliação precisa para esta ocorrência, mas um conjunto delas.

2.5.6 Inteligência

O QI (quociente de inteligência) avalia a inteligência humana segundo uma pontuação proveniente de diversas questões. Vários autores dedicaram-se à investigação de uma possível associação entre o estado refrativo e a inteligência, como é o caso de Saw *et al.*⁷¹ que avaliaram a associação entre a inteligência e a miopia em 1 204 crianças chinesas, de 10 a 12 anos de idade, e concluíram que o QI não-verbal está fortemente associado a refrações miópicas, no entanto, não pode ser considerado um preditor para o aparecimento da miopia pois a criança pode melhorar as suas capacidades após a repetição de vários testes e também porque a inteligência pode abranger muitas mais competências do que aquelas que foram avaliadas com os testes usados pelos autores.

Setecentas e sete crianças, com idades entre os 11 e os 13 anos, foram avaliadas por Grosvenor,⁷² na Nova Zelândia, com o mesmo processo. As consideradas míopes pontuaram mais nos testes de QI do que os hipermétropes, contudo a relação entre o erro refrativo, a inteligência e a capacidade de leitura ainda não é muito clara, pois a inteligência pode depender da leitura e esta pode causar o aparecimento da miopia.

Em Israel, Rosner e Belkin,⁷³ avaliaram 157 748 jovens, com idades entre os 17 e os 19 anos, com o objetivo de analisar a possível associação entre a miopia e a pontuação nos testes de QI e os anos de ensino. Concluíram que existia uma forte correlação entre a miopia e a inteligência, no entanto fica por esclarecer se os indivíduos míopes pontuavam mais nos testes de inteligência por estes apresentarem uma componente verbal que exige uma boa capacidade de leitura.

Sendo este tema um pouco controverso, existem resultados de investigadores que associam a miopia à inteligência, ou seja, os indivíduos míopes conseguem alcançar melhores resultados nos exames que testam o QI, apesar de ser ainda necessária maior investigação nesta matéria.

2.5.7 Rácio AC/A

O rácio AC/A relaciona a convergência acomodativa com a acomodação. Sendo um parâmetro importante para avaliar a capacidade acomodativa de cada indivíduo, ter conhecimento de uma possível associação entre este e o erro refrativo, torna-se pertinente. Então, em 1996, Mutti *et al.*³ avaliaram a resposta do parâmetro AC/A em função dos diferentes erros refrativos em 828 crianças dos 6 aos 14 anos de idade. Os sujeitos com hipermetropia apresentaram um AC/A mais baixo; os emétopes um valor intermédio; e os míopes um valor mais elevado, no entanto o seu valor como fator preditor da miopia pode ser limitado.

Foram encontrados resultados semelhantes por Gwiazda *et al.*⁷⁴ que conduziram um estudo com 80 crianças, com idades entre os 6 e os 18 anos, para avaliar a resposta do AC/A antes e no início do desenvolvimento da miopia. Os indivíduos que se tornaram míopes apresentaram valores do AC/A mais elevados um e dois anos antes do início da miopia comparados com os emétopes e aqueles que já estavam no início da miopia, um ano depois de a terem, sendo resultado de uma diminuição significativa da acomodação.

Um estudo de Chen *et al.*,⁷⁵ em que um dos objetivos foi avaliar a resposta do rácio AC/A com o erro refrativo, com o contributo de 30 crianças, dos 8 aos 12 anos de idade, em Hong Kong, demonstrou que os valores do rácio AC/A são elevados em crianças miópes comparativamente com as emétopes. Estas diferenças não foram, todavia, estatisticamente significativas.

Cento e um sujeitos com uma idade média de 12,8 anos participaram num estudo conduzido por Gwiazda *et al.*,⁷⁶ em Inglaterra, com o objetivo de avaliar o rácio AC/A. Para a medição deste parâmetro, seguiram duas formas: 1) usaram lentes para estimular a convergência e acomodação (método do gradiente) e 2) em duas distâncias distintas (método do cálculo). As crianças com refrações miópicas apresentaram valores mais elevados do que as crianças emétopes, resultando da combinação entre o aumento da convergência acomodativa e a diminuição da acomodação.

O rácio AC/A tem sido apontado como um fator de risco para refrações miópicas, ou seja, os sujeitos com esta ametropia apresentam um valor de AC/A mais elevado comparativamente com outras refrações, resultando sobretudo de uma diminuição da acomodação

2.5.8 Hereditariedade

Através da hereditariedade, o ser humano recebe e transmite informações genéticas. Vários investigadores tentaram entender se o erro refrativo poderia ser herdado através dos pais. Posto isto, Mutti *et al.*⁶⁶ concluíram, a partir do estudo *Orinda Longitudinal Study of Myopia*, cujo propósito foi analisar a associação entre a miopia com trabalho de perto, história parental e nível educacional, que crianças com dois progenitores, que apresentem miopia, têm maior risco de desenvolver esta ametropia do que aquelas em que apenas um progenitor apresenta esta condição, sendo este fator o mais importante para o desenvolvimento desta ametropia, numa população de 366 crianças que frequentava o oitavo ano de escolaridade.

Demais, as 1 781 crianças de 7 anos, que tomaram parte do estudo *Sydney Myopia Study* foram avaliadas no sentido de verificar se existia influência parental no aparecimento da miopia. Ip *et al.*,⁷⁷ autores do estudo, concluíram que, à medida que aumentava o número de pais com esta ametropia aumentava também o risco dos filhos desenvolverem miopia. Isto quer dizer que uma criança com os dois progenitores miópes tem muito mais risco de desenvolver esta condição do que ter apenas um progenitor míope ou nenhum.

Guo *et al.*⁴⁶ avaliaram 1 565 crianças chinesas, com idades entre os 6 e os 21 anos, com o intuito de determinar a prevalência e fatores de risco da miopia, e demonstraram que, quanto maiores as refrações miópicas tanto do pai como da mãe, maior o risco dos filhos desenvolverem miopia.

Wu *et al.*⁵¹ deduziram, num estudo com 4 677 estudantes com idades entre 16 e 18 anos, em Pequim, após análise da prevalência da miopia e dos fatores de risco associados, que a história parental de miopia era um fator de risco para o seu aparecimento nos filhos.

Qian *et al.*⁴² concluíram que ter um dos progenitores com refrações miópicas está associado ao desenvolvimento da miopia nos seus filhos, num estudo feito em 7 681 crianças com idades entre os 5 e os 16 anos, na China, com vista a determinar a prevalência da miopia e alta miopia.

Edwards,⁷⁸ conduziu um estudo, cujo fim foi analisar a relação entre crianças miopes e o estado refrativo dos seus progenitores, com 206 crianças dos 7 aos 12 anos de idade, em Hong Kong, e concluiu que, contrariamente aos estudos antes referidos, o facto de os progenitores serem miopes não influencia o aparecimento desta ametropia nos filhos.

Diversos estudos encontram uma correlação entre a miopia e a história parental. Os filhos com um ou os dois progenitores miopes têm um maior risco de desenvolver uma refração miópica, sobretudo quando os dois progenitores apresentam miopia.

2.5.9 Genética

A genética é uma especialidade que estuda a forma como as características biológicas de cada indivíduo são transmitidas de geração em geração. Em termos visuais, a miopia é influenciada tanto por fatores genéticos como ambientais. Com este mesmo propósito, Dirani *et al.*,⁷⁹ com o intuito de entender a influência de fatores genéticos e ambientais na refração e comprimento axial, estudaram 1 224 gémeas com idades de 18 anos ou superior, na Austrália, e demonstraram que a refração e o comprimento axial estão fortemente correlacionados e isso pode ser explicado através de fatores genéticos para ambos os géneros e também por fatores ambientais, fornecendo assim informação de que estes dois componentes podem partilhar genes comuns.

Além do mais, um estudo feito a 228 gémeas com idades entre os 20 e os 45 anos, por Lyhne *et al.*,⁸⁰ na Dinamarca, para determinar a importância do ambiente e dos genes na refração,

provou que alguns sujeitos podem ser mais suscetíveis geneticamente ao desenvolvimento da miopia quando expostos a determinados fatores ambientais, como por exemplo trabalho em visão de perto.

Hammond *et al.*⁸¹ conduziram um estudo com 506 gêmeas, com idades entre os 49 e os 79 anos, no Reino Unido, com o intuito de entender o papel da genética e do ambiente no erro refrativo. Concluíram que o astigmatismo parece ser inerente enquanto na hipermetropia e na miopia os efeitos genéticos desempenham um papel importante.

Por outro lado, num estudo publicado por Chen *et al.*,⁸² com o objetivo de entender a base genética da miopia, foram avaliadas diversas famílias num total de 49 indivíduos, na Austrália. Descobriu-se que existe um loci (2q37.1) associado à alta miopia que pode afetar a suscetibilidade a todos os graus de miopia.

Segundo estes estudos, a genética pode ser um fator chave na miopia.

2.5.10 Refração periférica

A refração periférica entende-se pela refração presente fora do eixo da fóvea (zona da retina onde se forma a imagem). Erros refrativos presentes na retina periférica podem influenciar tanto o crescimento do olho como o desenvolvimento refrativo, sendo que refrações periféricas hipermetrópicas têm sido associadas ao desenvolvimento de miopia. Chen *et al.*⁸³ conduziram um estudo com 40 crianças (8-12 anos) e 42 adultos (18-25 anos), na China para perceber a relação existente entre o erro refrativo e a refração periférica. Os sujeitos míopes apresentaram uma refração periférica mais hipermetrópica em comparação com os hipermetropes que tiveram uma mudança no sentido miópico. Os emétopes não apresentaram diferenças na fóvea. Estas mudanças na refração periférica podem ser explicadas com base na forma do olho.

Resultados semelhantes foram encontrados em 822 crianças que participaram no estudo *Orinda Longitudinal Study of Myopia* com idades compreendidas entre os 5 e os 14 anos, conduzido por Mutti *et al.*,⁸⁴ com o propósito de analisar a relação entre o erro refrativo e a forma do olho. Os indivíduos míopes apresentaram olhos com uma forma prolata e uma refração periférica mais hipermetrópica, sendo que o aumento da tensão ciliar e coroidiana pode ser uma causa para esta forma ocular nos olhos míopes.

Entre 1995 e 2003, na Califórnia, um estudo conduzido por Mutti *et al.*⁸⁵ intitulado de *Collaborative Longitudinal Evaluation of Ethnicity and Refractive Error (CLEERE) Study* analisou o comprimento axial, erro refrativo e refração periférica antes, durante e após o início da miopia. Participaram 605 crianças com idades entre os 6 e os 14 anos. Um erro refrativo negativo e uma refração periférica hipermetrópica são parâmetros que podem prever o aparecimento da miopia, mas apenas 2 a 4 anos antes do seu início, pois os sujeitos que se tornam míopes apresentam uma refração periférica mais hipermetrópica dois anos antes do desenvolvimento da miopia.

Cento e oitenta e sete crianças com idade média de 7,2 anos participaram no estudo *Peripheral Refraction in Preschool Children (PREP) Study*, que pretendia analisar a associação entre a refração periférica hipermetrópica com o desenvolvimento da miopia e a sua progressão, em Singapura. Sng *et al.*⁸⁶ chegaram à conclusão de que as crianças que se tornaram míopes desenvolveram uma refração periférica hipermetrópica no lado nasal e 30° temporal e as crianças que não apresentavam refrações miópicas tinham uma refração periférica miópica, no entanto, as diferenças entre as refrações centrais e periféricas foram pequenas, pelo que os autores não consideraram a refração periférica como um bom preditor para o aparecimento da miopia.

Smith III *et al.*⁸⁷ realizaram um estudo com o objetivo de perceber se o processo normal de emetropização dependia de uma fóvea intacta ou de erros miópicos induzidos por privação. Participaram quarenta e três macacos, com três semanas de vida. Obtiveram como principais resultados que a ablação da fóvea não impediu o desenvolvimento de miopia por privação e também que os animais que sofreram privação monocular desenvolveram anisometropias axiais miópicas. Isto prova que a retina periférica pode controlar a emetropização ou produzir erros refrativos.

Um estudo conduzido por Atchison *et al.*,⁸⁸ com a finalidade de entender a relação entre a miopia e a refração periférica hipermetrópica e como esta última difere no campo horizontal e vertical, em 116 sujeitos, com idades entre os 18 e os 35 anos, na Austrália, demonstrou que o campo visual horizontal é mais afetado pela miopia do que o campo visual vertical, pois nos míopes ocorre uma mudança na refração periférica no sentido da hipermetropia no campo visual horizontal, mas tal não acontece no campo visual vertical.

Em geral, a refração periférica hipermetrópica encontra-se associada à miopia e pode ser explicada pela forma prolata do olho míope.

2.5.11 Período de nascimento

Ao referirem-se ao período de nascimento, os autores pretendem estabelecer uma relação entre o erro refrativo e a presença ou não de luz nesse período, contudo nem todos eles se encontram de acordo com este assunto. Mandel *et al.*⁸⁹ publicaram um estudo onde averiguaram se existia alguma relação entre o período de nascimento e o desenvolvimento do erro refrativo da miopia. Participaram cerca de 276 911 jovens israelitas, com idades entre os 16 e os 22 anos. Concluíram os autores que a miopia estava associada ao nascimento em meses de Verão, mais concretamente consideraram uma maior prevalência desta ametropia na forma moderada (entre -3,00D e -5,99D) e severa (-6,00D ou pior), nos meses de junho e julho ao contrário da forma média (entre -0,75D e -2,99D) que não foi associada ao período de nascimento. Apesar de não ser ainda conhecida a razão para tal acontecer, ou seja, o mecanismo responsável, a exposição à luz natural durante o período perinatal poderá ser uma possível explicação. De modo semelhante, com o propósito de avaliar a associação entre a estação de nascimento e as horas de exposição à luz, McMahon *et al.*⁹⁰ numa avaliação feita a 74 459 sujeitos, com idades entre os 18 e os 100 anos, no Reino Unido, observaram que a miopia estava associada ao mês de nascimento, especificamente aos meses de Verão e de Outono, no entanto, ao contrário das conclusões do estudo de Mandel *et al.*⁸⁹ em que esta associação foi explicada pela exposição solar no período perinatal, neste estudo, a explicação poderá residir no peso ao nascimento.

Contrariamente a estes resultados, um estudo publicado por Vannas *et al.*,⁹¹ em que participaram 3 524 militares do género masculino, com idades médias de $19,2 \pm 1,2$ anos, na Finlândia, investigaram o efeito da luz na progressão da miopia. Confirmou que a miopia não estava associada ao mês de nascimento, sugerindo que a duração do período crítico para a influência do ciclo luz/escuro não pode ser medido em meses.

Embora este assunto esteja envolto em alguma controvérsia, alguns investigadores continuam a associar a miopia ao período de nascimento, sobretudo aos meses de Verão.

2.5.12 Luz durante a noite

Durante a noite pode existir a presença de diversos tipos de luzes, desde luzes de presença, luzes provenientes da rua (caso existam janelas no quarto), reflexos, entre outros. O erro refrativo é influenciado pelo modo como a luz faz a sua entrada nos olhos. Deste modo, torna-se

importante entender se existe alguma relação deste parâmetro com as ametropias, contudo nem todos os autores estão de acordo com este assunto. Quinn *et al.*,⁹² com o intuito de analisar a relação entre a miopia e a exposição de luz à noite, concluíram que a miopia estava muito relacionada com a exposição à luz durante o período noturno, nos dois primeiros anos de vida, num estudo que contou com a participação de 479 crianças com idades entre os 2 e os 16 anos, na Pensilvânia. Contudo, algumas limitações deste estudo não foram tidas em conta para explicar estes resultados tais como: a hereditariedade (filhos com pais míopes são mais propensos a desenvolver miopia); o poder socioeconómico (pode influenciar o facto de as crianças terem a presença ou não de luz durante a noite); e também não foi tido em consideração a presença de iluminação na rua, luz ambiente, entre outros.

Ademais, um artigo publicado por Chapell *et al.*,⁹³ que investigou a relação entre o aparecimento da miopia e a exposição a diferentes condições de iluminação durante o sono, incluiu 252 crianças (2-16 anos) e 217 adultos (17-40 anos). Aferiu que o grupo dos adultos teve maior risco de se tornar míope caso dormisse até duas horas, à noite, com uma luz de presença. O mesmo não se verificou nos que dormiam com outro tipo de luz como, por exemplo, luz do quarto ou do corredor acesa ou até mesmo na escuridão. No grupo de crianças não foram encontradas diferenças significativas entre o aparecimento da ametropia durante o sono com qualquer forma de iluminação, contudo mais investigação neste assunto é necessária.

Porém, num estudo conduzido por Saw *et al.*,⁹⁴ que investigou a relação entre a miopia e o trabalho de perto e luzes noturnas, participaram 957 crianças chinesas, com idades entre os 7 e os 9 anos. Demonstrou-se que a luz durante a noite não parece ter efeito no desenvolvimento da miopia alta, ou seja, os autores acreditam que este parâmetro não pode ser considerado um bom preditor no aparecimento da miopia em crianças chinesas. Consideraram como principais explicações o efeito da leitura na miopia e o efeito das luzes noturnas poder diferir nas crianças chinesas.

Com o objetivo de avaliar a relação entre a miopia e as luzes noturnas, Guggenheim *et al.*⁹⁵ conduziram um estudo, no Reino Unido, com 122 estudantes universitários, dos 18 aos 36 anos, e não encontraram evidências de uma relação entre a miopia e a luz durante o período noturno, ao contrário da genética, em que os autores consideraram ser um fator importante.

A luz durante o período noturno está associada, por alguns autores, à miopia, enquanto outros não encontram diferenças significativas entre a iluminação e esta ametropia. No entanto, as explicações para este facto ainda são muito limitadas.

2.5.13 Fatores alimentares

A alimentação é um processo extremamente importante para o ser humano manter intactas as suas funções vitais. No caso da visão, é pertinente entender se isto poderá influenciar o erro refrativo. Posto isto, os hábitos alimentares de 24 crianças que se tornaram míopes, com idades entre os 7 e os 10 anos, foram comparados com os de 68 que não desenvolveram miopia até aos 10 anos, por Edwards *et al.*,⁹⁶ com o fim de investigar a relação entre a nutrição e algumas medidas corporais, em Hong Kong. Constatou-se que os sujeitos com esta ametropia têm uma menor ingestão de diversos componentes alimentares: proteína, gordura, vitamina B1, B2 e C e colesterol, quando comparadas com as crianças que não apresentavam miopia. Apesar disso, os autores não encontraram evidências de que os míopes eram mais magros ou baixos e também que não estavam desnutridos.

Contrariamente, num estudo de Rudnicka *et al.*,⁹⁷ em que foram avaliadas 40 487 crianças britânicas com idades de 10-11 e de 15-16 anos, com o objetivo de analisar a relação entre a miopia e a nutrição infantil, educação parental, entre outros, não foi encontrada uma associação entre a alimentação infantil e o desenvolvimento visual, ou seja, apesar de a amamentação oferecer muitas vantagens, não parece influenciar o erro refrativo.

Também, Lim *et al.*⁹⁸ descobriram, a partir de um estudo realizado com o intuito de avaliar a associação entre a miopia e a nutrição, que a gordura saturada e o colesterol estão associados a maiores comprimentos axiais. No entanto, nenhum destes nutrientes surge associado ao equivalente esférico e diagnóstico de miopia em 851 crianças com uma idade média de 12,81 anos, em Singapura.

Por outro lado, Sham *et al.*⁹⁹ publicaram um artigo em que tinha como objetivo perceber se existia alguma relação entre o erro refrativo e a amamentação. Foram selecionadas 3 009 crianças chinesas com idades entre os 6 e os 72 meses. As constatações retiradas deste trabalho orientam para o facto de que a amamentação tem influência num erro refrativo mais hipermetrópico, pois as crianças que eram amamentadas tornaram-se mais resistentes ao

aparecimento de miopia juvenil devido aos constituintes do leite materno (ácidos gordos polinsaturados e anti-oxidantes) afetarem o desenvolvimento neural, da retina e do crescimento do olho no início da vida.

A alimentação de cada indivíduo, mais especificamente a falta de proteína ou certas vitaminas, e também a amamentação, pode influenciar o erro refrativo segundo resultados de alguns estudos. Contudo, nem todos os profissionais se encontram de acordo relativamente a este assunto.

2.5.14 Doenças oculares, sistémicas e síndrome de Down

2.5.14.1 Doenças oculares

Doenças oculares são patologias que podem estar presentes tanto na parte anterior como posterior do olho. A visão pode ser afetada por certas condições que posteriormente interferem com o erro refrativo, mais especificamente com a miopia. Gee *et al.*¹⁰⁰ avaliaram 79 pacientes com idades entre os 8 e os 83 anos, na Arábia Saudita, com a finalidade de perceber se existe alguma associação entre a miopia e opacidades corneais. Os pacientes foram divididos em três grupos: 1) indivíduos sem cicatrizes corneais; 2) indivíduos que apresentam cicatrizes numa das córneas; e 3) indivíduos com cicatrizes em ambas as córneas. Os olhos com cicatrizes na córnea apresentavam comprimentos axiais mais longos comparativamente aos olhos sem cicatrizes, pois alterações visuais provocam alterações no desenvolvimento do olho, levando a um crescimento do olho e consequente miopia.

Para perceber se existe uma associação entre a hemorragia vítrea e a miopia, Miller-Meeks *et al.*¹⁰¹ estudaram 11 crianças quer com historial desta condição quer tivessem sido submetidas a uma vitrectomia há menos de um ano. Desta análise, determinaram que a miopia está associada à ocorrência de uma hemorragia vítrea. Uma explicação para este acontecimento poderá ser o facto de a hemorragia vítrea atuar como um mecanismo de defesa para a privação visual (que pode causar o aparecimento da miopia).

O astigmatismo e a miopia foram associados a hemangiomas, num artigo publicado por Robb,¹⁰² onde avalia 37 crianças. Uma causa provável estará relacionada com a pressão.

2.5.14.2 Doenças sistêmicas

Por doenças sistêmicas entende-se as patologias que afetam vários órgãos ou tecidos do corpo humano. Deste modo, importa perceber a existência de uma associação entre a miopia e os pacientes diabéticos. Fledeluis,¹⁰³ avaliou 1 416 pacientes, com idades superiores a 16 anos no sentido de perceber se a miopia se está a tornar mais frequente, na Dinamarca, e se essa relação prevalece, contudo não encontrou explicação.

Rani *et al.*¹⁰⁴ avaliaram 1 414 pacientes diagnosticados com diabetes tipo 2 com idades superiores a 40 anos, na Índia, para descobrir a prevalência do erro refrativo e os seus fatores de risco. Para além da elevada prevalência de erros refrativos, nesta população, foi também observada uma associação entre a miopia e o astigmatismo e um pobre controlo glicémico. Por outro lado, Handa *et al.*,¹⁰⁵ com o objetivo de determinar a incidência da miopia em pacientes com diabetes *mellitus* tipo 1, descobriram uma maior prevalência da miopia em crianças com idades inferiores a 10 anos, com tipo 1, num total de 146 pacientes com idades até 21 anos, em Singapura, embora não encontrassem qualquer associação entre a miopia alta e o pobre controlo glicémico. Este aumento da miopia pode ser explicado pelo tratamento administrado pelos endocrinologistas para a obtenção de um melhor controlo glicémico.

2.5.14.3 Síndrome de Down

O síndrome de Down é uma doença genética que resulta da presença de uma terceira cópia do cromossoma 21. Os indivíduos portadores desta condição apresentam feições características e um atraso no desenvolvimento mental. Para além disto, são afetados por diversos defeitos visuais. Cregg *et al.*¹⁰⁶ investigou o desenvolvimento dos erros refrativos e do estrabismo em 98 crianças com Síndrome de Down examinadas a primeira vez com idades inferiores a dois anos. Da avaliação efetuada, percebeu-se que devido a uma falha no processo de emetropização, estas crianças apresentavam uma elevada prevalência de erros refrativos, entre eles, a hipermetropia e a miopia, com evidência do estrabismo. Esta elevada ocorrência de ametropias acontece devido a uma falha no processo de emetropização.

Com o objetivo de determinar a prevalência dos erros refrativos em crianças com Síndrome de Down, Woodhouse *et al.*¹⁰⁷ realizaram um estudo em 92 crianças, com idades entre os 4 meses e os 12 anos, do qual deduziram uma grande incidência de ametropias (miopia, hipermetropia, astigmatismo, anisometropia e sobretudo, estrabismo) nas crianças

com este síndrome em comparação com grupos de controlo com as mesmas idades. No entanto, os autores não associaram estes erros refrativos com a presença de patologias ou estrabismo.

Por outro lado, Ljubic *et al.*,¹⁰⁸ avaliaram 56 crianças e jovens adultos com Síndrome de Down, com idades entre os 2 e os 28 anos, na Macedónia, com o intuito de analisar a incidência dos erros refrativos nesta população. Foi observada uma proporção de ametropias similar a crianças com etnia asiática, sendo que o astigmatismo oblíquo foi o mais frequente, podendo ser causado pela pressão das pálpebras. No sentido de relacionar ainda a distribuição do erro refrativo em crianças com Síndrome de Down na infância e no início da adolescência, Al-Bagdady *et al.*¹⁰⁹ avaliaram 182 crianças nestas duas fases da vida (1-15 anos), no Reino Unido. Em média, todas apresentavam hipermetropia com um aumento do astigmatismo oblíquo com a idade. Os autores acreditam ter havido uma falha no processo de emetropização, daí a presença destas ametropias. Por outro lado, o astigmatismo oblíquo pode ser causado pelas córneas finas e pálpebras com fissuras oblíquas (características das crianças síndrome de Down).

A fim de determinar a frequência do erro refrativo, estrabismo e nistagmo, 170 crianças e adultos, com idades entre os 1 e os 34 anos e, com Síndrome de Down, foram avaliadas, na Macedónia e na Croácia, por Ljubic *et al.*,¹¹⁰ a partir dos quais se verificou que a ametropia mais frequente foi a hipermetropia e o astigmatismo oblíquo era o tipo mais comum, mais uma vez causado pela pressão das pálpebras e córneas finas. Não foi encontrada uma associação entre o erro refrativo e o estrabismo nestas crianças.

Horio *et al.*¹¹¹ publicaram um artigo em que avaliaram crianças japonesas com Síndrome de Down, durante 15 anos para determinar o erro refrativo. Os 416 sujeitos foram divididos em três grupos: grupo 1) 6 anos ou menos; grupo 2) entre os 7 e os 12 anos; e grupo 3) entre 13 e os 19 anos de idade, por forma a apurar uma relação entre o erro refrativo e a idade. Deste modo, os autores constataram uma mudança do erro refrativo no sentido miópico com a idade, sendo esta ametropia mais frequente no grupo 3 e isto resultou de um aumento do poder esférico. Também não foram notadas diferenças significativas entre os grupos em relação ao astigmatismo.

Resumidamente, o erro refrativo foi associado a doenças oculares como hemorragias vítreas e cicatrizes cornais; doenças sistémicas (diabetes) e ao síndrome de Down. Em todas

estas condições, a miopia foi o erro refrativo mais relacionado e o estrabismo foi fortemente associado ao síndrome de Down, resultado da pressão exercida pelas pálpebras e córneas finas.

2.5.15 Parâmetros do nascimento

O desenvolvimento fetal pode ser influenciado por qualquer fator ambiental. Para perceber se as características de um prematuro influenciam o erro refrativo, diversos investigadores dedicaram-se ao estudo de uma possível associação entre estes dois fatores. Com o objetivo de avaliar algum tipo de associação entre os parâmetros biométricos e a refração com o nascimento, foram observadas 1 413 crianças chinesas, com idades entre os 7 e os 9 anos, por Saw *et al.*¹¹² Os pacientes que nasceram com um maior comprimento, peso e tamanho de cabeça apresentavam maiores comprimentos axiais, câmaras vítreas mais profundas e maiores raios de curvatura, pois diferenças nos genes, saúde e nutrição materna influencia o crescimento de certas estruturas oculares devido à produção de moduladores químicos responsáveis pela sinalização da retina no útero. Contudo, não se observaram diferenças significativas na refração devido a uma compensação no aplanamento da córnea.

Quinn *et al.*¹¹³ publicaram um artigo onde reportaram a incidência da miopia em bebês prematuros com pesos menores a 1,251 g no nascimento. A refração foi obtida com cicloplégico aos 3 (2 916 olhos), 12 (2 626 olhos) e 24 (961 olhos) meses. Em cada uma destas idades, foi observada uma prevalência da miopia de cerca de 20%. Um aumento da severidade da retinopatia prematura e um baixo peso no nascimento foram apontados como preditores da miopia. A exposição extra-uterina pode afetar o metabolismo e desenvolvimento da retina, cristalino e segmento anterior do olho. Ainda assim, não é muito claro.

Em Sydney, uma leitura aos parâmetros oculares e à informação sobre a altura e o peso de 1 765 crianças, com 6 anos de idade, permitiu estabelecer uma relação entre o comprimento axial e o raio corneal com o tamanho no momento do nascimento, ao contrário da refração. Mais especificamente, Ojaimi *et al.*¹¹⁴ reportou que olhos mais pequenos são característicos de crianças mais pequenas ao nascimento, indicando que um crescimento intra-uterino saudável influencia o desenvolvimento normal do olho.

Daqui se depreende que certos parâmetros biométricos, como o comprimento axial e o raio corneal, estão combinados com o tamanho sem que haja diferenças significativas entre o erro refrativo e os parâmetros do nascimento.

2.5.16 Estado fórico, acomodação e LAG acomodativo

2.5.16.1 Estado fórico

Por definição, uma foria é a presença de um desvio latente dos olhos. Existem dois tipos: endoforia (olho desviado para dentro) e exoforia (olho desviado para fora). Com algumas controvérsias, este assunto tem sido cada vez mais discutido, principalmente em relação à miopia. Com vista a perceber se a miopia estava associada à endoforia, Chung *et al.*¹¹⁵ avaliaram 144 pacientes, com idades entre os 10 e os 39 anos, na Malásia. A endoforia foi fortemente associada à miopia.

Por oposição, Leone *et al.*,¹¹⁶ com o propósito de determinar a prevalência da heteroforia e os fatores de risco, associaram a miopia à exoforia, tanto para perto como para longe devido a uma baixa necessidade de acomodação; e a hipermetropia à endoforia devido a um maior esforço acomodativo, para uma distância de longe e perto, numa população de 4 093 crianças australianas, com idades de 6 e 12 anos.

2.5.16.2 Acomodação

A acomodação é o processo realizado pelo cristalino que consiste na contração ou relaxamento do mesmo para focar a imagem de um objeto. Como a acomodação influencia todo o processo visual, é relevante compreender se existe uma relação com o erro refrativo. Posto isto, com o objetivo de analisar a relação entre a acomodação e o erro refrativo, Allen *et al.*¹¹⁷ aferiram que os míopes, em média, apresentam uma amplitude de acomodação mais baixa comparada com os não míopes, com base no estudo de uma população de 64 jovens adultos, com idades entre os 18 e os 22 anos, em Inglaterra. Os míopes apresentam dificuldades acomodativas que podem contribuir para a degradação da imagem formada na retina, resultando assim numa maior progressão da miopia.

Também Gwiazda *et al.*¹¹⁸ publicaram um estudo com fim a analisar a relação entre resposta acomodativa e o erro refrativo, com 64 crianças, com idades entre os 5 e os 17 anos, nos Estados Unidos da América. Revelaram que pacientes míopes acomodam menos para objetos a uma curta distância comparativamente a crianças emétopes. No entanto, são necessários mais estudos para determinar se os defeitos na acomodação poderão ser um preditor para o aparecimento da miopia.

2.5.16.3 LAG acomodativo

O atraso acomodativo (LAG) é a resposta acomodativa insuficiente que o olho fornece quando existe um estímulo. Tratando-se de um componente da acomodação, mais uma vez é importante aferir se existe alguma relação com o erro refrativo. Nos Estados Unidos da América, Mutti *et al.*¹¹⁹ avaliaram 568 crianças, com idades entre os 6 e 15 anos, que se tornaram míopes; e 539, que eram emétopes, com o intuito de comparar o LAG acomodativo em pacientes antes, durante e após o começo da miopia com pacientes emétopes. Verificaram que os valores do LAG acomodativo eram superiores após o começo da miopia. Por outro lado, os autores consideraram que o aumento da desfocagem hipermetrópica (resultado do atraso acomodativo) poderá não ser uma causa, mas sim uma consequência da miopia.

Com resultados semelhantes, Schmid *et al.*¹²⁰ divulgaram, em 1998, a partir de um sumário de "*Differences in the accommodation stimulus response curves of adult myopes and emmetropes*" que 33 indivíduos com idades entre os 18 e os 31 anos, com uma progressão miópica, apresentavam valores de LAG superiores aos míopes com refrações estáveis e isso pode resultar num crescimento miópico do olho com vista a compensar os défices de acomodação.

Em suma, sujeitos míopes apresentam valores de LAG mais elevados e valores de amplitude de acomodação mais baixos. Por outro lado, em relação ao estado fórico, foi verificado que a endoforia estava associada à miopia.

2.6 Formas de compensação do erro refrativo

Quando existe algum tipo de ametropia é necessário corrigi-la de forma a se alcançar uma visão simples e nítida. A forma mais simples de o fazer é com a utilização de óculos graduados. No entanto, existe um grande número de pessoas que não os usam. Castanon Holguin *et al.*¹²¹ conduziram um estudo em 493 crianças com idades entre os 5 e os 18 anos, no México, e determinaram as principais razões para que estas não usassem os óculos que necessitavam: 1) o medo de serem gozados; 2) o esquecimento deles em casa. A perda dos óculos, a falta de necessidade ou até mesmo por desaprovação por parte dos pais, foram outras razões apontadas. Estas razões denunciam o desconhecimento do paciente, hoje em dia, relativamente a outras opções de tratamento, como a cirurgia refrativa e a utilização de lentes de contacto.

Chung *et al.*¹²² realizaram um estudo prospetivo de corte transversal, em 2014, para recolherem a opinião de diversos oftalmologistas acerca de diferentes métodos de cirurgia refrativa. Um grande número deles respondeu que estavam dispostos a submeter-se a estes procedimentos. Apesar desta disponibilidade, sabe-se que, nem sempre é viável os pacientes submeterem-se a uma cirurgia refrativa, pois podem não reunir as condições necessárias para a sua realização. Hori-Komai *et al.*¹²³ analisaram 2 784 pacientes, com idades entre os 14 e os 85 anos, no Japão, procurando determinar as razões para alguns indivíduos não serem candidatos a LASIK e PRK: alto astigmatismo e/ou alta miopia (maior que -12D); astigmatismo hipermetrópico e/ou hipermetropia, catarata, queratocone, e insuficiente espessura corneal.

A utilização de LC é cada vez mais uma opção de compensação do erro refrativo considerada pela população mundial. Morgan *et al.*¹²⁴ examinaram o crescimento do uso de LC de silicone-hidrogel, entre 2000 e 2008, em sete países: Austrália, Canadá, Holanda, Noruega, Reino Unido, Estados Unidos da América e Japão. Observaram um crescimento considerável na utilização destas lentes, pois que oferece ao paciente várias vantagens em comparação com os óculos: melhoraria da aparência; possibilidade de realização de diversos desportos; campo de visão melhorado, etc. Num estudo sobre a qualidade de vida pessoal e clínica, com a utilização de LC descartáveis, comparativamente à utilização de óculos, numa população de 113 jovens, com idades entre os 13 e os 19 anos, tornou-se evidente que as LC são uma opção viável para estes jovens e uma alternativa aos óculos.¹²⁵

Em síntese, sendo os óculos graduados uma opção sempre a considerar, hoje em dia, e com o avançar da tecnologia existem outros métodos também eficazes, como é o caso da cirurgia refrativa, que não sendo uma opção viável para todas as pessoas, é sempre algo a considerar e também as LC que tem aumentado a sua prevalência ao longo dos anos tanto numa população jovem como numa população adulta.

3. Hipóteses e objetivos do estudo

Hipóteses

- Um elevado número de alunos que ingressam no ensino superior necessitam de algum tipo de correção refrativa;
- A miopia é o erro refrativo mais comum entre uma população de jovens universitários;
- A miopia está associada a um aumento do comprimento axial;
- Nesta população, a curvatura corneal não varia significativamente entre diferentes grupos refrativos;
- A acuidade visual manifesta varia entre os diferentes grupos refrativos;
- A anisometropia é maior nos míopes do que nos emétopes e hipermetropes.

Objetivos

1. Efetuar uma análise descritiva dos componentes óticos e dimensionais do olho dos alunos que se inscrevem na Universidade do Minho, no ano letivo de 2017/2018;
2. Analisar a prevalência do erro refrativo numa população de alunos universitários;
3. Perceber as relações existentes entre o erro refrativo e os componentes óticos e dimensionais do olho e a acuidade visual espontânea;
4. Analisar os fatores intrínsecos e extrínsecos do paciente que condicionam a presença ou ausência de ametopias;
5. Determinar a frequência da anisometropia nos diferentes grupos refrativos.

4. Métodos e amostra

Este estudo foi aprovado pela Subcomissão de Ética para as Ciências da Vida e da Saúde da Universidade do Minho. Os objetivos deste projeto bem como os exames realizados foram explicados aos alunos participantes. Depois de estes assinarem um consentimento informado, foram iniciados os procedimentos pretendidos. (em anexo)

Neste capítulo, importa uma apresentação e reflexão sobre a amostra determinada para este estudo: os critérios de inclusão; a descrição pormenorizada de cada exame realizado, para a determinação dos resultados pretendidos e os materiais utilizados. Toda a reflexão será sustentada nos resultados estatísticos e na análise estatística dos mesmos.

4.1 Descrição da amostra

Este estudo foi realizado entre os dias 11 e 14 de setembro durante as inscrições dos alunos que entraram para a Universidade do Minho no ano letivo de 2017/2018, de acordo com os seguintes critérios de inclusão:

- Alunos que realizam a inscrição;
- Idades compreendidas entre 17-29 anos;
- Ausência de qualquer patologia ocular;
- Possibilidade de participar em todos os procedimentos.

A obtenção dos dados foi supervisionada por investigadores do Laboratório de Investigação em Optometria Clínica e Experimental (CEORLab).

4.2 Métodos utilizados e condições de exame

Numa primeira fase, procedeu-se à aplicação de um questionário para recolha de dados pessoais e hábitos visuais de cada sujeito. Na fase seguinte, decorrem exames não-invasivos, sem uso de cicloplégico, para obtenção dos valores do erro refrativo e dos componentes biométricos de cada olho. Cada indivíduo preenchia um questionário e os resultados de cada exame (estado refrativo, raios de curvatura, CA e AV) eram anotados numa folha de registo. Tanto o questionário como a folha de registo acompanhavam o aluno durante a rotina de exames. Nesse instante, este instrumento de registo foi codificado por forma a criar o anonimato.

4.2.1 Inquérito por questionário

Os inquéritos foram elaborados pelos membros do CEORLab e continham questões sobre os dados demográficos tais como género, data de nascimento, país, distrito de origem e distrito de residência e também questões sobre os hábitos visuais como a data da última consulta realizada, o uso de óculos, o local de prescrição, o tempo de utilização e o número de alterações da graduação, o uso de lentes de contacto (ou não) e o conhecimento de alguma doença ocular. (em anexo)

4.2.2 Erro refrativo

A avaliação do erro refrativo foi efetuada através do autorrefratómetro de campo aberto WAM5500 (Grand Seiko, Japão) sem instilação de cicloplégico. Segundo resultados de um estudo de Gwiazda *et al.*,¹²⁶ em que compararam a eficácia de três autorrefratómetros, dois deles de campo aberto e um de campo fechado, os valores da refração obtidos pelos autorrefratómetros de campo aberto eram mais positivos confrontados com os de campo fechado. Como valores mais hipermetrópicos do equivalente esférico significam menos variação da atividade acomodativa,¹²⁷ o uso deste instrumento, neste estudo, pode ser considerada uma boa opção. Para realização do exame, depois de ajustado o aparelho, o sujeito devia fixar a parede no fundo do corredor. Nesse momento, eram obtidas cerca de cinco medidas para cada olho individualmente e era anotado apenas o valor médio das medidas da esfera, do cilindro e do eixo.



Figura 4.1: Autorefractômetro de campo aberto WAM 5500 (Grand Seiko, Japão). Fonte: http://www.moingrupo.com/autorefractometro_queratometro_grand_seiko_WAM5500.html

Para uma caracterização mais simples do erro refrativo Thibos *et al.* desenvolveram três fórmulas matemáticas (Thibos LN, 2001):

$$M = \text{esfera} + \text{cilindro}/2$$

$$J_0 = (-\text{cilindro}/2) * \cos(2 * \text{eixo})$$

$$J_{45} = (-\text{cilindro}/2) * \text{sen}(2 * \text{eixo})$$

O valor M representa o equivalente esférico e é determinado a partir da soma da esfera com metade do cilindro. Os valores de J_0 e J_{45} representam a componente astigmática. O primeiro descreve as diferenças entre o meridiano vertical e horizontal. Quando o seu valor é positivo, revela-se o astigmatismo à regra; quando é negativo, identifica-se o astigmatismo contra-a-regra. O J_{45} permite conhecer o valor do astigmatismo oblíquo. O seu valor é positivo quando apresenta astigmatismos com o seu eixo a 45° ; e negativo para astigmatismos com o eixo a 135° .

A partir da primeira equação, o erro refrativo foi dividido em três grupos: miopia com valores de M inferiores ou iguais a $-0,50D$ ($M \leq -0,50D$); emetropia com valores entre $-0,50D$ e $+0,50D$ ($-0,50D < M < +0,50D$); hipermetropia com valores superiores ou iguais a $+0,50D$ ($M \geq +0,50D$); astigmatismo com valores de cilindro superiores ou iguais a $0,25D$ ($\geq 0,25D$); e

anisometropia com diferenças de valores entre os dois olhos iguais ou superiores a 1,00D. Estes valores foram ao encontro de alguns estudos feitos sem o uso de cicloplégico apresentados na revisão bibliográfica.

4.2.3 Raios de curvatura

Numa fase inicial, os valores dos raios de curvatura e do diâmetro pupilar foram determinados com o uso do topógrafo Medmont E300 (Victoria, Australia). Este instrumento foi utilizado nos primeiros oitenta alunos, contudo, devido a dificuldades técnicas, tornou-se inviável usá-lo daí o recurso ao IOL Master (Zeiss, Alemanha) para a realização das medidas dos raios de curvatura plano, curvo e eixo plano. Os alunos foram instruídos a fixar o ponto de fixação do aparelho (ponto de luz central) enquanto eram obtidas três medidas para cada olho. De seguida, era registada a média das medidas. Os valores do diâmetro pupilar determinaram-se através do autorrefratómetro.



Figura 4.2: Medmont E300 (Victoria, Australia). Fonte: <http://www.in2eyes.com.au/in2eyes-optometry/technology/>

4.2.4 Comprimento axial

Esta medida foi determinada usando o IOL Master (Zeiss, Alemanha) da mesma forma que foram obtidos os raios de curvatura: com o paciente a fixar o ponto de luz central, eram efetuadas três medições para cada olho. O resultado registado na folha de registos era o valor médio das três medidas.



Figura 4.3: IOL Master (Zeiss, Alemanha). Fonte: <https://www.smartvisioneyehospitals.com/technology>

4.2.5 Acuidade Visual

Com o auxílio de um oclisor, o estudante ocluía o olho esquerdo e, com uma lente solta de +0,25D, colocada em frente do olho direito, indicava a linha de letras com tamanho mais pequeno que conseguisse ler¹. O valor da AV foi considerado a última letra que o sujeito indicasse corretamente. Este valor era registado com ou sem correção tendo em conta o modo como o paciente se apresentava no exame. O mesmo procedimento era feito para o outro olho.

¹ Tabela de AV com escala LogMAR estava situada a 4 metros de distância em vez de 6 metros que é a distância que simula o infinito

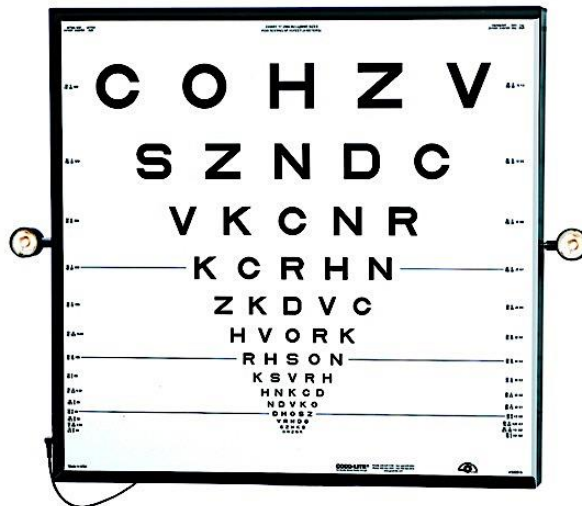


Figura 4.4: Tabela de AV LogMAR para VL. Fonte: <http://www.ecosem.es/sanidad/pruebas-diagnosticas-oftalmologicas>

4.3 Análise estatística

A análise estatística foi obtida por meio do programa estatístico SPSS, versão 25, de forma a analisar todos os resultados obtidos e testar as opções pretendidas neste trabalho. As informações obtidas foram organizadas numa base de dados projetada especificamente para este estudo.

4.3.1 Normalidade das variáveis e testes usados

Para o início de uma análise estatística é necessário testar a normalidade das variáveis em estudo, ou seja, verificar se estas seguem uma distribuição normal. Isto pode ser obtido com o teste de Kolmogorov-Smirnov. Se o *p-value* for superior a 0,05, conclui-se que as variáveis seguem o padrão de uma distribuição normal, caso contrário, é necessário utilizar testes não paramétricos.

Os testes não paramétricos são utilizados quando a amostra não apresenta uma distribuição normal. São capazes de avaliar amostras de grandes dimensões através da comparação do valor das medianas de variáveis nominais ou ordinais. Neste trabalho, os testes não paramétricos

utilizados foram o Kruskal-Wallis e Mann-Whitney, para amostras independentes; e o Wilcoxon, para amostras emparelhadas.

A análise estatística baseia-se no teste de uma hipótese a que denominamos de hipótese nula, H_0 . Quando o *p-value* é inferior a 0,05, conclui-se que o valor obtido é significativo ao nível de 5%. Neste caso, considera-se a existência de evidência para rejeição da H_0 .

4.3.2 Testes de correlação

O teste do Coeficiente de correlação ordinal de Spearman foi utilizado para avaliar a existência de uma relação linear entre duas variáveis. É um teste alternativo ao teste de Pearson, quando a amostra não segue o padrão de uma distribuição normal. Este parâmetro assume valores entre -1 e 1. O -1 significa que existe uma relação decrescente, ou seja, quando uma variável aumenta a outra diminui, ao contrário do valor 1 que significa que as duas variáveis aumentam de forma constante.

4.4 Caraterização da amostra

Neste estudo, participaram cerca de 846 indivíduos, dos quais 539 eram do sexo feminino e 307 do sexo masculino. Na figura 4.5, está representada a distribuição da amostra por género.

Distribuição por género

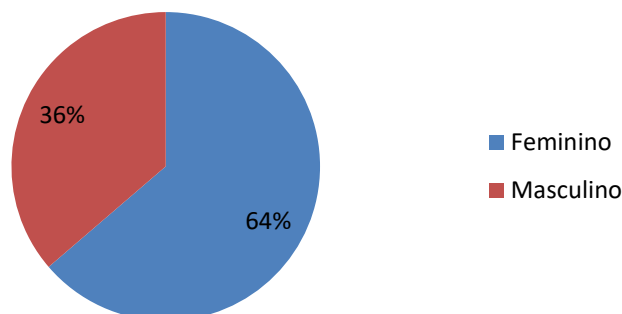


Figura 4.5: Distribuição da amostra por género.

A figura 4.6 representa a distribuição da população por idades. É possível verificar-se uma média de $18,71 \pm 1,30$ anos, variando os seus valores entre os 17 e os 29 anos de idade. A maioria dos alunos apresentava idades entre os 18 e os 20 anos, visto que muitos deles ingressam pela primeira vez no ensino superior.

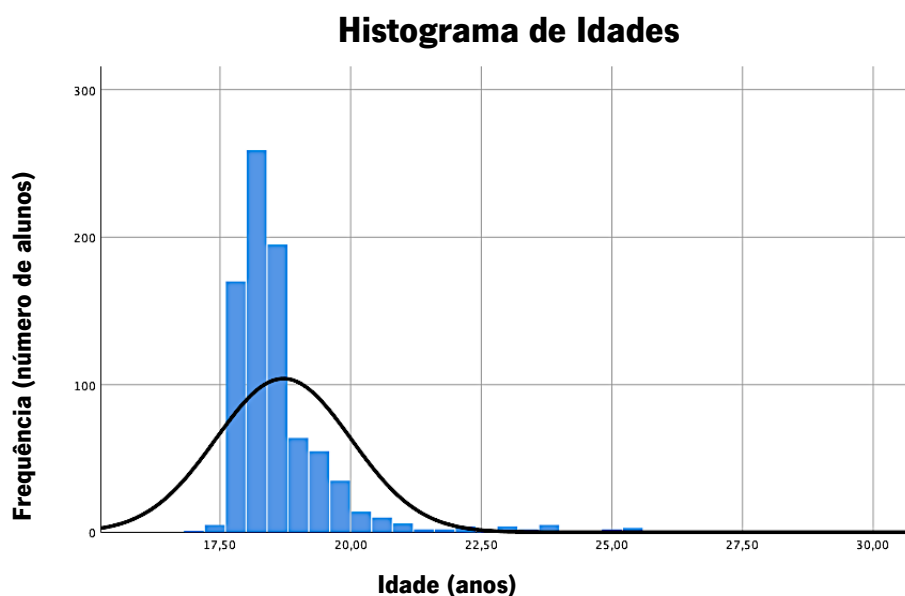


Figura 4.6: Distribuição das idades da amostra em estudo. A linha preta simula uma distribuição normal.

O distrito de nascimento destes alunos representa uma amostra muito variada. O distrito de Braga foi aquele que apresentou valores mais elevados (63,4%), seguido do Porto (16,7%) e Viana do Castelo (7,8%). Os restantes distritos apresentaram valores menos frequentes (figura 4.7).

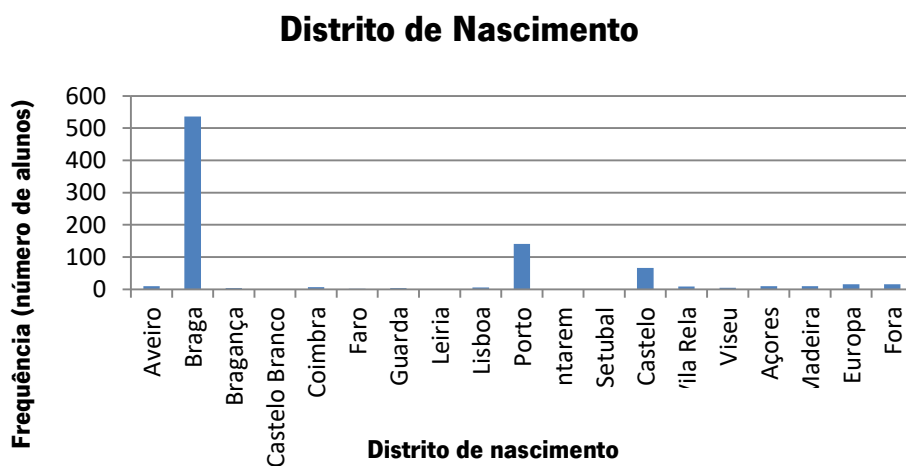


Figura 4.7: Distribuição da amostra por distrito de nascimento.

A figura 4.8 reflete os diversos distritos de residência. Os valores foram muito semelhantes aos referidos quanto ao distrito de nascimento. Destaca-se Braga, com uma maior taxa (68,7%), seguido do Porto (15,8%) e de Viana do Castelo (7,7%). As restantes regiões apresentaram taxas mais baixas.

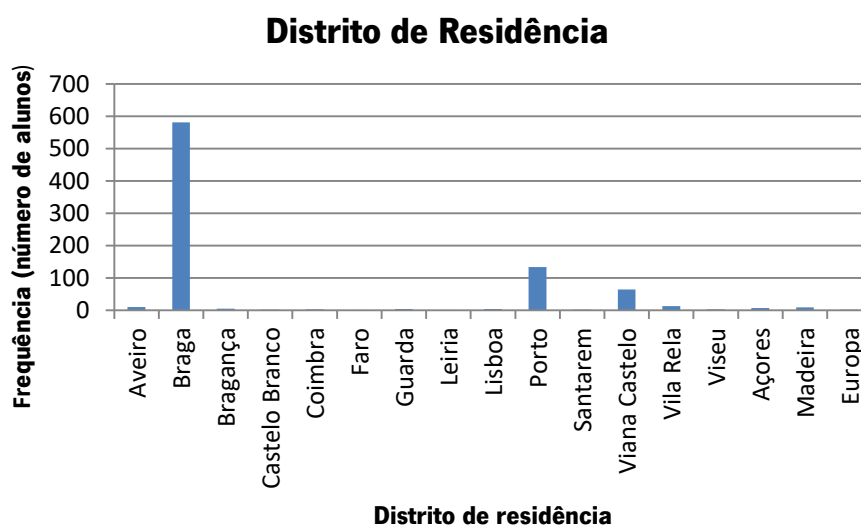


Fig.4.8: Distribuição da amostra por distrito de residência.

Como a figura 4.9 mostra, o país de origem dos sujeitos, de maior proveniência é Portugal (96,3%). Outros países da Europa também surgem representados, embora a Suíça seja aquele com uma maior taxa (1,2%). Existem ainda alunos de origem do continente americano, mais especificamente do Brasil (0,2%) e do Canadá (0,2%).

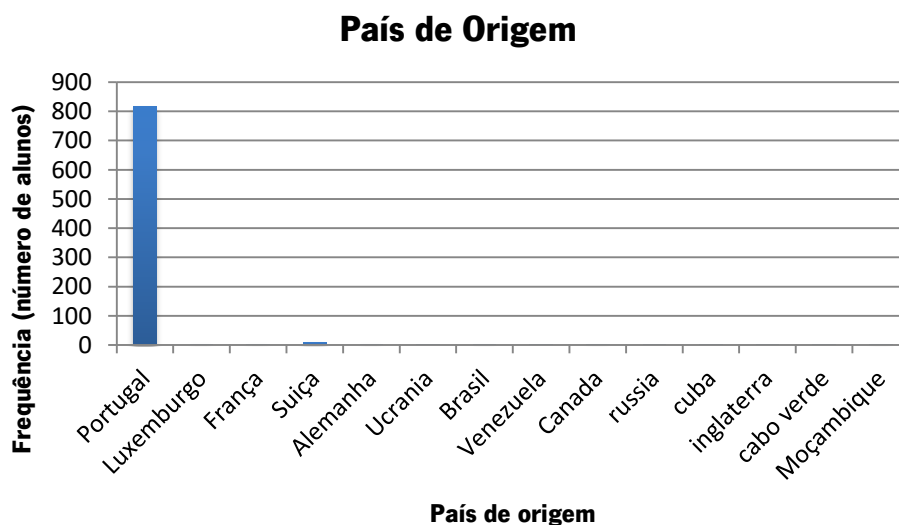


Figura 4.9: Distribuição da amostra por país de origem.

Em relação à necessidade de correção ótica, cerca de 360 estudantes referiram precisar de usar óculos; 422 não necessitam de usar óculos; e 64 respostas foram omissas (figura 4.10).

Necessidade de uso de óculos

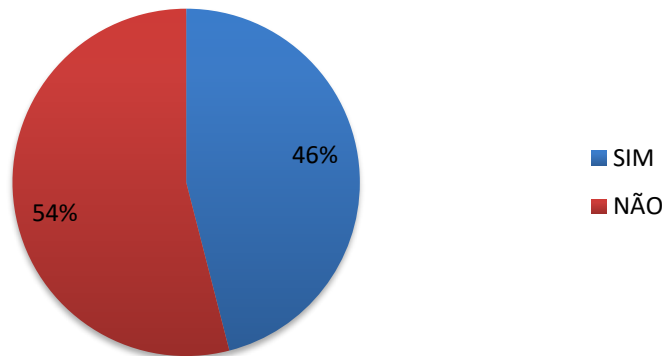


Figura 4.10: Distribuição da amostra por necessidade de uso de óculos para um total de 782 respostas. SIM: necessita de usar óculos; NÃO: não necessita de usar óculos.

A figura 4.11 indica os 360 alunos que referiram precisar de usar correção ótica; 90 responderam necessitar de usar sempre; 212 para longe; 29 para perto; e, por fim, 17 precisam de usar, mas não o fazem. Observaram-se 64 respostas omissas.



Figura 4.11: Tipos de resposta para a necessidade de uso de óculos para um total de 782 respostas. Não: não precisa de usar óculos; Sim: precisa de usar óculos; Sim, Longe: precisa de usar óculos para longe; Sim, Perto: precisa de usar óculos para perto; Sim, Sempre: precisa de usar óculos sempre; Sim, mas não usa: precisa de usar óculos, mas não usa.

Na figura 4.12 estão representadas as frequências relativas ao local onde foram prescritos os óculos destes alunos. Dos 846 alunos, 80 deles realizaram uma consulta no hospital; 113, numa ótica; e 232, numa clínica de oftalmologia. Obtiveram-se 421 respostas omissas, as quais representam o total de alunos que não necessitam de usar correção ótica.

Prescrição dos óculos

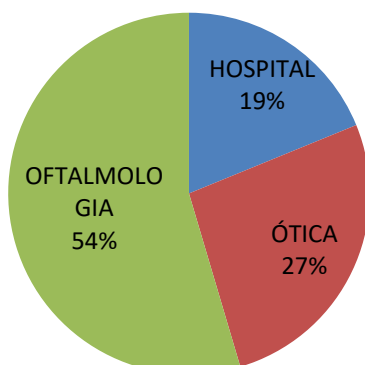


Figura 4.12: Local da consulta onde foi feita a prescrição dos óculos para um total de 425 respostas. OFTALMOLOGIA: consulta realizada numa clínica de oftalmologia; ÓTICA: consulta realizada numa ótica; HOSPITAL: consulta realizada no hospital.

No tocante à idade em que os sujeitos iniciaram o uso de óculos registou-se uma maior frequência de uso de correção ótica, a partir da idade dos 15 anos, o que seria expectável visto ser a idade onde os jovens despendem muito do seu tempo em tarefas de visão de perto, nomeadamente o uso de telemóvel. Existiram 429 respostas omissas (figura 4.13).

Idade de início de uso de óculos

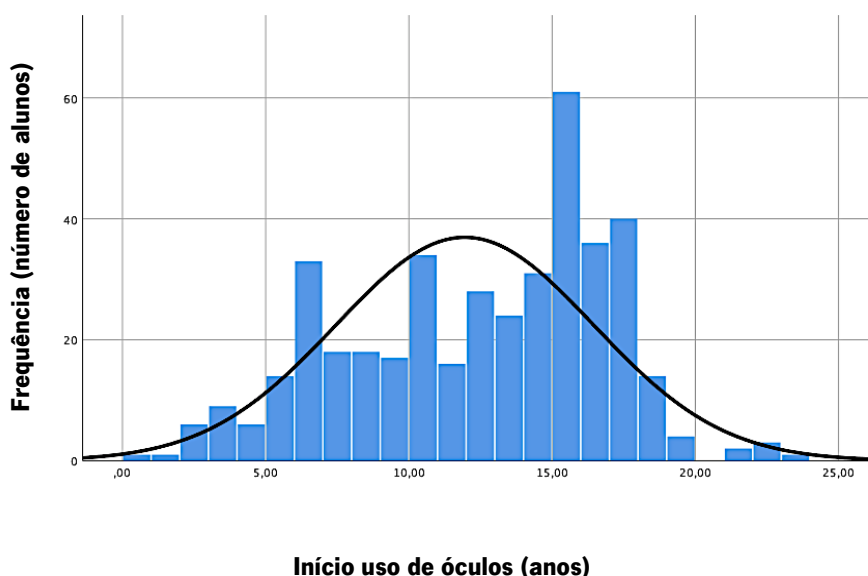


Figura 4.13: Distribuição das idades do início do uso de óculos para um total de 417 respostas. A linha preta simula uma distribuição normal.

Na figura 4.14, estão representadas as frequências absolutas acerca do tempo passado desde a última consulta visual feita. Em média, estes estudantes realizaram a última consulta visual há $2,19 \pm 2,30$ anos, variando os valores das respostas entre os 0 e 13 anos, com um total de 143 respostas omissas.

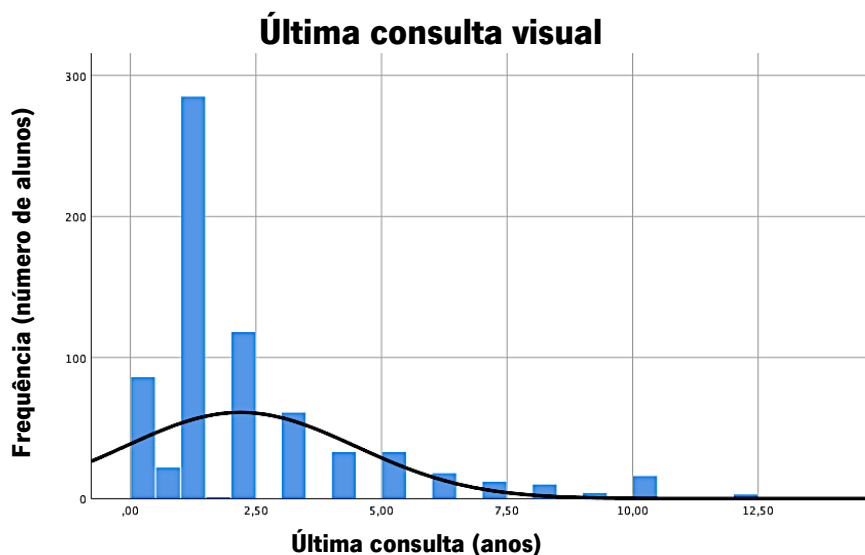


Figura 4.14: Distribuição dos anos passados desde a última consulta visual realizada para um total de 703 respostas. A linha preta simula uma distribuição normal.

Em termos de uso de lentes de contacto, cerca de 113 alunos referiram usá-las (14%) e 722 não usam (86%). Existiram 11 respostas omissas (figura 4.15).

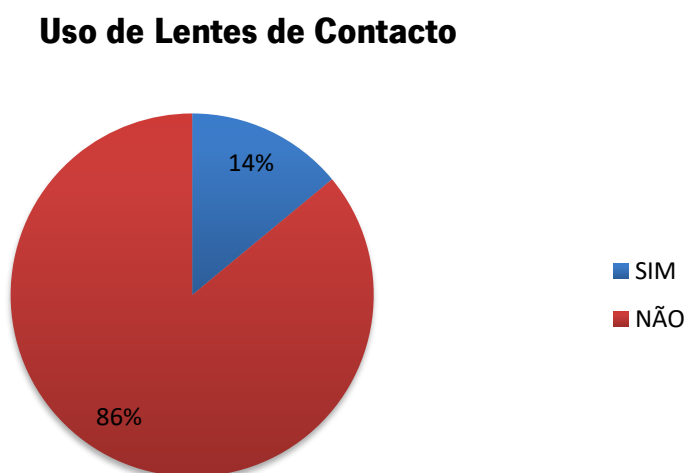


Figura 4.15: Distribuição das respostas dos alunos para o uso de LC para um total de 835 respostas. SIM: usa LC; NÃO: não usa LC;

Para entender as razões do não uso de lentes de contacto, no questionário, foram apontadas quatro razões para o sujeito escolher. Dos 722 alunos que referiram não usar lentes de contacto, 565 responderam não precisar, 88 não gostam, 20 não podem usar e 49 não se adaptam. Obtiveram-se 124 respostas omissas (figura 4.16).

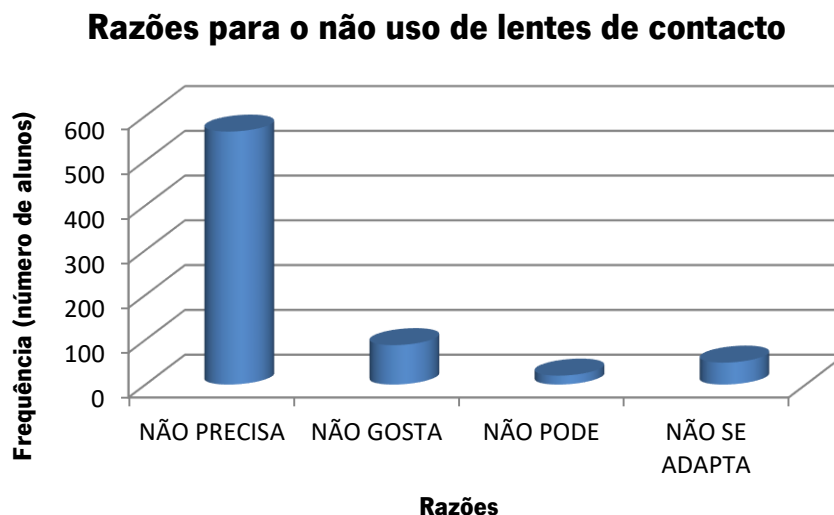


Figura 4.16: Razões para o não uso de lentes de contacto para um total de 722 respostas.

5. Resultados obtidos

Os resultados obtidos durante a realização dos exames e a sua análise estatística serão expostos da seguinte forma: Primeiramente, serão apresentados os resultados relativos à prevalência do erro refrativo e orientação do astigmatismo; de seguida, os resultados relativos aos parâmetros biométricos, nomeadamente o comprimento axial; e, por fim, a acuidade visual. Estes mesmos valores surgem comparados entre os dois olhos, géneros, faixas etárias e, finalmente, entre três grupos refrativos.

5.1 Dados da população em estudo

5.1.1 Prevalência do erro refrativo

Na figura 5.1 estão representadas as prevalências das diferentes ametropias. A observação específica por ametropia respetivamente para o OD e OE, revelou valores para a emetropia de

55,2% e 51,2% ($-0,50D < M < +0,50D$), para a miopia ($M \leq -0,50D$) de 29,2% e 27,2% e para a hipermetropia ($M \geq +0,50D$) de 15,6% e 21,6%. Quando é observado o OD e OE separadamente é possível visualizar que os valores do OD são mais positivos nos hipermetropes que os valores do OE. Contudo, não podemos afirmar que o OD é mais hipermetrope que o OE pois o OD foi sempre o primeiro a ser avaliado e quando se pretende analisar o segundo olho, a acomodação relaxa e por isso se obtém esse valor mais hipermétropico.

Para a apresentação dos seguintes resultados foi apenas considerada a prevalência do erro refrativo do olho direito.

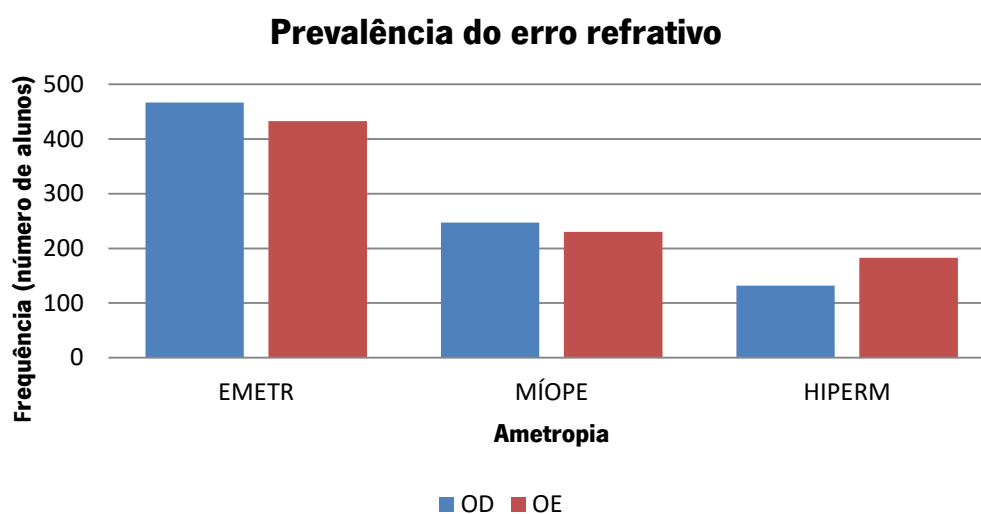


Figura 5.1: Prevalência do erro refrativo no olho direito e olho esquerdo. EMETR: Emétropes; MÍOPE: Miopes; HIPERM: Hipermetropes.

A análise dos valores para os sujeitos que apresentavam astigmatismo superior a 0,25D cifrou-se em valores de prevalência de 88,9%. A observação detalhada por orientação do astigmatismo, respetivamente para o OD e OE, mostrou, para o astigmatismo à regra, valores de 81,4% e 82,2%; para astigmatismo oblíquo, valores de 4,6% e 3,9%; e para o astigmatismo contra-regra, valores de 2,8% e 3,3%. A frequência destes resultados pode ser observada na figura 5.2. Na análise desta questão nos inquéritos verificou-se um total de respostas omissas de 94 para o OD e 90 para o OE.

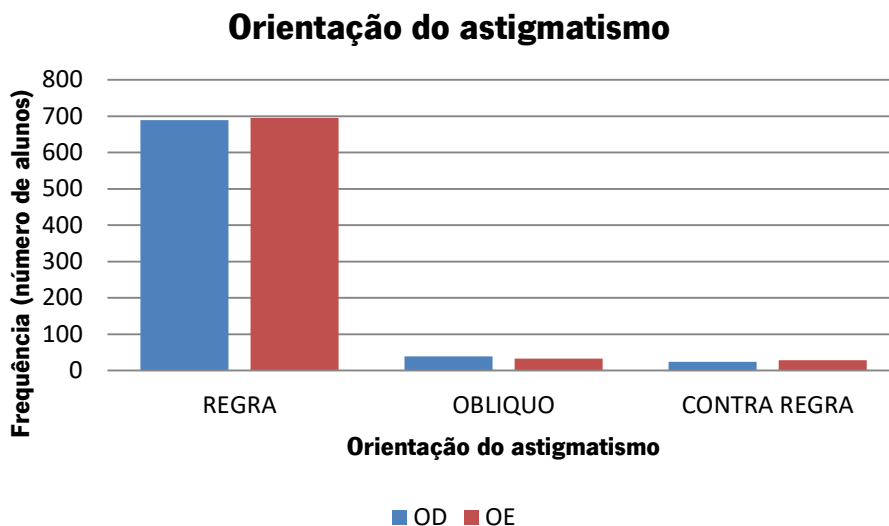


Figura 5.2: Prevalência das diferentes orientações do astigmatismo no olho direito e olho esquerdo para um total de 752 resultados do OD e 756 resultados do OE.

5.1.2 Análise descritiva dos parâmetros biométricos

O comprimento axial foi um dos parâmetros biométricos avaliados, apesar de apenas considerado o valor do OD para obtenção de resultados. O comprimento axial configurou um valor médio de $23,75 \pm 1,06$ mm, conquanto atinja um valor mínimo de 20,68 mm e um valor máximo de 30,00 mm (figura 5.3).

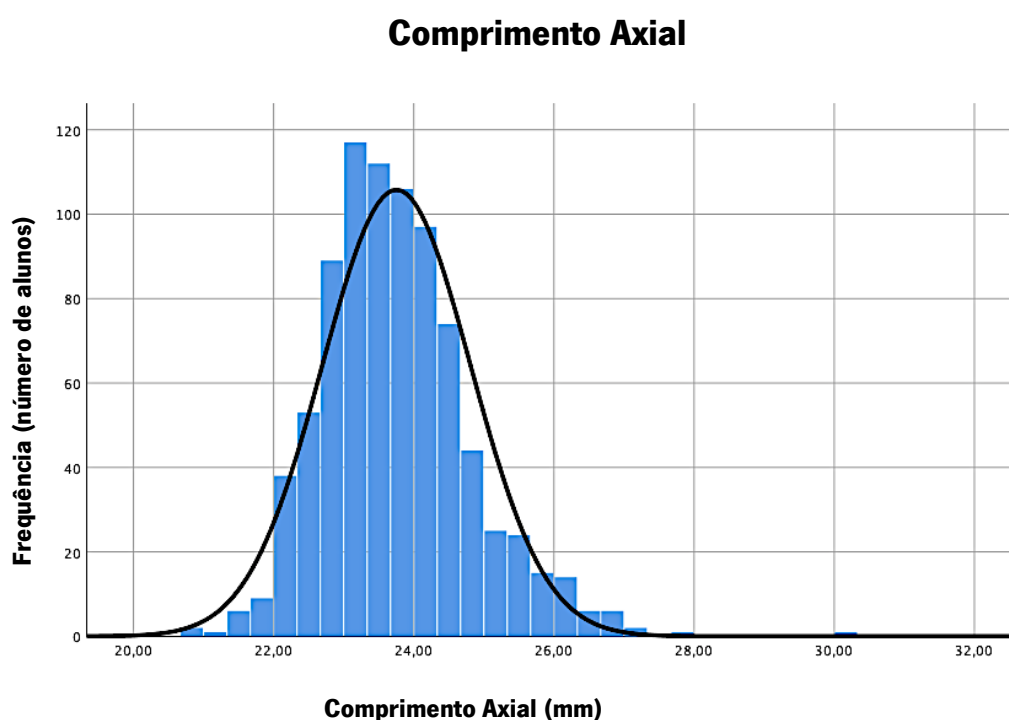


Figura 5.3: Distribuição dos valores de CA da amostra. A linha preta simula uma distribuição normal.

5.1.3 Acuidade Visual

A avaliação da acuidade visual procedeu-se a uma distância de 4 metros em escala LogMAR. Como pode ser visto na figura 5.4, os seus valores variam: um valor mínimo de -0,18 e um valor máximo de 1,00, o que perfaz um valor médio de $0,17 \pm 0,21$.

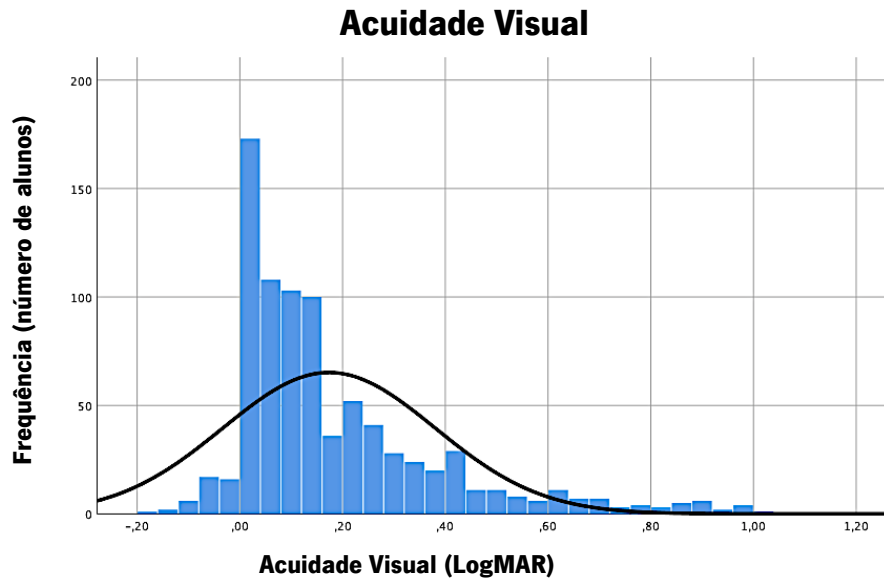


Figura 5.4: Distribuição dos valores de AV da amostra. A linha preta simula uma distribuição normal.

A relação entre o equivalente esférico e a AV revela uma grande variedade de valores (figura 5.5). A maioria dos valores da AV está concentrada em valores de equivalentes esféricos de 0 que é característico da emetropia. Por outro lado, estes valores são mais baixos para refrações negativas.

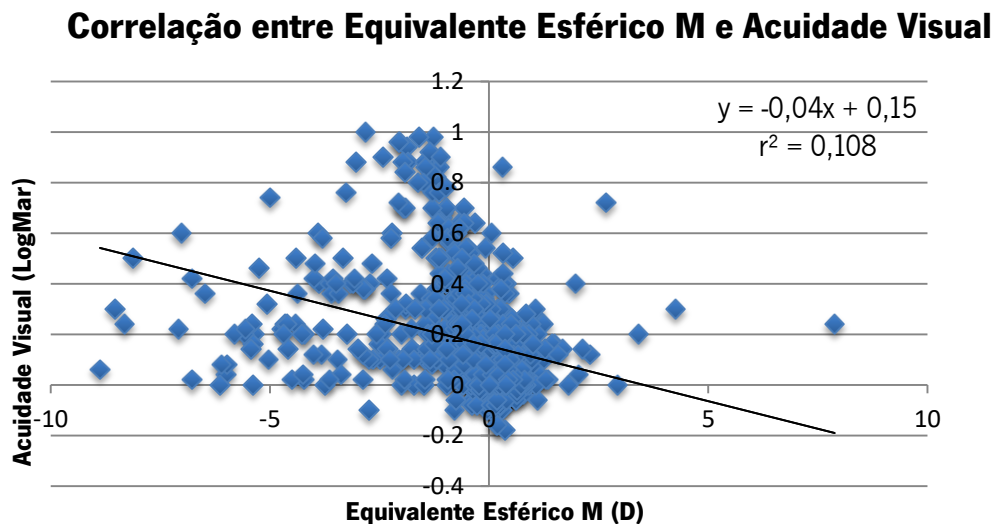


Figura 5.5: Correlação entre SE e AV.

5.2 Comparação de parâmetros entre o OD e OE

A tabela 5.1 reúne os valores de diversos componentes para o olho direito e olho esquerdo. Apenas os valores do raio de curvatura plano e componente J_{45} contém um valor de *p-value* superior a 0,05. Isto significa que não são diferenças estatisticamente significativas, pois que, a serem-no, não poderiam ser consideradas clinicamente significativas, por não causarem impacto na refração.

Tabela 5.1: Valores médios e DP dos diferentes componentes, a respetiva diferença entre eles e a significância estatística na comparação entre OD e OE

	OD	OE	Diferença	<i>p-value</i>
Raio plano (mm)	7,92 ± 0,30	7,92 ± 0,30	0,01 ± 0,09	0,289
Raio curvo (mm)	7,73 ± 0,31	7,71 ± 0,31	0,02 ± 0,11	<0,001
ESF (D)	-0,15 ± 1,50	-0,05 ± 1,55	-0,09 ± 0,76	<0,001
CIL (D)	-0,58 ± 0,65	-0,62 ± 0,68	0,04 ± 0,54	0,003
M (D)	-0,44 ± 1,55	-0,36 ± 1,64	-0,08 ± 0,77	<0,001
J_0 (D)	0,13 ± 0,33	0,19 ± 0,36	-0,06 ± 0,30	<0,001
J_{45} (D)	0,03 ± 0,25	0,02 ± 0,20	0,01 ± 0,39	0,237
CA (mm)	23,75 ± 1,06	23,72 ± 1,06	0,03 ± 0,26	<0,001
AV (LogMAR)	0,17 ± 0,21	0,16 ± 0,20	0,01 ± 0,14	0,003

O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparar as duas variáveis.

Os valores de *p-value* colocados a negrito indicam ser estatisticamente significativos.

Face às diferenças nos valores da refração entre o OD e OE torna-se relevante saber a sua prevalência, daí a relevância do estudo/análise da anisometropia (figura 5.6).

Num total de 846 alunos avaliados, 63 deles são detentores de anisometropia (7,4%) (diferença entre o equivalente esférico nos dois olhos superior ou igual a 1D).

Prevalência da anisometropia

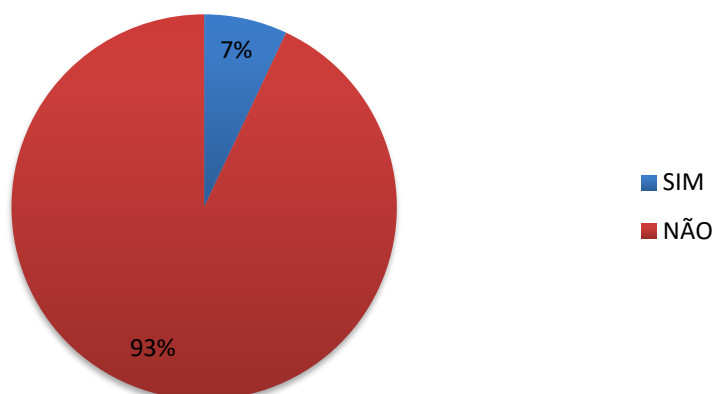


Figura 5.6: Prevalência da anisometropia igual ou superior a 1D. SIM: apresenta anisometropia; NÃO: não apresenta anisometropia para a condição estabelecida.

A análise por grupos refrativos (considerando a divisão pelo OD) consta na tabela 5.2. A análise da mesma mostra-nos que no grupo míope, 15% apresentam anisometropias superiores ou iguais a 1D. Este valor diminui para 10% nos hipermetropes e apenas 3% nos emétopes.

Tabela 5.2: Prevalência da anisometropia por grupo refrativo

Anisometropia	Míopes	Emétopes	Hipermetropes
Não	211 (24,9%)	453 (53,5%)	119 (14,1%)
Sim	36 (4,3%)	14 (1,7%)	13 (1,5%)

A prevalência das diferenças no SE, com distintos pontos de corte, revelou que mais de 80% destes alunos oscilam no equivalente esférico entre os dois olhos inferiores a 1D. Por outro lado, cerca de 5% deles possui diferenças entre 1 e 2D; e apenas 1,8% indica diferenças superiores a 2D (figura 5.7).

Diferenças de Equivalente Esférico entre os dois olhos

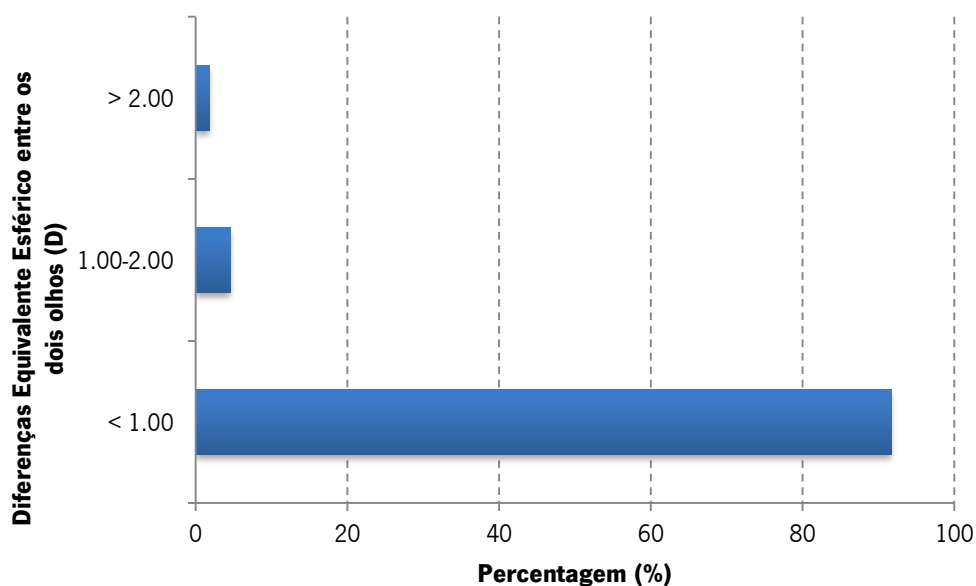


Figura 5.7: Prevalência das diferenças no SE com diferentes pontos de corte.

Em relação às diferenças de AV existentes entre os dois olhos, a partir da figura 5.8, constata-se que aproximadamente 70% desta população apresenta diferenças de AV de mais ou menos 0.10 em escala LogMAR. Esta circunstância corresponde a uma linha de diferença, por oposição aos 5% da população na qual se observam diferenças superiores a 0.3 reveladoras de três linhas de diferença.

Diferenças de Acuidade Visual entre os dois olhos

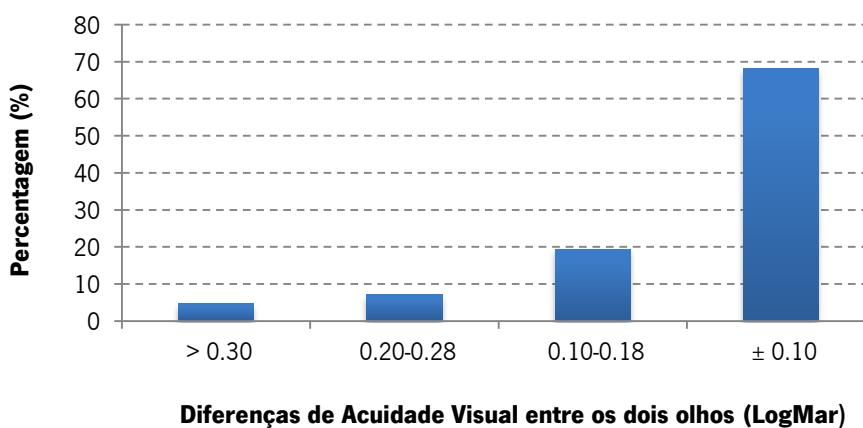


Figura 5.8: Diferenças de AV entre os dois olhos.

5.3 Comparação de parâmetros entre géneros

Na tabela 5.3, estão descritos os resultados dos diferentes parâmetros avaliados entre os dois géneros: os valores da esfera, cilindro, M e componente J_{45} apresentaram um *p-value* superior a 0,05, o que revela não haver diferenças estatisticamente significativas, já que, em média, as mulheres possuem raios de curvatura mais curvos e refrações mais miópicas. Em relação ao parâmetro J_0 , de valores positivos para ambos os géneros, reflete a prevalência do astigmatismo à regra.

O comprimento axial diferencia-se entre os dois géneros de $0,50 \pm 0,07$ mm, colocando os valores mais elevados nos homens, ou seja, em média o género masculino apresenta olhos mais longos comparados com os das mulheres. De outro modo, na AV, os valores mais baixos remetem para o género feminino. Uma diferença de apenas 0,04 em escala LogMAR, que corresponde a duas letras de diferença, não pode ser considerada clinicamente significativa. Apenas os valores do OD foram considerados.

Tabela 5.3: Valores médios e DP dos diferentes componentes, a respetiva diferença entre eles e a significância estatística entre os dois géneros

	Feminino (539 alunas)	Masculino (307 alunos)	Diferença	<i>p-value</i>
Raio plano (mm)	7,88 ± 0,29	8,01 ± 0,30	0,13 ± 0,02	<0,001
Raio curvo (mm)	7,68 ± 0,30	7,81 ± 0,31	0,13 ± 0,02	<0,001
ESF (D)	-0,16 ± 1,42	-0,12 ± 1,64	0,04 ± 0,11	0,487
CIL (D)	-0,56 ± 0,56	-0,61 ± 0,78	-0,05 ± 0,05	0,679
M (D)	-0,45 ± 1,47	-0,43 ± 1,70	0,02 ± 0,11	0,606
J_0 (D)	0,11 ± 0,31	0,17 ± 0,36	0,06 ± 0,02	0,008
J_{45} (D)	0,02 ± 0,22	0,05 ± 0,29	0,03 ± 0,02	0,690
CA (mm)	23,57 ± 1,04	24,07 ± 1,02	0,50 ± 0,07	<0,001
AV (LogMAR)	0,19 ± 0,21	0,15 ± 0,20	-0,04 ± 0,01	0,006

O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar as duas variáveis.
Os valores de *p-value* colocados a negrito indicam ser estatisticamente significativos.

Compreender a necessidade de os estudantes usarem óculos, foi uma preocupação deste estudo. De acordo com os questionários, e em caso de resposta positiva, procurou-se saber, ainda, em que alturas o faziam. As respostas negativas sobressaiem: 178 para as raparigas e 244 para os rapazes. Por outro lado, de todas as respostas positivas, “Sim, Longe” foi aquela que teve maior persistência (figura 5.9).

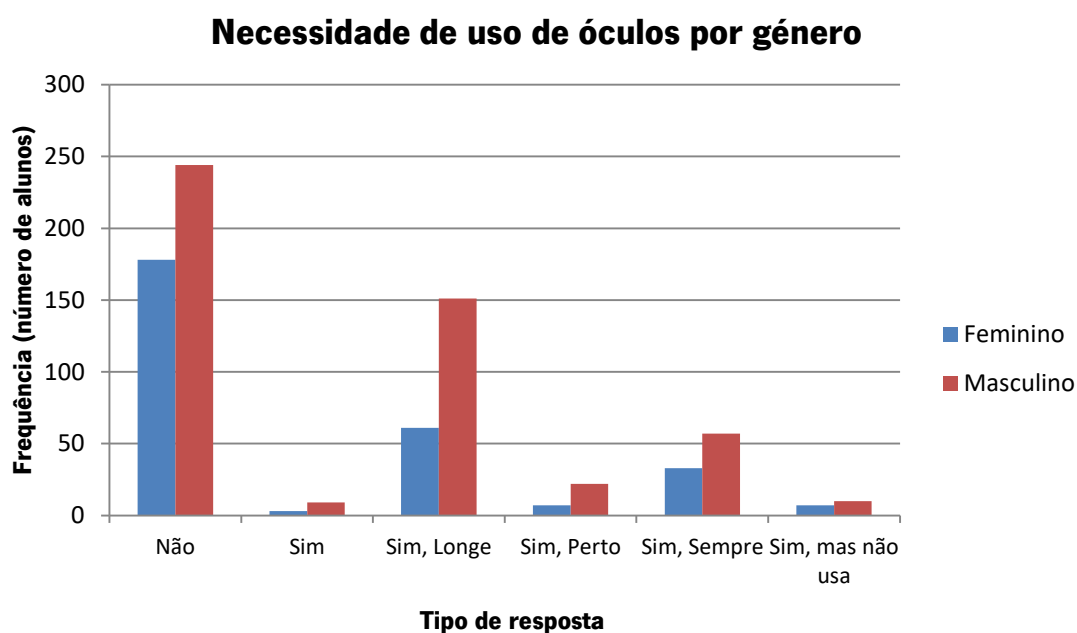


Figura 5.9: Tipos de respostas para a necessidade de uso de óculos por género. Não: não precisa de usar óculos; Sim: precisa de usar óculos; Sim, Longe: precisa de usar óculos para longe; Sim, Perto: precisa de usar óculos para perto; Sim, Sempre: precisa de usar óculos sempre; Sim, mas não usa: precisa de usar óculos, mas não usa.

5.4 Comparação de parâmetros por faixa etária

A amostra foi dividida em duas faixas etárias: dos 17 aos 19 anos e dos 20 aos 29 anos de idade, para se perceber a existência de diferenças nos parâmetros avaliados (tabela 5.4). De referir ainda que estes dois grupos de faixas etárias foram escolhidos de forma a constituírem um número de alunos semelhante em cada grupo, contudo como a idade média desta amostra foi de 19 anos é de esperar que o grupo formado por alunos com idades mais jovens seja aquele com maior número. Estatisticamente significativas, importam apenas as que se diferenciam nos valores dos raios de curvatura, tanto no plano como no curvo, e também, no comprimento axial. Em média, os indivíduos mais velhos detinham raios de curvatura mais curvos e valores de comprimentos axiais mais pequenos. Foram avaliados os valores do OD.

Tabela 5.4: Valores médios e DP dos diferentes componentes, a respetiva diferença entre eles e a significância estatística por faixa etária

	17-19 anos (669 alunos)	20-29 anos (177 alunos)	Diferença	<i>p-value</i>
Raio plano (mm)	7,94 ± 0,30	7,86 ± 0,31	0,08 ± 0,03	0,002
Raio curvo (mm)	7,75 ± 0,31	7,66 ± 0,32	0,09 ± 0,03	0,002
ESF (D)	-0,17 ± 1,46	-0,07 ± 1,67	0,10 ± 0,14	0,204
CIL (D)	-0,56 ± 0,58	-0,65 ± 0,84	-0,09 ± 0,07	0,603
M (D)	-0,38 ± 1,60	-0,30 ± 1,75	0,08 ± 0,15	0,149
J₀ (D)	0,12 ± 0,29	0,17 ± 0,44	0,05 ± 0,05	0,253
J₄₅ (D)	0,02 ± 0,25	0,05 ± 0,24	0,03 ± 0,02	0,065
CA (mm)	23,80 ± 1,07	23,57 ± 1,01	-0,23 ± 0,09	0,023
AV (LogMAR)	0,17 ± 0,21	0,18 ± 0,21	0,01 ± 0,02	0,538

O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar as duas variáveis.

Os valores de *p-value* colocados a negrito indicam ser estatisticamente significativos.

5.5 Comparação de parâmetros entre grupos refrativos

A tabela 5.5 expõe a relação entre os grupos refrativos (miópes, emétopes e hipermetropes) e os restantes componentes. Os valores do equivalente esférico M; componentes do astigmatismo J_0 e J_{45} ; CA; e AV apresentaram um *p-value* inferior a 0,05, são, por isso, diferenças estatisticamente relevantes. Como seria de prever, os valores da esfera e M são muito diferentes entre os três grupos. Os miópes têm valores de CA mais longos e AV mais baixos. Somente os valores do OD foram considerados.

Tabela 5.5: Valores médios e DP dos diferentes componentes e a significância estatística entre os grupos refrativos

	Miópes (247 alunos)	Emétopes (467 alunos)	Hipermetropes (132 alunos)	<i>p-value</i>
Raio plano (mm)	7,91 ± 0,31	7,93 ± 0,29	7,92 ± 0,32	0,521
Raio curvo (mm)	7,69 ± 0,32	7,75 ± 0,30	7,72 ± 0,33	0,088
ESF (D)	-1,78 ± 1,72	0,32 ± 0,32	1,23 ± 0,96	<0,001
CIL (D)	-0,79 ± 0,93	-0,48 ± 0,43	-0,55 ± 0,56	<0,001
M (D)	-2,17 ± 1,80	0,08 ± 0,27	0,96 ± 0,82	<0,001
J_0 (D)	0,20 ± 0,45	0,09 ± 0,25	0,12 ± 0,29	0,044
J_{45} (D)	0,07 ± 0,35	0,01 ± 0,18	0,03 ± 0,23	0,044
CA (mm)	24,43 ± 1,01	23,60 ± 0,93	23,00 ± 0,86	<0,001
AV (LogMAR)	0,35 ± 0,26	0,11 ± 0,13	0,09 ± 0,11	<0,001

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar as duas variáveis.

Os valores de *p-value* colocados a negrito indicam ser estatisticamente significativos.

Na figura 5.10, está representada a correlação entre o comprimento axial e o equivalente esférico M. Os valores de miopia mais elevados são indicativos de comprimentos axiais mais longos em comparação com hipermetropias mais altas que revelam valores de comprimento axiais mais baixos. Os alunos que foram avaliados com lentes de contacto colocadas, na altura, foram excluídos deste gráfico para se obter resultados mais realistas.

Correlação entre Equivalente Esférico M e Comprimento Axial

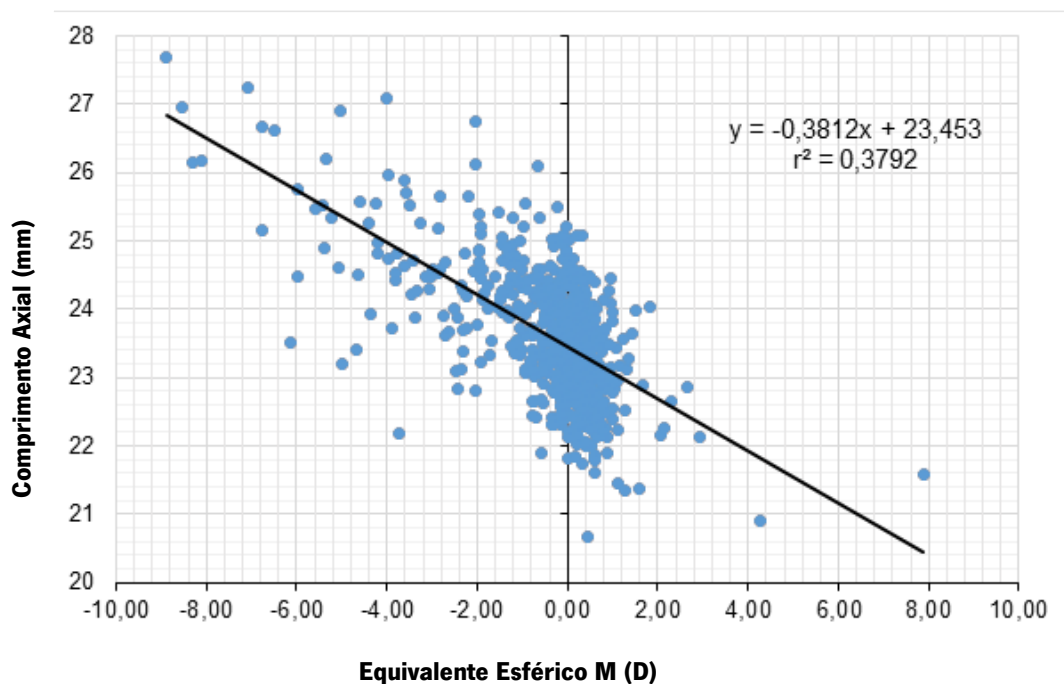


Figura 5.10: Correlação entre o Comprimento Axial e Equivalente Esférico M.

Da globalidade dos respondentes, mais de 100 alunos míopes afirmaram não poder dispensar o uso de óculos para longe; 18 emétopes responderam precisar de usar óculos para perto; e 12 alunos emétopes referiram precisar de usar óculos, contudo não os usavam. Mais uma vez, os indivíduos com miopia são os que tendem para uma resposta positiva relativamente à dependência do uso dos óculos.

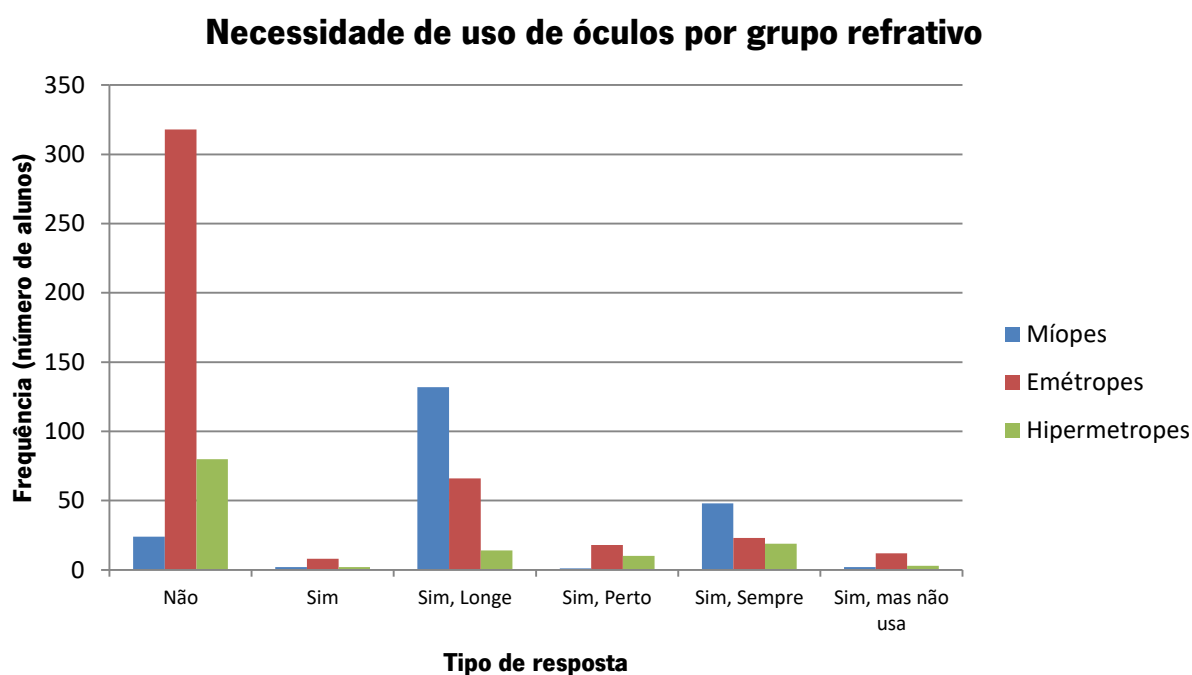


Figura 5.11: Tipo de respostas dadas pelos alunos por grupos refrativos. Não: não precisa de usar óculos; Sim: precisa de usar óculos; Sim, Longe: precisa de usar óculos para longe; Sim, Perto: precisa de usar óculos para perto; Sim, Sempre: precisa de usar óculos sempre; Sim, mas não usa: precisa de usar óculos, mas não usa.

5.6 Rácio CA/RC

Para valores de miopia mais elevados, o rácio CA/RC apresenta valores superiores a 3; para a hipermetropia, com valores mais altos, aponta para valores inferiores a 3. (figura 5.12)

Com um valor máximo e mínimo de 3,95 e 2,59, respetivamente, o rácio indica um valor médio de $3,03 \pm 0,11$, ou seja, um valor muito próximo de 3, característico de sujeitos emétopes.

Correlação entre Equivalente Esférico M e Rácio CA/RC

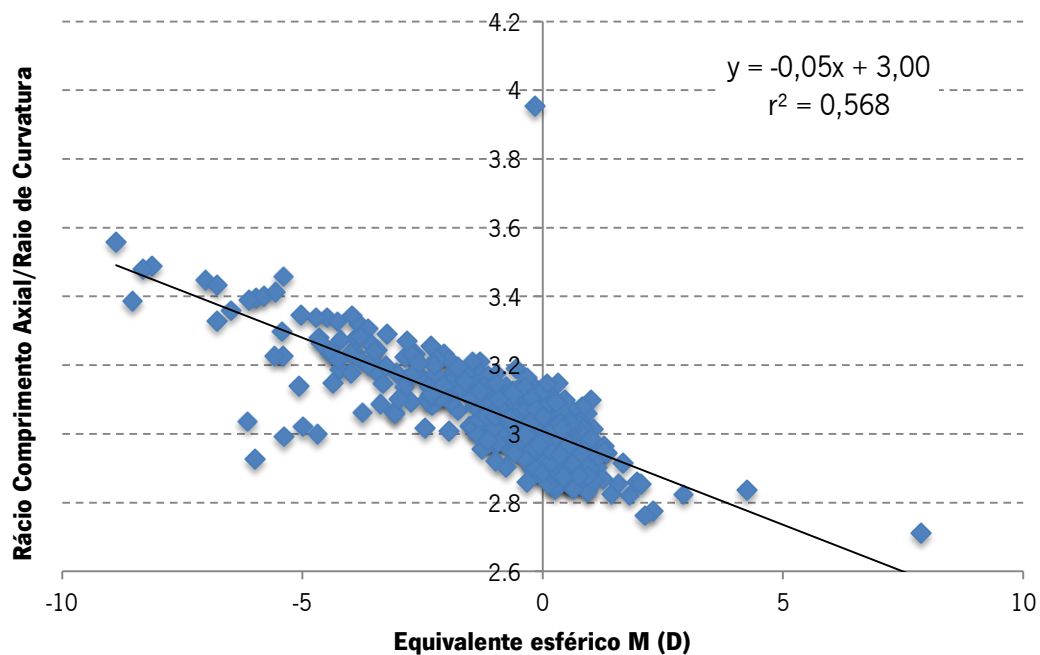


Figura 5.12: Correlação entre o Equivalente Esférico M e o Rácio CA/RC.

6. Discussão dos resultados

Um dos resultados mais importante dos dados recolhidos é a prevalência do erro refrativo. Neste estudo, a emetropia é a mais predominante, seguida da miopia e, por fim, da hipermetropia. Estes resultados estão de acordo com estudos publicados por Jobke *et al.*,²⁵ Gomez-Salazar *et al.*⁵⁸ e Queirós *et al.*,²⁷ na Alemanha, México e Portugal, respetivamente. Fazendo uma comparação dos resultados obtidos com uma amostra muito semelhante a esta (847 alunos universitários), no ano de 2016, em que as prevalências da emetropia, miopia e hipermetropia foram de 59,4%, 29,9% e 10,7%, respetivamente, é possível observar que a emetropia diminuiu, no ano de 2017. Este facto indica que a prevalência do erro refrativo aumentou, mais especificamente a hipermetropia (4,9%) no espaço de um ano, enquanto a miopia se manteve estável.¹²⁸

Numa meta-análise conduzida por Williams *et al.*¹²⁹ a 61 946 participantes, com idades entre os 16 e os 106 anos, entre 1990 e 2013, em países da Europa, foi descoberta uma prevalência geral da miopia de cerca de 24,3%. Ademais, Holden *et al.*,¹³⁰ através de uma meta-análise e uma revisão sistemática, avaliaram a prevalência da miopia, desde 2000 até 2050, globalmente. Concluíram que, em 2000, a prevalência global da miopia era de 22,9% e estimam que, em 2050, seja de 49,8%. Em 2020, estimam que a miopia tenha uma prevalência de 33,9% o que se assemelha aos resultados encontrados neste estudo (29,2%), no ano de 2017. Também aferiram que, em 2000, a prevalência da miopia era aproximadamente de 30% para indivíduos com idades entre os 20 e os 24 anos.

Em relação ao astigmatismo, foi encontrada uma prevalência geral de 88,9%. Este valor elevado deve-se ao facto de terem sido considerados valores de cilindro superiores ou iguais a 0,25D. Dos estudos selecionados para a revisão bibliográfica, uma grande parte deles avalia o astigmatismo com valores de corte superiores, o que faz com que os resultados da prevalência sejam mais baixos. Se fossem considerados valores de astigmatismo $\geq 0,50D$, a sua prevalência seria de 41%; e para astigmatismo $\geq 0,75D$, diminuiria para 21%. Além disto, fatores como a idade ou o tipo de método utilizado, podem influenciar estes resultados. Num estudo publicado por Michaeline *et al.*,⁵³ na Nigéria, a 180 participantes com idades entre os 3 e os 16 anos, definiu-se o astigmatismo, da mesma forma que foi definido neste estudo, com ponto de corte em valores de cilindro de 0,25D, mas com recurso ao cicloplégico. Das conclusões retiradas, nota-se que 58,3% da população padeciam de astigmatismo. Por outro lado, um estudo realizado a 434 indivíduos,

com idades entre os 14 e os 21 anos, o astigmatismo foi definido com valores de cilindro de 0,50D. Neste caso, foi encontrada uma prevalência de 20,7%, com o emprego de um AR sem cicloplégico.⁵⁰ Num outro estudo de Anera *et al.*,⁵⁵ 23,5% da população apresentou astigmatismo, numa amostra de 545 sujeitos, com idades entre os 6 e os 16 anos, em que foi utilizado um AR com cicloplégico. Neste caso, esta ametropia foi definida com um ponto de corte em 0,75D. Em relação aos resultados do ano de 2016, a prevalência do astigmatismo manteve-se praticamente igual, o que indica que esta ametropia se manteve estável no espaço de um ano.¹²⁸

Quanto à orientação, a tónica centrou-se no astigmatismo à regra, seguido do oblíquo e, por fim, do contra-a-regra, o que seria de esperar, visto que o astigmatismo muda a sua orientação de à regra, em idades mais jovens; para contra-a-regra, em idades adultas.¹³¹ Num estudo conduzido por Queirós *et al.*,²⁷ em Portugal, o astigmatismo contra-a-regra foi o que predominou (31,8%), seguido do à regra (24,6%) e, por fim, do oblíquo (13,4%). A amostra deste trabalho teve uma faixa etária longa, desde os 4 até aos 89 anos, o que pode ser uma explicação para o astigmatismo contra-a-regra ser o mais frequente.

Neste estudo, a anisometropia, definida como as diferenças no equivalente esférico entre os dois olhos superiores ou iguais a 1D, surgiu em 63 alunos (7%). A sua prevalência varia entre diferentes estudos devido à diferença nos pontos de corte estabelecidos. Num estudo conduzido por Alrahili *et al.*,³⁹ 7,4% da população (3-10 anos) apresentou anisometropia, a qual foi definida com o mesmo ponto de corte que este estudo. Ainda com diferenças $\geq 1D$, um valor ligeiramente mais baixo (4,6%), foi encontrado numa amostra com idades entre os 14 e os 21 anos, no Irão.⁵⁰ Por outro lado, Queirós *et al.*²⁷ determinaram uma prevalência de 3,0% e 1,4% para diferenças superiores ou iguais a 2D e 3D, respetivamente. Neste estudo, 3% dos envolvidos apresentaram diferenças no SE superiores a 2D. Analisando os resultados de 2016, a prevalência da anisometropia foi de 4,5%, o que indica um aumento de 2,5% em relação a 2017.¹²⁸ Estes valores são preocupantes, pois a anisometropia é uma das principais causas para o aparecimento de ambliopia.¹³² Deste modo, os alunos míopes constituem um grupo de risco por terem uma maior prevalência da anisometropia (15%). Fledelius,¹³³ obteve resultados similares a este estudo numa amostra de 1 416 indivíduos, com idades entre os 16 e os 85 anos. Este concluiu que a anisometropia era frequente em sujeitos com altas ametropias, em especial a miopia. Para além de Fledelius,¹³³ Qin *et al.*¹³⁴ avaliaram 90 884 pacientes, com idades entre 0 e 110 anos no, Reino Unido, e observaram que a prevalência da anisometropia aumentou com o aumento da miopia.

A análise aos dois géneros evidenciou que, em média, as mulheres apresentam raios de curvatura mais curvos que os homens. Hashemi *et al.*¹³⁵ realizaram um estudo com o objetivo de determinar a distribuição dos componentes oculares numa população, do Irão, com idades entre os 6 e os 18 anos, e observaram que, em média, o sexo masculino possuía valores superiores de raios de curvatura comparativamente ao sexo feminino. Mais especificamente, numa faixa etária de 17-18 anos, as mulheres revelaram valores de raios de 7,71 mm e os homens 7,83 mm, o que não difere muito dos resultados deste estudo com uma idade média muito semelhante.

Quanto à componente J_0 foram encontradas diferenças significativas entre os dois géneros (valores positivos), o que indica a existência de um astigmatismo à regra, circunstância comum para a faixa etária desta amostra.

Em relação ao CA, em média, o género masculino desta amostra possui olhos maiores (valores positivos superiores). Estes resultados vão ao encontro dos resultados de Atchison *et al.*,⁸ numa amostra de 106 emétopes, com idades entre os 18 e os 69 anos, que colocam os homens com valores de CA superiores aos das mulheres, neste caso, com uma diferença de 0,62 mm.

Seria de esperar existirem diferenças significativas no equivalente esférico entre os dois sexos, em particular valores mais negativos no sexo masculino o que explicaria valores mais elevados de CA, mas tal não acontece. Através da análise da tabela 5.3, os homens apresentam 0,50 mm a mais nos valores de CA, logo deveriam ter 1,35D a mais de miopia (1 mm-2,70D). Uma possível explicação para estes valores de CA poderá ser o facto de os homens apresentarem valores mais elevados de altura, segundo resultados de Wong *et al.*¹³⁶ e Mallen *et al.*¹³⁷ Por outro lado, Kim *et al.*³⁸ também não encontraram diferenças consideráveis no erro refrativo entre os géneros, num estudo publicado, em 2017, com uma amostra de 211 crianças, com idades entre os 3 e os 9 anos na Coreia. Também, Ma *et al.*⁴⁰ realizaram um estudo em crianças chinesas com idades entre os 3 e os 10 anos e, não estabeleceram qualquer elo de ligação entre o risco de aparecimento de miopia e o sexo.

De outro modo, no respeitante à AV, em média, as raparigas apresentam valores piores que os rapazes. Contudo, esta diferença não pode ser considerada clinicamente significativa, por ser de apenas duas letras de diferença. Seria de esperar que estas respondessem “sim” com maior frequência à questão sobre a necessidade de uso de óculos, mas tal não aconteceu o que se pode justificar pela forma como cada aluno encara a necessidade de usar correção ótica.

A idade é considerada, por muitos autores, um fator determinante para o aparecimento da ametropia e também para o desenvolvimento de certos componentes óticos. Neste estudo, em particular, a faixa etária da amostra não foi muito longa, daí os dois grupos não se distinguem substancialmente. Contudo, o grupo com idades mais novas (17-19 anos) apresentou, em média, valores de raio de curvatura mais planos e comprimento axial maiores. Dunne *et al.*¹³⁸ avaliaram 80 olhos em que dividiram os sujeitos em dois grupos segundo a sua faixa etária: 60 indivíduos no grupo jovem, com idade média de 22 anos; e 20, no grupo mais velho, com idade média de 74,6 anos. As conclusões alcançadas, próximas deste trabalho, mostram que os jovens ostentavam raios de curvatura corneais mais planos e CA mais longos. Contudo, os autores referiram que este resultado pode ser explicado pelo facto de o grupo mais jovem ser mais míope. Na amostra deste estudo não foram encontradas diferenças significativas no equivalente esférico entre os dois grupos, apesar de o grupo jovem apresentar refrações mais miópicas. Leighton *et al.*¹³⁹ também concluíram que o CA e os raios de curvatura horizontal e vertical eram menores com o aumento da idade numa amostra de 44 homens e 28 mulheres, com idades entre os 19 e os 82 anos.

Relativamente aos três grupos refrativos, os míopes apresentam valores de cilindro mais elevados comparados com os hipermétropes e emétopes. Na componente J_0 , valores positivos destes três grupos correspondem ao expectável, visto tratar-se de uma população jovem.

Quanto ao CA, foram encontradas diferenças significativas entre os três grupos refrativos. Esta situação está de acordo com os resultados dos estudos que relatam que os míopes apresentam valores de CA mais elevados como é o caso de Badmus *et al.*¹¹ Estes autores, numa amostra de 350 indivíduos, com idades entre os 18 e os 60 anos, na Nigéria, chegaram à conclusão de que os míopes têm CA maiores quando comparados com os hipermétropes e emétopes. Também Llorente *et al.*¹² observaram que os sujeitos com miopia apresentaram valores de CA mais elevados que os hipermétropes. Fizeram-no a partir da comparação entre o CA, a forma da córnea e aberrações óticas, em 22 olhos hipermetrópicos e 24 miópicos.

Neste estudo, em média, os míopes mostraram raios de curvatura mais curvos, apesar de essas diferenças não serem estatisticamente significativas. Do mesmo modo, Llorente *et al.*¹² não encontraram diferenças significativas nos raios de curvatura entre míopes e hipermétropes, apesar de, em média, os raios dos primeiros serem mais curvos. Por outro lado, Garner *et al.*¹⁴⁰ reportaram que sujeitos com miopia manifestaram raios de curvatura mais curvos comparativamente a sujeitos não míopes, depois de estudada uma amostra de crianças e jovens, com idades entre os 6 e os 18 anos no Nepal.

Um resultado curioso deste estudo foi os baixos valores de acuidades visuais encontrados, especialmente nos míopes (figura 5.5). Isto poderá ter acontecido devido ao ecrã ETDRS não ter sido iluminado o que diminui o contraste. Contudo, estes baixos valores podem ser indicativos de uma performance visual em condições não ideais, que são de facto muito frequentes no dia-a-dia. Outra explicação plausível pode dever-se ao facto de que uma grande percentagem dos alunos referiu precisar de usar óculos, mas não fazer uso dos mesmos. Assim, numa análise detalhada foi verificado que 132 alunos com miopia responderam que precisam de usar óculos para VL enquanto 24 não precisam e 2 necessitam de usar, contudo não os usam.

Diversos investigadores apontam o rácio CA/RC como um preditor para o aparecimento da miopia. Segundo os resultados deste trabalho, conclui-se que sujeitos com miopia apresentam valores de rácio mais elevados, especificamente superiores a 3. Estes resultados estão em consonância com os revelados por Goss *et al.*,¹⁰ a partir de um estudo longitudinal de três anos, com um grupo de 29 crianças, que se tornaram míopes; e 58, que permaneceram emétopes. A miopia, neste contexto era indicadora de valores mais elevados do rácio CA/RC em relação ao grupo de emétopes. Também Llorente *et al.*¹² acharam valores de CA/RC superiores nos míopes em comparação com os hipermetropes, numa amostra de 24 indivíduos, com miopia; e 22 com hipermetropia.

No uso de LC seria suposto uma prevalência maior que a determinada (14%), visto que 46% da população referiu necessitar de usar óculos. Para tentar entender o não uso de LC foram apontadas diversas razões. Dos 722 alunos que referiram não usar LC, 565 consideravam não necessitar de as usar. Uma das razões para tal poderá residir no facto de alguns indivíduos acreditarem que os óculos são suficientes para corrigir os problemas de visão. Com menor frequência, referenciaram três outras razões: 1) não gostar de usar; 2) não se adaptar; e 3) não poder usar. Estas razões podem estar articuladas com experiência negativa do uso de LC ou com a falta de motivação em usá-las. Qualquer destas ocorrências pode levar ao seu abandono, diminuindo assim a sua prevalência. Young *et al.*¹⁴¹ realizaram um estudo clínico em 236 sujeitos, que abandonaram o uso de LC, e apuraram as causas para tal acontecer. O desconforto, problemas de visão e secura ocular foram as principais razões apontadas pelos pacientes. Em contrapartida, os indivíduos que voltaram a usá-las remetem a sua rejeição para problemas com o produto usado ou com o profissional de saúde.

Ainda existe um grande número de indivíduos que não usa lentes de contacto, pelo que sendo uma população muito jovem, e com um número significativo de ametropias, esta forma de compensação pode ser uma boa opção, se utilizada de forma segura e consciente.

7. Conclusões

Em resposta às hipóteses colocadas anteriormente e a partir dos resultados deste trabalho conclui-se o seguinte:

- Cerca de 46% desta amostra necessita de usar algum tipo de compensação refrativa, contudo existe um número significativo de alunos que não a usa;
- A miopia, não sendo a condição refrativa mais frequente nesta população, apresentou valores elevados em comparação com outros estudos;
- O CA varia significativamente entre os três grupos refrativos, sendo este mais elevado na miopia;
- Os valores dos raios de curvatura corneais não variaram significativamente entre os míopes, emétopes e hipermetropes;
- Os míopes foram aqueles que apresentaram valores de AV mais baixos em comparação com os hipermetropes e emétopes;
- A anisometropia é maior nos alunos com miopia.

Além das hipóteses colocadas, outras conclusões podem ser obtidas a partir deste trabalho:

- A emetropia foi a condição refrativa mais frequente nesta população de jovens;
- Comparando com resultados de uma amostra idêntica à deste estudo, no ano de 2016, a prevalência da emetropia diminuiu, enquanto a da hipermetropia aumentou e a miopia manteve-se estável;
- A prevalência do astigmatismo manteve-se praticamente igual à do ano de 2016 e o tipo à regra foi o mais predominante;
- A anisometropia aumentou a sua prevalência comparativamente ao ano de 2016;
- O género masculino apresentou valores de CA superiores ao género feminino;
- Os valores da AV foram mais baixos nas mulheres, no entanto, estas reponderam com menor frequência que necessitavam de óculos;
- Os alunos com faixa etária mais nova apresentaram raios de curvatura corneais mais planos e comprimentos axiais maiores, apesar de não existirem diferenças significativas entre o equivalente esférico;

- Os míopes apresentaram valores de AV mais baixos;
- Os valores de CA/RC superiores a 3 são caraterísticos dos sujeitos míopes;
- A prevalência do uso de LC não foi tão elevada quanto previsto, segundo os valores da necessidade de óculos e os valores das ametropias, mais especificamente a miopia.

8. Referências bibliográficas

1. Benjamin WJ. Borish's Clinical Refraction. (1998).
2. Atchison DAGS. Optics of the Human Eye. (2000).
3. Mutti DO, Jones LA, Moeschberger ML, *et al.* AC/A ratio, age, and refractive error in children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 41, 2469–78 (2000).
4. Pennie FC, Wood IC, Olsen C, *et al.* A longitudinal study of the biometric and refractive changes in full-term infants during the first year of life. Vis. Res. 41, 2799–2810 (2001).
5. Mayer DL, Hansen RM, Moore BD, *et al.* Cycloplegic refractions in healthy children aged 1 through 48 months. Arch Ophthalmol. 119, 1625–8 (2001).
6. Mohindra I, Held R. Refraction in Humans from Birth to Five Years. Third Int. Conf. Myopia Copenhagen, August 24–27, 1980 SE - 4 28, 19–27 (1981).
7. Curtin BJ. The Myopias. Basic Science and Clinical Management. (Philadelphia: Harper & Row, 1985).
8. Atchison D, Markwell EL, Kasthurirangan S, *et al.* Age-related changes in optical and biometric characteristics of emmetropic eyes. J Vis. 8, 29.1-20 (2008).
9. Grosvenor T, Scott R. Role of the axial length/corneal radius ratio in determining the refractive state of the eye. Optom Vis Sci. 71, 573–9 (1994).
10. Goss DA, Jackson TW. Clinical Findings Before the Onset of Myopia in Youth. I. Ocular Optical Components. Optom Vis Sci. 12, 870–8. (1995).
11. Badmus SA, Ajaiyeoba AI, Adegbehingbe BO, *et al.* Axial length/corneal radius of curvature ratio and refractive status in an adult Nigerian population. Niger J Clin Pr. 24, 1328–34 (2017).
12. Llorente L, Barbero S, Cano D, *et al.* Myopic versus hyperopic eyes: axial length, corneal shape and optical aberrations. J Vis. 22, 288–98 (2004).
13. Larsen JS. The sagittal growth of the eye. pt. II. Ultrasonic measurement of the axial diameter of the lens and the anterior segment from birth to puberty. Acta Ophthalmol 49,

427–40 (1971).

14. Sorsby A, Benjamim B, Davey JB, *et al.* Emmetropia and its aberrations (Special Report Series Medical Research Council No. 293). (1957).
15. Hirsch MJ, Weymouth FW. Notes on ametropia; a further analysis of Stenstrom's data. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 24, 601–8 (1947).
16. Stenstrom S. Investigation of the variation and the correlation of the optical elements of human eyes. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 25, 496–504 (1948).
17. Borish IM. *Clinical Refraction*. (Chicago: Professional Press, 1970).
18. Sorsby A, Benjamim BSM. Refraction and Its Components during Growth of the Eye from the Age of Three (Special Report Series Medical Research Council No. 301). (1961).
19. Grosvenor T. A review and a suggested classification system for myopia on the basis of age-related prevalence and age of onset. *Am J Optom Physiol Opt* 64, 545–54 (1987).
20. Gettes BC. The management of anisometropia. *Surv Ophthalmol* 14, 433–5 (1970).
21. Resnikoff S, Pascolini D, Mariotti SP, *et al.* Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004. *Bull World Heal. Organ.* 86, 63–70 (2008).
22. Weih LM, VanNewkirk MR, McCarty CA, *et al.* Age-specific causes of bilateral visual impairment. *Arch Ophthalmol.* 118, 264–9 (2000).
23. Bourne RRA, Stevens GA, White RA, *et al.* Causes of vision loss worldwide, 1990-2010: A systematic analysis. *Lancet Glob Heal.* 1, 339–49 (2013).
24. Čiumbarait, R, Liutkevičienė R. Refractive errors characteristic of the patients at the Children's Ophthalmology Outpatient Department of Kauno klinikos Hospital (Lithuanian University of Health Sciences) from 1 January 2012 to 31 December 2012. *Acta Med Litu.* 24, 83–92 (2017).
25. Jobke S., Kasten E, Vorwerk C. The prevalence rates of refractive errors among children, adolescents, and adults in Germany. *Clin Ophthalmol.* 2, 601–7 (2008).
26. Grönlund MA, Andersson S, Aring E, *et al.* Ophthalmological findings in a sample of

- Swedish children aged 4-15 years. *Acta Ophthalmol Scand.* 84, 169–76 (2006).
27. Queirós A, Ferrer-Blasco T, Jorge J, *et al.* Prevalence of refractive conditions in the general population attending eye care clinics in the north of Portugal. *Atti della Fond. Giorgio Ronchi* 1, 101–9 (2009).
 28. Fledelius HC, Stubgaard M. Changes in refraction and corneal curvature during growth and adult life: A cross-sectional study. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 64, 487–91 (1986).
 29. McCullough SJ, O'Donoghue L, Saunders KJ. Six Year Refractive Change among White Children and Young Adults: Evidence for Significant Increase in Myopia among White UK Children. *PLoS One.* 11, 1–19 (2016).
 30. Rudnicka AR, Owen CG, Nightingale CM, *et al.* Ethnic differences in the prevalence of myopia and ocular biometry in 10- and 11-year-old children: The child heart and health study in england (CHASE). *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 51, 6270–6 (2010).
 31. Villarreal MG, Ohlsson J, Abrahamsson M, *et al.* The refractive tendency in teenagers. Prevalence of myopia among young teenagers in Sweden. *Acta Ophthalmol Scand.* 78, 177–81 (2000).
 32. Mavracanas TA, Mandalos A, Peios D, *et al.* Prevalence of myopia in a sample of Greek students. *Acta Ophthalmol Scand.* 78, 656–9 (2000).
 33. Jorge J, Braga A, Queirós A. Changes in myopia prevalence among first-year university students in 12 years. *Optom Vis Sci.* 93, 1262–7 (2016).
 34. Jorge J, Almeida JB, Parafita MA. Refractive, biometric and topographic changes among Portuguese university science students: A 3-year longitudinal study. *Ophthalmic Physiol Opt.* 27, 287–94 (2007).
 35. Kinge B, Midelfart A, Jacobsen G, *et al.* Biometric changes in the eyes of Norwegian university students—a three-year longitudinal study. *Acta Ophthalmol Scand.* 77, 648–52 (1999).
 36. Kinge B, Midelfart A, Jacobsen G. Refractive errors among young adults and university students in Norway. *Acta Ophthalmol Scand.* 76, 692–5 (1998).

37. Midelfart A, Kinge B, Midelfart S, *et al.* Prevalence of refractive errors in young and middle-aged adults in Norway. *Acta Ophthalmol Scand.* 80, 501–5 (2002).
38. Kim YS, Lee SY, Park S. Longitudinal Changes in Refractive Error in a Pediatric Referral Population in Korea. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 54, 43–51 (2017).
39. Alrahili NHR, Jadidy ES, Alahmadi BSH, *et al.* Prevalence of uncorrected refractive errors among children aged 3-10 years in western Saudi Arabia. *Saudi Med J.* 38, 804–10 (2017).
40. Ma Y, Qu X, Zhu X, *et al.* Age-specific prevalence of visual impairment and refractive error in children aged 3–10 years in Shanghai, China. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 57, 6188–96 (2016).
41. Saxena R, Vashist P, Tandon R, *et al.* Incidence and progression of myopia and associated factors in urban school children in Delhi: The North India Myopia Study (NIM Study). *PLoS One.* 12, 1–12 (2017).
42. Qian DJ, Zhong H, Li J, *et al.* Myopia among school students in rural China (Yunnan). *Ophthalmic Physiol Opt.* 36, 381–7 (2016).
43. Aldebasi YH. Prevalence of correctable visual impairment in primary school children in Qassim Province, Saudi Arabia. *J Optom.* 7, 168–76 (2014).
44. Norouzirad R, Hashemi H, Yekta A, *et al.* The prevalence of refractive errors in 6- to 15-year-old schoolchildren in Dezful, Iran. *J Curr Ophthalmol.* 27, 51–5 (2015).
45. Guo Y, Duan JL, Liu LJ, *et al.* High myopia in Greater Beijing School Children in 2016. *PLoS One.* 12, 2–13 (2017).
46. Guo K, Yang DY, Wang Y, *et al.* Prevalence of myopia in schoolchildren in Ejina: The gobi desert children eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 56, 1769–74 (2015).
47. Hashemi H, Yekta A, Jafarzadehpur E, *et al.* High Prevalence of Refractive Errors in 7 Year Old Children in Iran. *Iran J Public Heal.* 45, 194–202 (2016).
48. Hsu CC, Huang N, Lin PY, *et al.* Risk factors for myopia progression in second-grade primary school children in Taipei: a population-based cohort study. *Br J Ophthalmol.* 101,

- 1611–7 (2017).
49. Li Y, Liu J, Qi P. The increasing prevalence of myopia in junior high school students in the Haidian District of Beijing, China: A 10-year population-based survey. *BMC Ophthalmol.* 17, 1–9 (2017).
 50. Hashemi H, Rezvan F, Beiranvand A, *et al.* Prevalence of Refractive Errors among High School Students in Western Iran. *J Ophthalmic Vis Res.* 9, 232–9 (2014).
 51. Wu LJ, You QS, Duan JL, *et al.* Prevalence and associated factors of myopia in high-school students in Beijing. *PLoS One.* 10, 1–12 (2015).
 52. Hashemi H, Nabovati P, Yekta A, *et al.* The prevalence of refractive errors among adult rural populations in Iran. *Clin Exp Optom.* 101, 84–9 (2018).
 53. Michaeline I, Sheriff A, Bimbo A. Paediatric Refractive Errors in an Eye Clinic in Osogbo, Nigeria. *Ethiop J Heal. Sci.* 26, 145–52 (2016).
 54. Kawuma M, Mayeku R. A survey of the prevalence of refractive errors among children in lower primary schools in Kampala district. *Afr Heal. Sci* 2, 69–72 (2002).
 55. Anera RG, Soler M, de la Cruz Cardona J, Salas C, *et al.* Prevalence of refractive errors in school-age children in Morocco. *Clin Exp Ophthalmol.* 37, 191–6 (2009).
 56. Kedir J, Girma A. Prevalence of Refractive Error and Visual Impairment among Rural School-Age Children of Goro District, Gurage Zone, Ethiopia. *Ethiop J Heal. Sci.* 24, 353–8 (2014).
 57. Signes-soler I, Angel M, Lumeras E. Refractive error study in young subjects: results from a rural area in Paraguay. *Int J Ophthalmol.* 10, 467–72 (2017).
 58. Gomez-Salazar F, Campos-Romero A, Gomez-Campaña H, *et al.* Refractive errors among children, adolescents and adults attending eye clinics in Mexico. *Int J Ophthalmol.* 10, 796–802 (2017).
 59. Salomão SR, Cinoto RW, Berezovsky A, *et al.* Prevalence and causes of visual impairment in low-middle income school children in São Paulo, Brazil. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 49, 4308–13 (2008).

60. Vitale S, Sperduto RD, Ferris FL. Increased prevalence of myopia in the United States between 1971-1972 and 1999-2004. *Arch Ophthalmol*. 127, 1632–9 (2009).
61. Wong TY, Foster PJ, Hee J, *et al*. Prevalence and Risk Factors for Refractive Errors in Adult Chinese in Singapore. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 41, 2486–94 (2000).
62. Katz J, Tielsch JM, Sommer A. Prevalence and risk factors for refractive errors in an adult inner city population. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 38, 334–40 (1997).
63. Aine E. Refractive Errors in a Finnish Rural Population. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 62, 944–54 (1984).
64. Wensor M, McCarty CA, Taylor HR. Prevalence and risk factors of myopia in Victoria, Australia. 117, 658-63 (1999).
65. Bar Dayan Y, Levin A, Morad Y, *et al*. The changing prevalence of myopia in young adults: A 13-year series of population-based prevalence surveys. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 46, 2760–5 (2005).
66. Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, *et al*. Parental Myopia, Near Work, School Achievement, and Children’s Refractive Error. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 43, 3633–40 (2002).
67. Dirani M, Tong L, Gazzard G, *et al*. Outdoor activity and myopia in Singapore teenage children. *Br J Ophthalmol*. 93, 997–1000 (2009).
68. Jones LA, Sinnott LT, Mutti DO, *et al*. Parental History of Myopia, Sports and Outdoor Activities, and Future Myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 48, 3524–32 (2007).
69. Rose KA, Morgan IG, Smith W, *et al*. Myopia, Lifestyle and Schooling in Students of Chinese Ethnicity in Singapore and Sydney. *Arch Ophthalmol*. 126, 527–30 (2008).
70. Rose KA, Morgan IG, Ip J, *et al*. Outdoor Activity Reduces the Prevalence of Myopia in Children. *Ophthalmology*. 115, 1279–85 (2008).
71. Saw SM, Tan SB, Fung D, *et al*. IQ and the association with myopia in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 45, 2943–8 (2004).
72. Grosvenor T. Refractive state, intelligence test scores, and academic ability. *Am J Optom*

- Arch Am Acad Optom. 47, 355–61 (1970).
73. Rosner M, Belkin M. Intelligence, Education, And Myopia in Males. Arch Ophthalmol. 105, 1508–11 (1987).
 74. Gwiazda J, Thorn F, Held R. Accommodation, accommodative convergence, and response AC/A ratios before and at the onset of myopia in children. Optom Vis Sci. 82, 273–8 (2005).
 75. Chen JC, Schmid KL, Brown B, *et al.* AC/A ratios in myopic and emmetropic Hong Kong children and the effect of timolol. Clin Exp Optom. 86, 323–30 (2003).
 76. Gwiazda J, Grice K, Thorn F. Response AC/A ratios are elevated in myopic children. Ophthalmic Physiol Opt. 19, 173–9 (1999).
 77. Ip JM, Huynh SC, Robaei D, *et al.* Ethnic differences in the impact of parental myopia: Findings from a population-based study of 12-year-old Australian children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 48, 2520–8 (2007).
 78. Edwards MH. Effect of parental myopia on the development of myopia in Hong Kong Chinese. Ophthalmic Physiol Opt. 18, 477–83 (1998).
 79. Dirani M, Shekar SN, Baird PN. Evidence of shared genes in refraction and axial length: The Genes in Myopia (GEM) twin study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 49, 4336–9 (2008).
 80. Lyhne N, Sjølie AK, Kyvik KO, *et al.* The importance of genes and environment for ocular refraction and its determiners: A population based study among 20-45 year old twins. Br J Ophthalmol. 85, 1470–6 (2001).
 81. Hammond CJ, Snieder H, Gilbert CE, *et al.* Genes and environment in refractive error: the twin eye study. Invest Ophthalmol Vis Sci 42, 1232–6 (2001).
 82. Chen CY, Stankovich J, Scurrah KJ, *et al.* Linkage replication of the MYP12 locus in common myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 48, 4433–9 (2007).
 83. Chen X, Sankaridurg P, Donovan L, *et al.* Characteristics of peripheral refractive errors of myopic and non-myopic Chinese eyes. Vis. Res. 50, 31–5 (2010).
 84. Mutti DO, Sholtz RI, Friedman NE, *et al.* Peripheral refraction and ocular shape in children.

- Invest Ophthalmol Vis Sci. 41, 1022–30 (2000).
85. Mutti DO, Hayes JR, Mitchell GL, *et al.* Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 48, 2510–9 (2007).
 86. Sng CC, Lin XY, Gazzard G, *et al.* Change in peripheral refraction over time in Singapore Chinese children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 52, 7880–7 (2011).
 87. Smith EL 3rd, Ramamirtham R, Qiao-Grider Y, *et al.* Effects of Foveal Ablation on Emmetropization and Form- Deprivation Myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 48, 3914–22 (2009).
 88. Atchison DA, Pritchard N, Schmid KL. Peripheral refraction along the horizontal and vertical visual fields in myopia. Vis. Res. 46, 1450–8 (2006).
 89. Mandel Y, Grotto I, El-Yaniv R, *et al.* Season of Birth, Natural Light, and Myopia. Ophthalmology 115, 686–92 (2008).
 90. McMahon G, Zayats T, Chen YP, *et al.* Season of Birth, Daylight Hours at Birth, and High Myopia. Ophthalmology 116, 468–73 (2009).
 91. Vannas AE, Ying GS, Stone RA, *et al.* Myopia and natural lighting extremes: Risk factors in Finnish army conscripts. Acta Ophthalmol Scand. 81, 588–95 (2003).
 92. Quinn GE, Shin CH, Maguire MG, *et al.* Myopia and ambient lighting at night. Nature 399, 113–4 (1999).
 93. Chapell M, Sullivan B, Saridakis S, *et al.* Myopia and night-time lighting during sleep in children and adults. Percept Mot Ski. 92, 640–2 (2001).
 94. Saw SM, Zhang MZ, Hong RZ, *et al.* Near-work activity, night-lights, and myopia in the Singapore-China study. Arch Ophthalmol. 3, 198–9 (2002).
 95. Guggenheim JA, Hill C, Yam TF. Myopia, genetics, and ambient lighting at night in a UK sample. Br J Ophthalmol. 87, 580–2 (2003).
 96. Edwards MH. Do Variations in Normal Nutrition Play a Role in the Development of Myopia? Optom Vis Sci. 73, 638–43 (1996).

97. Rudnicka AR, Owen CG, Richards M, *et al.* Effect of breastfeeding and sociodemographic factors on visual outcome in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr.* 87, 1392–9 (2008).
98. Lim LS, Gazzard G, Low YL, *et al.* Dietary Factors, Myopia, and Axial Dimensions in Children. *Ophthalmology* 117, 993–99 (2010).
99. Sham WK, Dirani M, Chong YS, *et al.* Breastfeeding and association with refractive error in young Singapore Chinese children. *Eye (Lond).* 24, 875–80 (2010).
100. Gee SS, Tabbara KF. Increase in Ocular Axial Length in Patients with Corneal Opacification. *Ophthalmology* 95, 1276–8 (1988).
101. Miller-Meeks MJ, Bennett SR, Keech RV, *et al.* Myopia induced by vitreous hemorrhage. *Am J Ophthalmol.* 109, 199–203 (1990).
102. Richard RM. Refractive errors associated with hemangiomas of the eyelids and orbit in infancy. *Am J Ophthalmol.* 83, 52–8 (1977).
103. Fledelius HC. Is myopia getting more frequent? A cross-sectional study of 1416 Danes aged 16 years+. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 61, 545–59 (1983).
104. Rani PK, Raman R, Rachapalli SR, *et al.* Prevalence of Refractive Errors and Associated Risk Factors in Subjects with Type 2 Diabetes Mellitus. SN-DREAMS, Report 18. *Ophthalmology* 117, 1155–62 (2010).
105. Handa S, Chia A, Htoon HM, *et al.* Myopia in young patients with type 1 diabetes mellitus. *Singapore Med J.* 56, 450–4 (2015).
106. Cregg M, Woodhouse JM, Stewart RE, *et al.* Development of refractive error and strabismus in children with Down syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 44, 1023–30 (2003).
107. Woodhouse JM, Pakeman VH, Cregg M, *et al.* Refractive errors in young children with Down Syndrome. *Optom Vis Sci.* 74, 844–51 (1997).
108. Antonela L, Vladimir T. Refractive errors in children and young adults with Down's syndrome. *Acta Ophthalmol.* 89, 324–7 (2011).
109. Al-Bagdady M, Murphy PJ, Woodhouse JM. Development and distribution of refractive error

- in children with Down's syndrome. *Br J Ophthalmol.* 95, 1091–97 (2011).
110. Ljubic A, Trajkovski V, Stankovic B. Strabismus, refractive errors and nystagmus in children and young adults with Down syndrome. *Ophthalmic Genet.* 32, 204–11 (2011).
 111. Horio J, Kaneko H, Takayama K, *et al.* Changes in refractive characteristics in Japanese children with Down syndrome. *Jpn J Ophthalmol.* 62, 231–6 (2018).
 112. Saw SM, Tong L, Chia KS, *et al.* The relation between birth size and the results of refractive error and biometry measurements in children. *Br J Ophthalmol.* 88, 538–42 (2004).
 113. Quinn GE, Dobson V, Repka MX, *et al.* Development of myopia in infants with birth weights less than 1251 grams. The Cryotherapy for Retinopathy of Prematurity Cooperative Group. *Ophthalmology.* 99, 329–40 (1992).
 114. Ojaimi E, Robaei D, Rochtchina E, *et al.* Impact of birth parameters on eye size in a population-based study of 6-year-old Australian children. *Am J Ophthalmol.* 140, 1–4 (2005).
 115. Chung KM, Chong E. Near esophoria is associated with high myopia. *Clin Exp Optom.* 83, 71–5 (2000).
 116. Leone JF, Cornel E, Morga IG, *et al.* Prevalence of heterophoria and associations with refractive error, heterotropia and ethnicity in Australian school children. *Br J Ophthalmol.* 94, 542–6 (2010).
 117. Allen PM, O'Leary DJ. Accommodation functions: Co-dependency and relationship to refractive error. *Vis. Res.* 46, 491–505 (2006).
 118. Gwiazda J, Thorn F, Bauer J, *et al.* Myopic children show insufficient accommodative response to blur. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 34, 690–4 (1993).
 119. Mutti DO, Mitchel GL, Haye JR, *et al.* Accommodative lag before and after the onset of myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 47, 837–46 (2006).
 120. Schmid KL, Strang NC. Differences in the accommodation stimulus response curves of adult myopes and emmetropes: A summary and update. *Ophthalmic Physiol Opt.* 35, 613–21 (2015).

121. Castanon Holguin AM, Congdo N, Pate N, *et al.* Factors associated with spectacle-wear compliance in school-aged Mexican children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 47, 925–8 (2006).
122. Chung H, Sanders E, Bhamra J. Opinions on corrective refractive surgery. *Can J Ophthalmol.* 53, 278–83 (2018).
123. Hori-komai Y, Toda I, Asano-kato N, *et al.* Reasons for not performing refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 28, 2000-02 (2002).
124. Morgan PB, Efro N, Hellan M, *et al.* Contact Lens & Anterior Eye Twenty first century trends in silicone hydrogel contact lens fitting : An international perspective. *Cont Lens Anterior Eye* 33, 196–8 (2010).
125. Plowright AJ, Maldonado-Codina C, Howarth GF, *et al.* Daily Disposable Contact Lenses versus Spectacles in Teenagers. *Optom Vis Sci* 92, 44–52 (2015).
126. Gwiazda J, Weber C. Comparison of spherical equivalent refraction and astigmatism measured with three different models of autorefractors. *Optom Vis Sci.* 81, 56–61 (2004).
127. Queirós A, González-Méijome J, Jorge J. Influence of fogging lenses and cycloplegia on open-field automatic refraction. *Ophthalmic Physiol Opt.* 28, 387–92 (2008).
128. Brandão, D. Tese de Mestrado ‘Caraterização Refrativa , Ocular e Visual Dos Novos Estudantes da Universidade do Minho. (2017).
129. Williams, KM, Bertelsen G, Cumberland P, *et al.* Increasing Prevalence of Myopia in Europe and the Impact of Education. *Ophthalmology* 122, 1489–97 (2015).
130. Holden, BA, Fricke TR, Wilson DA, *et al.* Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* 123, 1–7 (2016).
131. Anstice J. Astigmatism—its components and their changes with age. *Am J Optom Arch Am Acad Optom.* 48, 1001–6 (1971).
132. Group, P. E. D. I. The Clinical Profile of Moderate Amblyopia in Children Younger Than 7 Years. *Arch Ophthalmol.* 120, 281–7 (2015).
133. Fledelius HC. Prevalences of astigmatism and anisometropia in adult danes. With reference to presbyopes’ possible use of supermarket standard glasses. *Acta Ophthalmol* 62, 391–

400 (1984).

134. Qin X, Margrain TH, To C, *et al.* Anisometropia Is Independently Associated with Both Spherical and Cylindrical Ametropia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 46, 4024–31 (2018).
135. Hashemi H, Jafarzadehpu E, Ghaderi S, *et al.* Ocular components during the ages of ocular development. *Acta Ophthalmol.* 93, 74–81 (2015).
136. Wong TY, Foster PJ, Johnson GJ, *et al.* The Relationship between Ocular Dimensions and Refraction with Adult Stature : The Tanjong Pagar Survey. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 42, 1237–42. (2001).
137. Mallen EAH, Gammoh Y, Al-bdour M, *et al.* Refractive error and ocular biometry in Jordanian adults. *Ophthalmic Physiol Opt.* 25, 302–9 (2005).
138. Dunne MCM, Royston JM, Barnes DA. Normal variations of the posterior corneal surface. *Acta Ophthalmol.* 70, 255–61 (1992).
139. Leighton DA, Tomlinson A. Changes in axial length and other dimensions of the eyeball with increasing age. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 50, 815–26 (1972).
140. Garner LF, Stewart AW, Owens H, *et al.* The Nepal Longitudinal Study : Biometric Characteristics of Developing Eyes. *Optom Vis Sci.* 83, 274–80 (2006).
141. Young G, Veys J, Pritchard N, *et al.* A multi-centre study of lapsed contact lens wearers. *Ophthalmic Physiol Opt.* 516–27 (2002).

Anexos

Pela presente é convidado a participar numa recolha de dados visuais e oculares junto dos Novos Estudantes da Universidade do Minho, que irão permitir determinar o estado visual e o perfil de risco de aparecimento de alterações visuais.

Os métodos usados são não invasivos (não tocam nos seus olhos) e tem uma duração de aproximadamente 2 minutos. Os procedimentos a realizar não terão qualquer custo para si e a sua participação é voluntária.

A responsabilidade pela realização deste trabalho é do Laboratório de Investigação em Optometria Clínica e Experimental (CEORLab) do Centro de Física da Escola de Ciências da Universidade do Minho e toda a informação será guardada confidencialmente e tratada anonimamente com propósitos académicos e científicos e ainda para poder seguir o seu percurso caso precise de recorrer aos nossos serviços no futuro.

Termos de Consentimento

Antes de continuar, confirme se concorda com os seguintes termos colocando uma cruz no quadro e colocando as iniciais do seu nome à frente de cada afirmação que se aplique ao seu caso.

O Voluntário

Tomei conhecimento dos propósitos deste estudo e concordo em participar.

Tomei conhecimento dos propósitos da recolha de dados e concordo em participar.

O CEORLab, no âmbito das suas atividades de investigação realiza frequentemente estudos e projetos em que são realizadas consultas e recolha de dados relacionados com a visão, adaptação de lentes de contacto, etc. Todos estes estudos ou projetos têm o seu próprio procedimento de informação ao voluntário e são supervisionados pelo Comité de Ética da Universidade do Minho.

Se estiver disponível para ser contactado no futuro para o informarmos de estudos e projetos nos quais possa participar, confirme na seguinte linha.

O Voluntário

Concordo em ser contactado para me informarem de futuros estudos e projetos.

Responda colocando uma cruz no quadro que corresponda e indique em letra legível as restantes informações nos espaços disponíveis (_____)

Dados do voluntário:

Género: Mas Fem Data de Nascimento: _____

Distrito onde nasceu: _____ Distrito onde vive: _____ País onde nasceu: _____

Há quantos anos fez a última consulta aos olhos?: _____ anos Faz regularmente Nunca fez

Precisa de óculos? Não Sim → Para longe Para perto Sempre → Sim mas não usa

→ Onde lhe foram receitados? no hospital na ótica no consultório de oftalmologia

→ Desde que idade precisa de óculos? _____ Quantas vezes se lembra de ter mudado a graduação? _____

Usa lentes de contacto? Sim Não Porque → Não precisa Não gosta Não pode Não se adapta

Sabe se tem alguma doença dos olhos? Não Sim Qual/quais? _____

Caro Estudante,

Muito obrigado por ter participado neste rastreio visual. Caso algum dos exames revele algum sinal relevante, será oportunamente informado dos resultados do mesmo.

No caso de ser utilizador de **lentes de contacto** é muito importante que nos envie a graduação das mesmas pois **só assim poderemos fazer uma adequada interpretação dos resultados obtidos**. Para isso, pedimos que nos envie por e-mail (jgmeijome@fisica.uminho.pt) uma fotografia das caixas ou envases das suas lentes de contacto como se indica nos exemplos, indicando o código manuscrito que figura na parte superior direita desta ficha [CEORLab)#_____].

Muito obrigado.



Topografia (raio plano e eixo & raio curvo)				
9.				
	Raio plano (azul)	Eixo plano (azul)	Raio Curvo (vermelho)	Irregularidade aparente? (marcar X)
OD	10.			
OE	11.	12.	13.	14.

RX VL_G-S (Refração Central para Visão de Longe, Dioptrias)				
15.				
	Esfera	Cilindro	Eixo	Diâm. Pupilar
OD	16.			
OE	17.			

IOL Master (Comprimento Axial do Olho, mm)	
18.	
	Comprimento Axial
OD	
OE	19.

ACUIDADE VISUAL (com correção +0.25D)		Dec.(Log.)
OD	<p>Marcar com "0"</p>	
		0.10(1.0)
		0.12(0.9)

			0.16(0.8)
OE	Marcar com "X"		0.20(0.7)
			0.25(0.6)
			0.32(0.5)
			0.40(0.4)
			0.50(0.3)
			0.63(0.2)
			0.80(0.1)
			1.00(0.0)
			1.25(-0.1)
			1.60(-0.2)
			2.00(-0.3)