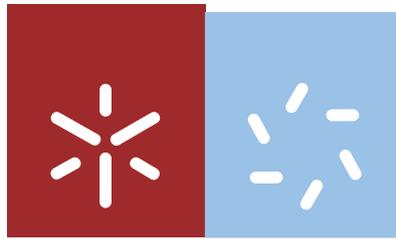


Universidade do Minho
Escola de Ciências

Luciana Maria Rei Silva

**Prevalência de Miopia Noturna na
População em Geral**



Universidade do Minho

Escola de Ciências

Luciana Maria Rei Silva

Prevalência de Miopia Noturna na População em Geral

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Optometria Avançada

Trabalho realizado sob a orientação do
Professor Doutor José Manuel González- Méijome
e do
Professor Doutor Norberto López-Gil

Outubro de 2012

DECLARAÇÃO

Nome: Luciana Maria Rei Silva

Endereço eletrónico: luciana.rei@hotmail.com

Telefone: 967400370

Número do Bilhete de Identidade: 12351683

Título dissertação: Prevalência de Miopia Noturna na População em Geral

Orientador(es):

Professor Doutor José Manuel González-Méijome

Professor Doutor Norberto López-Gil

Ano de conclusão: 2012

Designação do Mestrado:

Mestrado em Optometria Avançada

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA DISSERTAÇÃO

Universidade do Minho, 31/10/2012

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Este trabalho de investigação reúne os contributos de várias pessoas ao longo do tempo e é com profunda gratidão que agradeço a todos envolvidos neste projeto de uma forma ou outra.

Aos meus orientadores Professor Doutor José Manuel González-Méijome e Professor Doutor Norberto López-Gil pelo apoio que me deram, porque sem eles, principalmente o Professor José Manuel este projeto não teria sido possível. Agradeço assim toda a sua disponibilidade, rigor científico e transmissão de conhecimentos.

A todos os pacientes que prescindiram do seu tempo para responder ao questionário e realizar a avaliação clínica determinante para este estudo.

Às minhas colegas de trabalho, África e Cristina, pela paciência demonstrada durante a fase de recolha de dados.

Ao Leandro, pelo apoio e incentivo fundamentais no desenvolvimento deste projeto.

À minha família, em especial aos meus pais e à minha irmã, que apesar de não poderem estar sempre presentes, sempre me apoiaram incondicionalmente.

A todos os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

Atualmente a causa da miopia noturna não é inteiramente conhecida. Algumas teorias são descritas na literatura, especificamente relacionadas com a acomodação ou a mudança cromática que ocorre em condições escotópicas, não existindo porém nenhuma explicação definitiva. A miopia noturna não só diminui as capacidades de algumas pessoas durante o exercício da sua profissão mas também pode desempenhar um importante papel na segurança rodoviária. As pessoas mais jovens são mais comumente afetadas por este problema, o qual pode atingir valores até -4D, sendo considerada clinicamente significativa a partir de -0.50D. Este trabalho visou determinar a prevalência da miopia noturna no âmbito de uma consulta optométrica regular determinando o valor da mesma, após obtenção da refração em condições fotópicas. Foi também efetuado um questionário, formulado por McAlinden e colaboradores (Quality Of Vision Questionnaire, 2010), com o intuito de determinar quais os sintomas e problemas visuais relacionados com a visão noturna de cada paciente.

Os presentes resultados demonstram que as queixas visuais em condições noturnas são muito frequentes na amostra da população estudada (96 indivíduos com idades compreendidas entre os 15 e os 64 anos). Neste estudo os resultados são referentes à população espanhola, onde foi realizada a investigação. Para cada um destes indivíduos foi determinado o grau de miopia noturna (posteriormente à atualização da refração) usando três tipos de estímulo: letras negras num fundo branco, um ponto branco num fundo escuro e uma luz LED num fundo escuro, sempre em condições de mínima iluminação. Os resultados obtidos demonstram que realmente o valor de miopia noturna obtido depende do tipo de estímulo, sendo que para o LED se obtiveram os resultados mais coerentes e também mais altos. No entanto demonstrou-se que o valor de miopia noturna não está estatisticamente relacionado com as queixas referidas pelos indivíduos no questionário QoV. Não foi encontrada correlação entre o grau de miopia noturna e a idade. A prevalência de miopia noturna $\geq -0.75D$ na população estudada é de 24% se considerarmos os valores monoculares obtidos e de 23% se considerarmos os valores binoculares. Para valores de miopia noturna $\geq -0,50D$ a prevalência sobe para 39% monocularmente e 34% binocularmente.

ABSTRACT

Currently the cause of night myopia is not fully understood. Some theories are described in the literature, specifically related to accommodation or color sensitivity change that occurs in scotopic conditions, however there is no definitive explanation. Night myopia not only decreases the capacity of some people during the course of their work but also might play an important role in road safety. Younger people are more commonly affected by this problem, which can reach values up to -4D and is considered clinically significant from -0.50D. This study aimed to determine the prevalence of night myopia as part of a regular optometric consultation determining the value of it, after obtaining the refractive error of the eye in photopic conditions. It was also performed a questionnaire formulated by McAlinden *et al* (Quality of Vision Questionnaire, 2010), in order to determine which symptoms and visual problems are related to night vision for each patient.

Present results demonstrate that visual complaints in night conditions are very common in the sample of the studied population (96 individuals aged 15 to 64 years). In this study the results are related to the spanish population, where the research was conducted. For each of these individuals was determined the degree of night myopia (after the update of ocular refraction has been done) using three types of stimuli: black letters on a white background, a white spot on a dark background and a LED light in a dark background, always under dim illumination. The results show that the value actually obtained of night myopia depends on the type of stimulus, and the results obtained with the LED were more consistent and higher. However it was shown that the amount of night myopia is not statistically related with the complaints reported by subjects in the questionnaire QoV. There was not a correlation between the amount of night myopia and age. The prevalence of night myopia $\geq -0.75D$ in the study population is 24% if we consider the monocular values and 23% if we consider the binocular values. For values of night myopia $\geq -0.50 D$ prevalence rises to 39% monocularly and 34% binocularly.

RESUMEN

Actualmente, la causa de la miopía nocturna no se entiende completamente. Algunas teorías son descritas en la literatura, específicamente relacionada con el cambio de acomodación o de color que se produce en condiciones escotópicas, y hasta ahora no hay ninguna explicación definitiva. La miopía nocturna no sólo disminuye la capacidad de algunas personas durante el curso de su trabajo, pero también puede jugar un papel importante en la seguridad vial. Las personas más jóvenes son más comúnmente afectadas por este problema, que puede alcanzar valores de hasta -4D y se considera clínicamente significativo a partir de -0.50D. Este estudio tuvo como objetivo principal determinar la prevalencia de la miopía nocturna como parte de una consulta regular de optometría, determinando el valor de la misma, después de obtener la refracción en condiciones fotópicas. Se realizó también un cuestionario formulado por McAlinden *et al* (Cuestionario de Calidad de Vision, 2010), con el fin de determinar qué síntomas y problemas visuales están relacionados con la visión nocturna para cada paciente.

Los presentes resultados demuestran que las quejas visuales en condiciones nocturnas son muy comunes en la muestra de la población de estudio (96 personas de 15 a 64 años). En este estudio, los resultados se relacionan con la población española, donde la investigación se llevó a cabo. Para cada uno de estos individuos se determinó el grado de miopía nocturna (después de la actualización de la refracción) utilizando tres tipos de estímulos: letras negras sobre fondo blanco, un punto blanco sobre un fondo oscuro y una luz LED sobre un fondo oscuro, siempre en condiciones de mínima iluminación. Los resultados muestran que el valor obtenido en realidad de miopía nocturna depende del tipo de estímulo, siendo los resultados obtenidos más consistentes y más altos para el LED. Sin embargo, se demostró que la cantidad de miopía nocturna no está estadísticamente relacionada con las quejas comunicadas por los sujetos en el cuestionario CdV. No ha sido encontrada ninguna correlación entre el grado de miopía nocturna y la edad. La prevalencia de la miopía nocturna $\geq -0.75D$ en la población estudiada es del 24% si se consideran los valores monoculares obtenidos y un 23% si se consideran los valores binoculares. Para valores de miopía nocturna $\geq -0,50 D$ la prevalencia se eleva a 39% monocularmente y 34% binocularmente.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO	ii
ABSTRACT.....	iii
RESUMEN.....	iv
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	vii
1.1 Introdução	11
1.2 Visão diurna versus visão noturna	11
1.3 Visão mesópica	12
1.4 Adaptação ao escuro.....	13
1.5 Definição de miopia noturna	15
1.6 Possíveis fatores associados á manifestação da miopia noturna	17
1.7 Sintomas da miopia noturna.....	19
1.8 Prevalência da miopia noturna	20
1.9 Determinação da miopia noturna	20
1.10 Compensação da miopia noturna	21
1.11 Diagnóstico diferencial - Cegueira Noturna.....	21
2. OBJETIVO E HIPÓTESE DE TRABALHO	23
2.1 Objectivos	23
2.2 Hipótese de trabalho.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Amostra.....	24
3.2 Material utilizado na avaliação clínica.....	25
3.3 Procedimentos de avaliação clínica.....	25
3.3.1 Avaliação clínica prévia	25
3.3.2 Método de Thibos.....	26

3.3.3	Questionário Quality of Vision (QoV).....	27
3.3.4	Ajuste subjetivo do estado refrativo ótimo em condições de baixa iluminação.....	28
3.4	Análise Estatística	30
3.4.1	Testes paramétricos	31
3.4.2	Testes de correlação	31
3.5	Determinação do valor médio e prevalência da miopia noturna	31
4.	RESULTADOS.....	32
4.1	Caraterização da amostra	32
4.2	Teste-T para amostras dependentes.....	36
4.3	Análise descritiva da miopia noturna na população analisada	37
4.3.1	Análise inter-ocular (OD vs OE).....	38
4.3.2	Análise Monocular vs Binocular	41
4.3.3	Histograma de frequências da adição medida monocularmente e binocularmente para cada estímulo.....	44
4.4	Comparação monocular entre Métodos (Letras vs Ponto vs LED).....	47
4.5	Comparação binocular entre Métodos (Letras vs Ponto vs LED).....	54
4.6	Correlação entre os valores da adição monocular com o erro refrativo	57
4.7	Prevalência e valor médio da miopia noturna na população estudada	60
4.8	Correlação entre a idade e a diferença de adição LED – Letras.....	63
4.9	Questionário Quality of Vision	63
5.	DISCUSSÃO.....	70
6.	CONCLUSÃO	76
7.	TRABALHO FUTURO	77
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
9.	ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Sensibilidade espectral dos fotorreceptores. As fotografias demonstram as mudanças na visão quando o olho se adapta de uma visão fotópica para uma visão mesópica. Reproduzido de: Besharse J. C., Dana R., Dartt D. A. (2010). Encyclopedia of the Eye. Amsterdam: Elsevier/Academic Press.	13
Figura 1.2 Curva de adaptação ao escuro. Dados de Pirenne M. H., Dark Adaptacion and Night Vision. Chapter 5. Em: Davson, H. (ed). The Eye, vol 2. London, Academy Press, 1962.....	15
Figura 1.3 Efeito de Purkinje. Retirado de www.britannica.com	18
Figura 3.1 Exemplo representativo de uma visão com “Halos ao redor das luzes” (A) e “Riscos estrelados” (B). McAlinden <i>et al</i> (2010).	28
Figura 3.2 A figura representa os três tipos de estímulos utilizados: o ecrã de letras (A), o ponto de fixação do projetor (B) e o LED (C).	30
Figura 4.1. Histograma da distribuição da amostra por idade.....	33
Figura 4.2 Histograma de frequências da refração atualizada tendo em conta o equivalente esférico. (M: equivalente esférico; OD: olho direito)	37
Figura 4.3 Gráfico de dispersão analisando os valores monoculares de adição obtidos com o LED.(A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis. OD: olho direito; OE: olho esquerdo; Adição: adição negativa obtida; D: dioptrias; LED: luz pontual branca emitida por um díodo)	41
Figura 4.4 Gráfico de dispersão da correlação entre a adição obtida com o LED mono e binocularmente. (A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis. OD: olho direito; AO: ambos olhos; Adição: adição negativa obtida; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.)	44
Figura 4.5 Histogramas de frequências para os valores de adição determinada com as Letras monocularmente (A) e binocularmente (B). (OD: olho direito; AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima.).....	45
Figura 4.6 Histogramas de frequências para os valores de adição determinada com o Ponto monocularmente (A) e binocularmente (B). (OD: olho direito; AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida;; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos;)	46
Figura 4.7 Histogramas de frequências para os valores de adição determinada com o LED monocularmente (A) e binocularmente (B).(OD: olho direito; AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.)	47
Figura 4.8 Histograma da diferença entre valores de adição obtidos entre o LED e o Ponto para o OD (A), o Ponto e as Letras para o OD (B) e o LED e as Letras para o OD (C). OD: olho direito; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de ototipos	

imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de ototipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.....	50
Figura 4.9 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o LED e com o Ponto monocularmente.(A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis. OD: olho direito; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos LED: luz pontual branca emitida por um díodo)	51
Figura 4.10 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o LED e com as Letras monocularmente. (A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis. OD: olho direito; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior; LED: luz pontual branca emitida por um díodo).....	52
Figura 4.11 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o Ponto e com as Letras monocularmente. (A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis. OD: olho direito; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos.)	53
Figura 4.12 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o LED e com o Ponto binocularmente.(A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.)	55
Figura 4.13 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o LED e com as Letras binocularmente. (A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.)	56
Figura 4.14 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o Ponto e com as Letras binocularmente.(A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima;.)	57
Figura 4.15 Correlação entre os valores de adição monocular LED – Letras com a idade. (A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis. D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima; LED: luz pontual branca emitida por um díodo).....	63
Figura 4.16 Frequência (A), Intensidade (B) e Incómodo (C) relativos ao sintoma “Deslumbramento”	67
Figura 4.17 Frequência (A), Intensidade (B) e Incómodo (C) relativos ao sintoma “Halos à volta das luzes”	68
Figura 4.18 Frequência (A), Intensidade (B) e Incómodo (C) relativos ao sintoma “Riscos estrelados nas luzes”	69
Figura 5.1 Formação da imagem de um ponto de luz monocromática por um olho com aberração esférica positiva. Reproduzido de: Tscherning, 1900.....	71

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 Caracterização da amostra n= 96	32
Tabela 4.2 Parâmetros refrativos da população da amostra	34
Tabela 4.3 Teste de amostras emparelhadas visando a diferença de graduação entre OD e OE. 35	
Tabela 4.4 Correlação entre a graduação do olho direito e a graduação do olho esquerdo.	36
Tabela 4.5 Valores médios da adição monocular e binocular obtidos com os diferentes métodos	38
Tabela 4.6 Estatística de amostras emparelhadas representando os valores de adição entre OD e OE para cada método.	39
Tabela 4.7 Comparação entre OD e OE com o teste T de Student representando a diferença entre OD e OE para a adição obtida com cada um dos métodos.....	39
Tabela 4.8 Correlações de amostras emparelhadas analisando a correlação entre os valores de adição entre o OD e o OE, obtidos com cada método.....	40
Tabela 4.9 Valores médios de adições monoculares e binoculares para cada método.....	42
Tabela 4.10 Diferença entre a adição monocular e binocular para cada método	42
Tabela 4.11 Correlação entre os valores de adição monocular e binocular	43
Tabela 4.12 Tabela de comparação monocular entre métodos.....	48
Tabela 4.13 Diferença de adição monocular entre os diferentes métodos	48
Tabela 4.14 Correlação dos valores de adição monocular determinada com os diferentes estímulos	51
Tabela 4.15 Comparação binocular entre métodos	54
Tabela 4.15 Correlação entre a refração nova e a adição monocular com os diferentes métodos	58
Tabela 4.16 Correlação entre a refração atualizada monocular para o OD e a adição binocular para os diferentes métodos	59
Tabela 4.17 Prevalência da miopia noturna para diferentes grupos etários considerando o valor absoluto obtido com o LED tanto monocular como binocular.....	60
Tabela 4.18 Prevalência da miopia noturna para diferentes grupos etários considerando o valor absoluto obtido entre a diferença de adição com o LED e com as Letras tanto monocular como binocular.....	62
Tabela 4.19 Correlações entre os sintomas e a atualização da refração	64

Tabela 4.20 Correlação entre os sintomas e a adição com os diferentes métodos	65
Tabela 4.21 Correlação entre os sintomas e a adição obtida a partir da diferença entre LED e Letras.....	66

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Introdução

Os problemas de visão noturna apresentam-se cada vez com maior frequência na prática clínica. Na realidade trata-se de um problema pouco abordado pelos profissionais da visão mas a prática cada vez mais corrente da cirurgia refrativa (César Villa *et al.* 2007) ou implantação de lentes intraoculares multifocais intensifica as queixas dos pacientes relativamente à sua visão noturna. A dificuldade em diferenciar as distintas formas de problemas de visão noturna foi esclarecida por Fan-Paul *et al* (2002), que as classificou em brilhos, diminuição da sensibilidade ao contraste e degradação da imagem (César Villa *et al.*, 2007).

A função visual é mais exigente durante a noite do que durante o dia. Pessoas que normalmente não usam qualquer tipo de correção refrativa, ou mesmo os que já a usam, podem sofrer uma mudança miópica sob condições de baixa iluminação. Os objetos apenas são vistos durante a noite se são mais claros do que o fundo e podem ser discriminados por diferenças subtis no contraste. A acuidade visual é drasticamente influenciada por pequenas diferenças de contraste entre os objetos e o fundo e à noite, a discriminação do contraste é reduzida devido à baixa iluminação. Torna-se portanto bastante relevante determinar em que medida essa alteração miópica afeta a visão noturna da população em geral, uma vez que grande parte dos acidentes de tráfico ocorrem durante a noite.

1.2 Visão diurna versus visão noturna

Os bastonetes são responsáveis pela visão sob condições de baixa iluminação (visão escotópica) e os cones funcionam com níveis de iluminação mais altos (visão fotópica). A visão fotópica torna possível a visão das cores e resolve detalhes finos (20/20 ou mais), mas funciona apenas com bons níveis de iluminação. A visão

escotópica é de mais fraca qualidade no que respeita à resolução de detalhes (20/200 ou menos) e apenas torna possível a discriminação entre sombras de preto e branco. Esta limitação pode ser facilmente confirmada pelo simples fato de, ao entardecer, as diferentes cores de um jardim com flores começam a parecer virtualmente indistinguíveis. No entanto, o sistema escotópico fornece uma sensibilidade melhorada e limiares de baixa detecção sob condições de baixa iluminação. Este sistema recetor permite ao olho humano manter a sensibilidade com um alcance impressionante de diferentes níveis de luz ambiente. Entre os limites da máxima visão fotópica e mínima visão escotópica, o olho consegue funcionar de forma eficiente a mudanças na intensidade luminosa até 1,000,000,000 vezes. A sensibilidade do olho ajusta-se automaticamente a mudanças na iluminação. A iluminação mais fraca com a qual os bastonetes funcionam é equivalente a condições ambiente de uma noite nublada sem luar. A iluminação mais fraca com a qual os cones funcionam é o equivalente a uma noite com cerca de 50% de luar. Além disso um branco que mal possa ser visto pelos bastonetes tem que ser aumentado 1,000 vezes em intensidade até que possa ser visto pelos cones. A intensidade luminosa do sol é aproximadamente 30,000 vezes maior do que a da lua, no entanto o olho consegue funcionar tanto com luz solar intensa como com pouco luar (Robert E. Miller & Thomas J. Tredici, 1992).

1.3 Visão mesópica

Existe o conceito errado de que os bastonetes apenas funcionam durante a noite e os cones apenas durante o dia. Na realidade, ambos cones e bastonetes funcionam num amplo intervalo de níveis de intensidade de luz e, em níveis de iluminação intermédios, funcionam simultaneamente. A zona de transição entre visão fotópica e escotópica, onde o nível de iluminação é equivalente ao anoitecer, é a visão mesópica. Nem os cones nem os bastonetes trabalham com o seu máximo de eficiência, mas ambos contribuem para a percepção visual. Abaixo da intensidade do luar, os cones deixam de funcionar e apenas os bastonetes são responsáveis pelo que é a pura visão escotópica. Na figura 1.1 estão representadas as alterações na percepção de uma imagem dependendo do tipo de fotorrecetor que é estimulado (Robert E. Miller & Thomas J. Tredici, 1992).

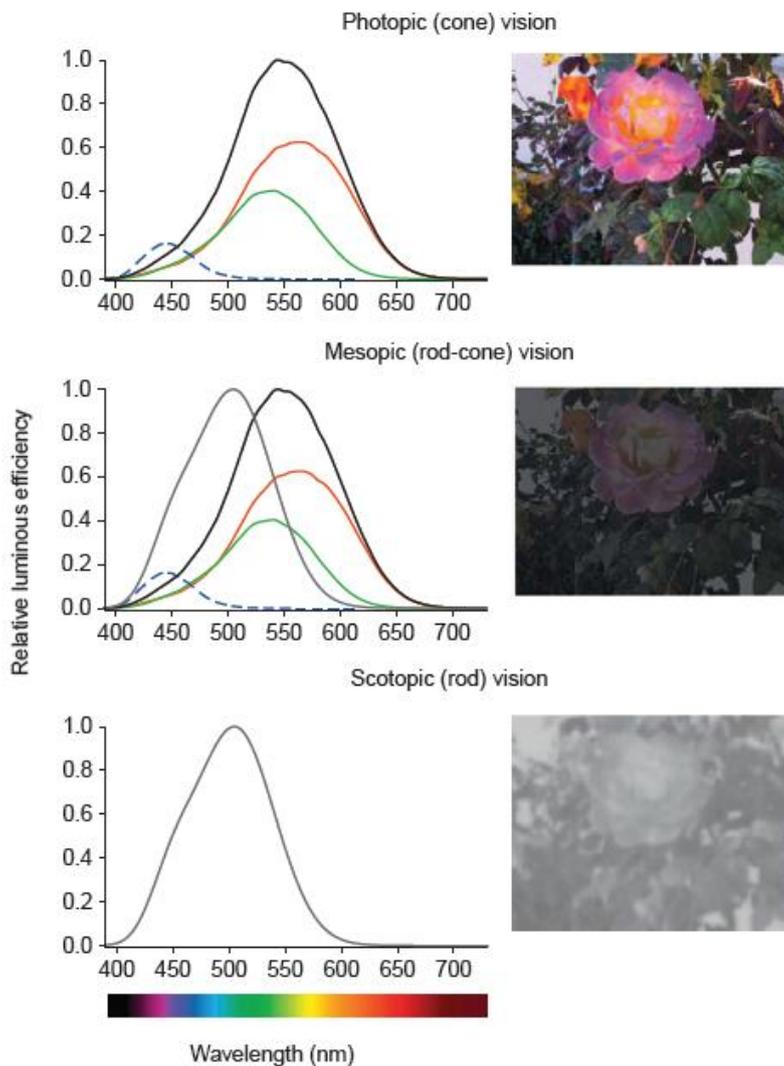


Figura 1.1 Sensibilidade espectral dos fotorreceptores. As fotografias demonstram as mudanças na visão quando o olho se adapta de uma visão fotópica para uma visão mesópica. Reproduzido de: Besharse J. C., Dana R., Dartt D. A. (2010). Encyclopedia of the Eye. Amsterdam: Elsevier/Academic Press.

1.4 Adaptação ao escuro

A adaptação ao escuro é um processo durante o qual o olho se ajusta desde um cenário com iluminação intensa para um cenário com baixa iluminação. Os

mecanismos exatos ainda não estão bem esclarecidos mas sabe-se que são bioquímicos, físicos e neurológicos. Ambos cones e bastonetes contêm químicos sensíveis à luz, os fotopigmentos. O fotopigmento presente nos bastonetes é a rodopsina. Existem três tipos diferentes de fotopigmentos nos cones, os quais são compostos por opsinas um pouco diferentes da rodopsina. Após a exposição à luz, os fotopigmentos são submetidos a uma reação química que converte a energia da luz em atividade elétrica, iniciando impulsos visuais na retina que são conduzidos por fibras nervosas desde a retina até ao cérebro. A reação química inicial é chamada de adaptação à luz e, neste processo, os fotopigmentos são decompostos. A luz intensa decompõe os pigmentos fotorreceptores rápida e completamente, reduzindo deste modo, a sensibilidade à iluminação reduzida. A figura 1.2 demonstra que os cones deixam de trabalhar após alguns minutos em condições de baixa luminosidade dando lugar aos bastonetes. O olho totalmente adaptado ao escuro, no qual a regeneração de fotopigmentos está completa, restaura a sensibilidade da retina até ao seu máximo. Cones e bastonetes diferem no entanto, no seu ritmo de adaptação ao escuro. Os cones atingem o seu máximo de sensibilidade em 5-7 minutos, enquanto que os bastonetes requerem 30-45 minutos ou mais em absoluta escuridão para atingir máxima sensibilidade após a exposição a luz forte. Os cones têm uma taxa mais rápida de regeneração fotoquímica porque funcionam com mais luz do que os bastonetes. No entanto, os cones não alcançam o mesmo nível de sensibilidade dos bastonetes. Os bastonetes adaptam-se vagarosamente a baixa iluminação, mas conseguem alcançar muito mais sensibilidade do que os cones. Dependendo da pré adaptação à luz, a adaptação ao escuro está completa cerca de 80% em 30 minutos, mas pode demorar horas, ou até dias, para adquirir total adaptação ao escuro. Isto pode ser um problema, por exemplo, a conduzir durante o dia e de repente se entrar num túnel.(Robert E. Miller & Thomas J. Tredici, 1992).

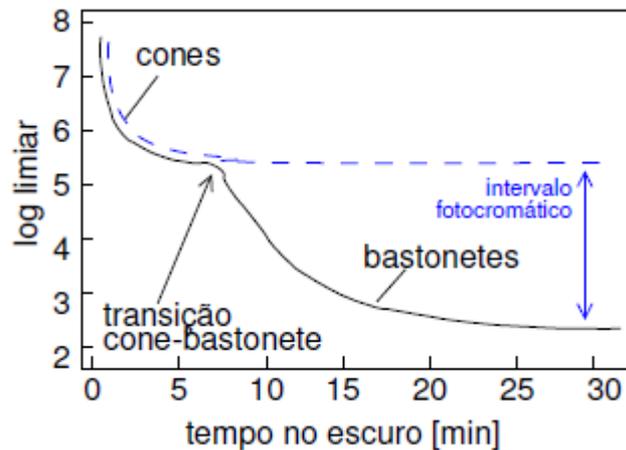


Figura 1.2 Curva de adaptação ao escuro. Dados de Pirenne M. H., Dark Adaptacion and Night Vision. Chapter 5. Em: Davson, H. (ed). The Eye, vol 2. London, Academy Press, 1962

1 .5 Definição de miopia noturna

A miopia noturna refere-se ao fato de, sob condições de baixa iluminação, o olho tornar-se ligeiramente miope. Já no século XVIII se conhecia o problema da miopia noturna. Foi o Astrónomo Real inglês, o Reverendo Nevil Maskelyne (1789) o primeiro a dar-se conta de que necessitava de colocar lentes negativas no seu telescópio para corrigir a sua visão se desejava ver as estrelas à noite (Levene 1965).

“To see day objects with most distinctness, I require a less concave lens by one degree than for seeing the stars best by night “. Na transcrição do texto escrito por Levene, Maskelyne afirma que para ver objetos mais nitidamente durante o dia, necessitava de lentes menos côncavas do que para ver bem as estrelas à noite.

“The normal eye becomes nearsighted at low luminance levels.”- Lord Rayleigh, 1883. Cerca de cem anos mais tarde, Lord Rayleigh concluiu o mesmo e sugeriu que este problema seria devido a uma pupila mais dilatada durante a noite. Defendia ainda que as pessoas emétopes eram míopes em condições de baixa iluminação sendo portanto uma miopia fisiológica. Aparentemente, segundo Levene, Lord Rayleigh não tinha conhecimento da descoberta feita anteriormente por

Maskelyne. Esta descoberta foi atribuída a Lord Rayleigh por muitos incluindo Otero (1951) e outros.

Este fenómeno ganhou ainda mais importância durante e após a II Guerra Mundial por motivos militares, e por esta razão, dois investigadores Espanhóis, Duran e Otero do Instituto de Óptica “Daza de Valdés”, em Madrid, investigaram este tema, sendo as primeiras evidências científicas modernas sobre a miopia noturna atribuídas aos mesmos (Otero *et al.* 1949; Otero and Duran 1943). Simultaneamente outros investigadores também se debruçaram sobre o tema (Wald & Griffin 1947; Koomen *et al.* 1951; Richards 1967) e o uso de lentes corretoras foi defendido mais tarde (Richards 1978). A miopia noturna pode apresentar valores até 4.00 D, mas os valores mais típicos encontram-se à volta de 1.00 D, não existindo diferenças entre míopes, emetropes ou hipermetropes (Fejer e Girgis, 1992; Charman W.N, 1996). Ainda não se sabe definitivamente qual é a sua etiologia mas estará relacionada com a acomodação e com as aberrações oculares, tendo sido propostos como fatores etiológicos: o maior impacto da aberração esférica devido à dilatação pupilar na escuridão, a aberração cromática e o aumento de curvatura do cristalino como tentativa de diminuição das aberrações esféricas provocadas pelo aumento do diâmetro pupilar (Rosenfield, 1994). Mais recentemente foi constatado que parte do fenómeno de miopia noturna pode ser explicada pelo tipo de estímulo visual que nos é apresentado em tarefas desempenhadas durante a noite (López-Gil N. *et al.* 2012).

Apesar de a miopia noturna ser bastante comum, não deixa de ser preocupante, sobretudo no caso dos condutores, aos quais se recomenda o uso de lentes corretoras, a fim de evitar acidentes indesejados durante a noite. Para além disso, certos procedimentos refrativos como a cirurgia refrativa, podem agravar esta condição por causa das diferentes potências da córnea nas áreas dentro do tamanho da pupila sob condições de baixa iluminação. Apesar das implicações desta condição na qualidade de vida dos pacientes, é normalmente subestimada pelos profissionais da visão. No entanto, existem atualmente abordagens clínicas, que utilizando ou não tecnologia avançada, podem proporcionar informações relevantes para quantificar e, eventualmente, compensar esta condição no contexto da prática clínica.

1.6 Possíveis fatores associados á manifestação da miopia noturna

Esta condição clínica é atribuída a cinco fatores principais:

1) Resposta acomodativa inadequada em condições de baixa iluminação;

Existe um aumento acomodativo para compensar os efeitos da desfocagem provocada pela aberração esférica quando a pupila dilata, como constatado por Otero e Duran que mostraram a relação entre a acomodação e a miopia noturna através de várias experiências em que mediram, entre outros parâmetros, a aberração esférica do olho e demonstraram como esta se altera durante a acomodação . Também constatado por Leibowitz *et al.* (1976): “ a focagem do olho tende a voltar passivamente para uma característica posição intermédia de descanso ou dark-focus sempre que o estímulo da acomodação é reduzido ou quando a qualidade da imagem é independente da focagem.”

2) Aberração cromática;

Como cada cor tem comprimentos de onda diferentes, a imagem formada, correspondente aos raios azuis (comprimentos de onda mais curtos), forma-se antes do que a dos raios vermelhos (comprimentos de onda mais longos), fato mais acentuado nas bordas.

3) O efeito de Purkinje;

Se o estado refrativo for medido no comprimento de onda de máxima sensibilidade para os bastonetes (504 nm) a aberração ocular cromática vai fazer parecer o olho escotópico relativamente míope comparado com uma medição tomada no máximo de sensibilidade fotópica (555 nm) . Este fenómeno denomina-se “deslocação de Purkinje” e encontra-se ilustrado na figura 1.3

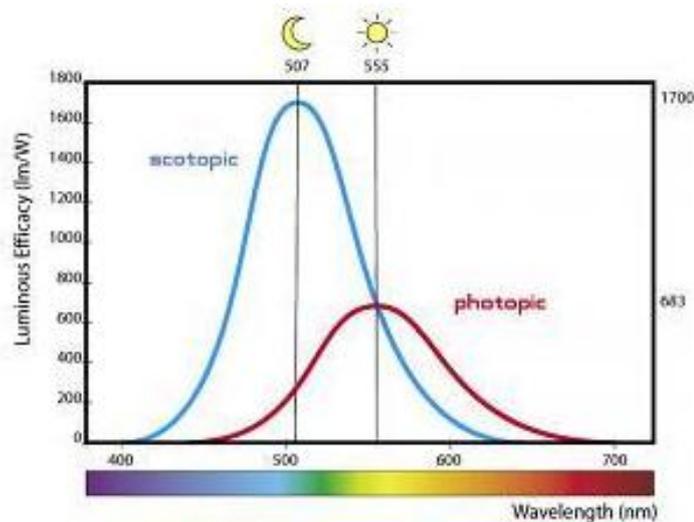


Figura 1.3 Efeito de Purkinje. Retirado de www.britannica.com.

4) Aberração esférica relacionada com o aumento do tamanho da pupila sob baixa iluminação;

Esta teoria é baseada no fato de a maioria dos olhos terem aberração esférica positiva quando a acomodação está relaxada (Salmon & Van de Pol, 2006). Este efeito provoca um aumento do defeito refrativo miópico para os raios que entram por posições mais marginais da pupila. Tal como a desfocagem, o efeito de desfocado provocado pela aberração esférica aumenta quando a pupila dilata, o que implica que os efeitos visuais da aberração esférica sejam mais visíveis sob condições de baixa iluminação. No entanto, alguns investigadores (Yoon *et al.* 2008; van Gaalen *et al.* 2009) demonstraram que o efeito da aberração esférica é demasiado reduzido para afetar a magnitude de miopia noturna num olho normal.

5) Ausência de efeito Stiles-Crawford nos bastonetes;

Em condições fotópicas os fotorreceptores dão mais importância à luz que incide perpendicularmente no olho passando pelo centro da pupila. Este efeito faz com que os cones deem mais importância aos raios que chegam pelo centro da pupila,

ignorando parcialmente a informação que chega pela periferia da pupila (mais convergentes). Este é o Efeito Stiles-Crawford e trata-se de um mecanismo natural de apodização que retira importância à luz que entra pelas zonas mais periféricas do olho (geralmente afetadas por aberrações mais altas) e que contribui para degradar a qualidade da imagem. Deste modo, a luz que entra no olho pelo centro da pupila em condições fotópicas tem um “peso” relativo maior do que a que entra pelas regiões marginais. Como os bastonetes não possuem essa propriedade, não podem fazer o mesmo, pelo que o efeito da aberração esférica positiva se manifesta mais do que o faria para a visão fotópica em iguais condições de dilatação pupilar.

5) Estímulo visual e tarefa visual;

Num estudo realizado por López-Gil, N. *et al.* (2012), foi constatado que sob condições fotópicas o olho se torna mais míope se o estímulo se tratar de um ponto de luz num fundo escuro comparativamente a letras negras sobre um fundo branco, confirmando assim que parte deste fenómeno é explicada pela natureza do estímulo e da tarefa visual. Nestas condições, o efeito da aberração esférica é mais notável, e pensa-se que assim o olho disponha um mecanismo adicional para regular a sua qualidade visual. Nestas circunstâncias, se o sistema visual dispõe de algum mecanismo para compensar o desfocado induzido pela acomodação, adota uma condição de contração do músculo ciliar, para que através da acomodação, possa em simultâneo reduzir a sua aberração esférica positiva.

1.7 Sintomas da miopia noturna

Segundo um artigo de Moumita Biswas (2012) esta condição é normalmente caracterizada pelos seguintes sintomas:

1. Visão desfocada apenas em condições de baixa iluminação

2. Desconforto visual mantendo a fixação num nível baixo de iluminação
3. Dificuldade na visão noturna
4. Halos ao redor das luzes

1.8 Prevalência da miopia noturna

Segundo um estudo de Fejer & Girgis em 1992, , a miopia noturna afecta cerca de 38% de pessoas com idades compreendidas entre os 16 e 25 anos e 17% de pessoas entre 16 e 80 anos. Neste estudo verificou-se também que o grupo de idades 16-25 anos, 38% tinham miopia noturna de $-0,75D$ ou mais e 4% tinha $-2,50$ ou mais (Fejer T.P. *et al*, 1992). Tudo isto indica que este problema é mais frequente nos mais jovens. Também num estudo realizado em indivíduos em idade escolar a media obtida de miopia noturna era de $1.52D$ com um desvio padrão de $0.77D$ e um intervalo de 0 a $4.00D$ (Leibowitz & Owens, 1978).

1.9 Determinação da miopia noturna

Na base de trabalho de Owens and Leibowitz (1976) e por Owen *et al*. (1980), foi sugerido que a adição de lentes negativas pode ser conseguida através de uma retinosopia num gabinete escuro (Goss and Eskridge, 1987). Outros estudos realizados, como o de Cohen Y. *et al* (2007) determinavam a miopia noturna calculando a diferença de refração obtida com um auto-refratómetro apresentando o estímulo de fixação e a refração obtida numa sala escura com o estímulo de fixação do aparelho desligado.

Mais recentemente López-Gil *et al* (2012) mediram objetiva e subjetivamente o valor de miopia noturna através da fixação de dois tipos de estímulos: letras sob um fundo branco e uma fonte de luz pontual sob um fundo escuro. O clinico deve no entanto descartar condições patológicas, deficiências de vitamina A, glaucoma, ou opacidades dos meios oculares, como causas de má visão noturna (Carr, 1969). De

qualquer das formas ainda não existe um consenso acerca do melhor método de determinação desta condição.

1.10 Compensação da miopia noturna

Pode ser apropriado corrigir miopia muito baixa na visão noturna. Para pacientes que reportam desfocado visual noturno e que já usam lentes para correção de miopia, lentes negativas adicionais podem ser prescritas apenas para uso noturno, tal como na condução noturna. Muitos autores propuseram que esta correção deveria ser igual a metade do *dark focus* tendo em conta o fato de, na condução noturna, sempre haver algum tipo de iluminação nas estradas (Owens and Leibowitz, 1976; Hope and Rubin, 1984; Arnaud and Frenette, 1996). No entanto, Kotulak *et al.* (1995) sugerem que a correção deveria ser aumentada até igualar o *dark focus* para aqueles pacientes com baixos rácios AC/A. Experiências em que foi utilizado algum tipo de correção para condução noturna produziram resultados questionáveis, com alguns condutores a confirmar o benefício de dita correção e outros que defendiam que a mesma piorava a qualidade da sua visão (Richards, 1967, 1978; Sheard, 1976; Owens and Leibowitz, 1976; Fejer, 1995).

1.11 Diagnóstico diferencial - Cegueira Noturna

A verdadeira cegueira noturna ou nictalopia é pouco frequente. Pode ser causada por uma deficiência de vitamina A a longo prazo, como pode decorrer de alcoolismo, absorção de gorduras deficiente e doenças do fígado. As condições retinianas que podem causar cegueira noturna são glaucoma, toxicidade e inúmeras desordens hereditárias além de opacidades nos meios intra oculares (Carr, 1969; Roy, 1989).

Uma dessas desordens hereditárias é a retinose pigmentar que também está associada à nictalopia uma vez que causa perda progressiva da função dos bastonetes, seguida por uma disfunção dos cones que frequentemente leva à cegueira completa (Zobor D, Zrenner E., 2012). Outra condição a salientar é a ausência de bastonetes (fotorreceptores responsáveis pela visão noturna) que resulta numa perda de visão

periférica, já que estes se encontram maioritariamente na periferia da retina. Esta perda da visão periférica frequentemente resulta em cegueira noturna.

2. OBJETIVO E HIPÓTESE DE TRABALHO

2.1 Objectivos

Este trabalho de investigação pretende determinar qual a prevalência de miopia noturna numa amostra alargada de população, determinar o valor da mesma no âmbito de uma consulta optométrica regular com recurso a diferentes métodos e estabelecer possíveis relações entre os valores encontrados, os diferentes métodos e a sintomatologia apresentada pelos pacientes.

Com a realização deste projeto de investigação pretendo:

- 1) Determinar qual a sintomatologia associada à visão noturna numa população clínica;
- 2) Determinar a prevalência da miopia noturna numa amostra de diferentes idades da população geral que acode a uma consulta de optometria;
- 3) Comparar os resultados de diversos métodos de determinação da refração em condições de baixa iluminação recorrendo a diversos estímulos.

2.2 Hipótese de trabalho

- 1) A miopia noturna com valores iguais ou superiores a $-0,50$ D é frequente na população geral e é possível ser determinada no consultório recorrendo a estímulos visuais apropriados;
- 2) Existem diferenças significativas entre os diferentes métodos de determinação utilizados;
- 3) A prevalência da miopia noturna é mais baixa, embora esteja presente em pacientes adultos presbítas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do trabalho proposto foi realizado um questionário aos potenciais candidatos a participar no estudo para conhecer a sua sintomatologia e problemas associados à visão noturna. O questionário utilizado neste estudo foi o QoV (The Quality of Vision Questionaire), desenvolvido por Colm McAlinden e colaboradores (2010) que permite avaliar subjetivamente a qualidade de visão e foi entregue a cada candidato para posterior avaliação optométrica. A determinação do valor de miopia noturna de cada candidato foi efetuada no gabinete controlando o nível de iluminação e também usando uma luz pontual LED conectada a um recetor USB, para que a distorção luminosa seja mais perceptível para o paciente.

Foi ainda necessário todo o equipamento indispensável para realizar uma consulta de optometria completa prévia à inclusão dos pacientes no estudo e ainda como material de apoio para a determinação da própria miopia noturna.

3.1 Amostra

Foram avaliados 96 pacientes durante os meses de fevereiro, março e abril de 2012, dos quais 54,74% eram do sexo feminino e 45,26% eram do sexo masculino. A idade da população variava entre os 15 e os 64 anos tendo uma média de $36,98 \pm 13,84$ e será descrita em mais pormenor na secção de Resultados. Por uma razão de logística a avaliação foi feita nas instalações da óptica Alain Afflelou sita em Algeciras (Cádiz, Espanha). De acordo com a declaração de Helsínquia foi explicado a cada participante a natureza deste estudo, tendo todos eles assinado um consentimento informado. Os participantes responderam ao questionário QoV antes da respetiva avaliação clínica. Os critérios de inclusão para este estudo foram:

- Idade compreendida entre os 15 e os 65 anos
- Refração entre +6,00D e -10,00D de esfera e astigmatismo inferior a 4D

- AV superior a 0,8 no pior olho e uma diferença inferior a 2 linhas entre ambos os olhos para descartar a presença de ambliopia significativa
- Ausência de patologia ocular conhecida
- Ausência patológica sistêmica com envolvimento ocular manifesto ou com possibilidade de causar miopia noturna (p.e. deficiência de vitamina A; alcoolismo, etc)
- Ausência de catarata ou opacidade de meios
- Ausência de lesões corneais (superiores a grau II)
- Ausência de cirurgias refrativas prévias

3.2 Material utilizado na avaliação clínica

Para a realização deste trabalho foi utilizado um Auto-refractómetro Kowa KA-1000, um foróptero Essilor RTE 60 para determinar a refração subjetiva atual do paciente, um frontofocómetro Tomey TL-2000A utilizado para determinar a refração habitual do paciente, um projetor de optótipos Essilor CPE 60 e um LED conectado a uma entrada USB de um computador como fonte de alimentação, ambos para determinar o ajuste subjetivo necessário em condições de baixa iluminação.

3.3 Procedimentos de avaliação clínica

3.3.1 Avaliação clínica prévia

Previamente foi realizada uma consulta de optometria para avaliar se a refração de cada paciente se encontrava atualizada de forma a posteriormente fazer as restantes medições em condições de correção fotópica otimizada. Foi realizado o AR a cada olho com o olho contra-lateral ocluído, retinoscopia em sala escura, subjetivo de VL e

subjetivo de VP. O valor final do subjetivo era o máximo positivo que permitia ao paciente atingir a máxima acuidade visual. Esta avaliação (RxNova) tem por finalidade determinar se os pacientes tinham atualizada a sua correção visual habitual (RxHab).

3.3.2 Método de Thibos

Thibos (1997) foi o autor de uma fórmula de representação do erro refrativo de forma a simplificar todas as operações matemáticas.

Na análise dos componentes vetoriais o erro refrativo é representado em três vetores: M, J0 e J45, sendo M o valor do equivalente esférico e J0 e J45 dizem respeito à componente astigmática da refração.

- O vetor M é calculado adicionando à esfera metade do valor do cilindro (equação 1).
- O J0 expressa as diferenças no poder dióptrico entre o meridiano horizontal e vertical, sendo positivo para astigmatismo à regra e negativo para astigmatismo contra a regra (equação 2).
- O J45 representa o valor do astigmatismo oblíquo, sendo positivo para astigmatismo cujo eixo negativo está nos 45° e negativo para astigmatismo cujo eixo negativo está nos 135° (equação 3). Neste trabalho foi utilizado este método para representar a refração de cada paciente.

$$M = \text{esfera} + \frac{\text{cilindro}}{2} \quad \text{Equação 1}$$

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

$$J45 = \frac{-\text{cilindro}}{2} \times \text{sen}(2 \times \text{eixo}) \quad \text{Equação 3}$$

3.3.3 Questionário Quality of Vision (QoV)

Este questionário foi preenchido pelos pacientes antes ou após a avaliação clínica. Consiste num questionário desenvolvido por McAlinden *et al.* (2010) e consiste em 30 perguntas acerca de 10 sintomas, sendo cada um dos mesmos classificado tendo em conta a frequência, severidade e incomodo. Os sintomas acerca dos quais o paciente é questionado são os seguintes:

- Deslumbramento
- Halos ao redor das luzes
- Riscos estrelados
- Visão nublada
- Visão desfocada
- Visão distorcida
- Visão dupla/múltipla
- Flutuações na visão
- Dificuldade em focar
- Dificuldade na percepção da distância ou profundidade

O preenchimento do questionário foi suportado por imagens ilustradas, como as representadas na figura 3.1, dos referidos sintomas (ver anexo). Os resultados foram processados numa folha Excel fornecida pelo autor e foram desta forma calculados os três parâmetros de qualidade de visão subjetiva: frequência, severidade e incómodo. O autor não facilita a fórmula de cálculo.

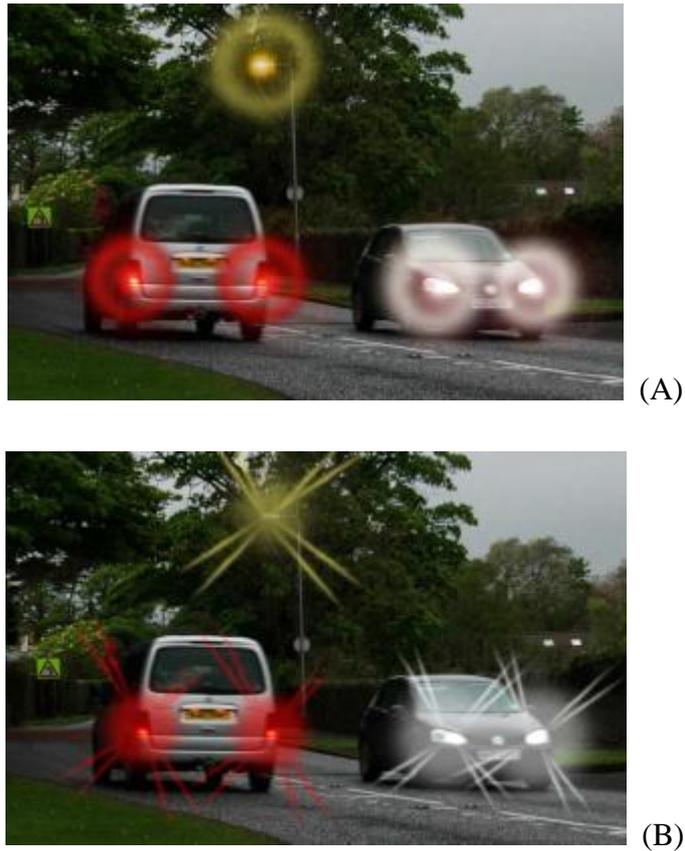


Figura 3.1 Exemplo representativo de uma visão com “Halos ao redor das luzes” (A) e “Riscos estrelados ” (B). McAlinden *et al* (2010).

3.3.4 Ajuste subjetivo do estado refrativo ótimo em condições de baixa iluminação

Com todas as luzes do gabinete apagadas, ficando iluminado apenas com a projeção do optotipo ou o LED, o próprio paciente auto-ajusta a esfera no foróptero até obter a imagem mais nítida possível. No caso de dúvida optava-se pela lente mais positiva. Este procedimento foi realizado monocularmente e binocularmente com três repetições das quais era obtido o valor médio após reajustar o disco de lentes ao ponto inicial por parte do investigador. Os estímulos visuais são uma linha de AV, o ponto do ecrã do projetor de optotipos e um ponto de luz LED como está ilustrado na figura 3.2. Com o ecrã de letras o paciente tinha como objetivo conseguir a máxima legibilidade das mesmas, já com ponto de fixação e o LED deveriam aparecer o mais pequeno e brilhante possível com as menores imperfeições possíveis à sua volta. A distância do foróptero ao projetor de optotipos foi de 3,60 m.

A este valor será dado o nome de “adição” no contexto desta dissertação. Não deverá no entanto ser confundida com o conceito de adição necessário para visão próxima.

- Com ecrã de letras: a linha de AV imediatamente inferior à máxima do paciente.

- Paciente auto-ajusta o foróptero

- Monocularmente (3 repetições para cada olho)

- Binocularmente (3 repetições)

- Com ecrã e ponto de fixação: utilizado o ponto de fixação do projetor de optotipos.

- Paciente auto-ajusta o foróptero

- Monocularmente (3 repetições para cada olho)

- Binocularmente (3 repetições)

- Com LED: trata-se de uma pequena fonte de luz pontual branca emitida por um díodo, com ângulo subtendido de 0,86 minutos de arco à distância de análise e intensidade de 70 mcd

- Paciente auto-ajusta o foróptero

- Monocularmente (3 repetições para cada olho)

- Binocularmente (3 repetições)

P N A U H
T Z B P O
T D Z S V (A)

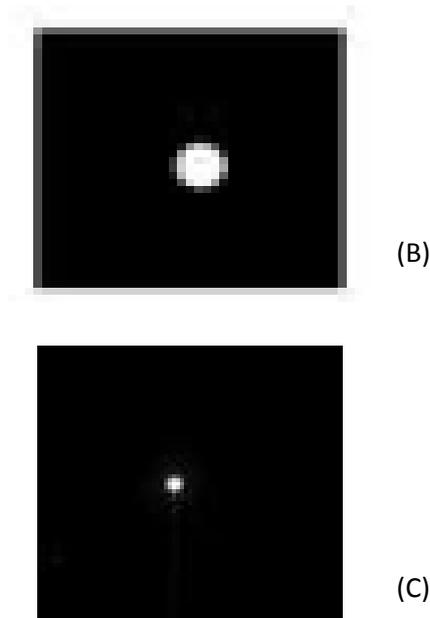


Figura 3.2 A figura representa os três tipos de estímulos utilizados: o ecrã de letras (A), o ponto de fixação do projetor (B) e o LED (C).

3.4 Análise Estatística

Os procedimentos estatísticos que a seguir se descrevem foram aplicados de forma a garantir a veracidade estatística das conclusões apresentadas.

Os dados biográficos dos pacientes são apresentados em termos de média e desvio padrão.

A análise ao questionário Quality of Vision (QoV) foi realizada de acordo com as indicações fornecidas pelos autores (McAlinden *et al.* 2010) de forma a obter três parâmetros de qualidade de visão (frequência, severidade e incómodo) para cada um dos pacientes analisados a partir das 30 questões originais que constam no questionário.

A análise estatística foi realizada com o programa SPSS versão 19 (SPSS Inc, Chicago, IL). Dado o tamanho da amostra e o fato de se terem verificado os criterios de normalidade através do teste de Kolmogorov-Smirnov foram utilizados os seguintes testes:

3.4.1 Testes paramétricos

O teste paramétrico utilizado foi o teste T de Student quer para amostras emparelhadas quer para amostras independentes.

3.4.2 Testes de correlação

O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida da associação linear entre variáveis quantitativas e varia entre -1 e 1 . Quanto mais próximo estiver dos valores extremos, tanto maior é a associação entre as variáveis, podendo esta associação ser direta ou inversamente relacionada.

3.5 Determinação do valor médio e prevalência da miopia noturna

Os valores médios de miopia noturna foram calculados tendo em conta os valores absolutos obtidos com o LED, tanto monocular como binocularmente. A prevalência desta condição foi calculada considerando valores $\geq -0,75D$ tal como efetuado por outros investigadores e se possam comparar resultados. Foi também calculada a prevalência tendo em conta os valores $\geq -0,50D$ por considerar que a miopia noturna deve ser corrigida a partir deste valor. Tal como considerado no estudo efetuado por Lopez-Gil e colaboradores (2012) o valor de miopia noturna considerado tem em conta a diferença entre a adição obtida com LED e Letras para cada paciente.

4. RESULTADOS

4.1 Caraterização da amostra

Na tabela 4.1 apresenta-se a caraterização da população da amostra tendo em conta a idade, o sexo, a percentagem da população que já usa correção (usuários de óculos ou lentes de contacto) e ainda que percentagem necessita de uma atualização da refração na altura da consulta de recolha de dados para este trabalho.

Tabela 4.1 Caraterização da amostra n= 96

Parâmetro	Descrição
Idade	36,98± 13,84 (15 aos 64 anos)
Sexo	54,74% feminino 45,26% masculino
Correção VL	56,84% usa 61,12% usa óculos 38,88% usa LC 43,16% não usa óculos
Mudança a refração	51,58% muda a refração 48,42% não muda a refração

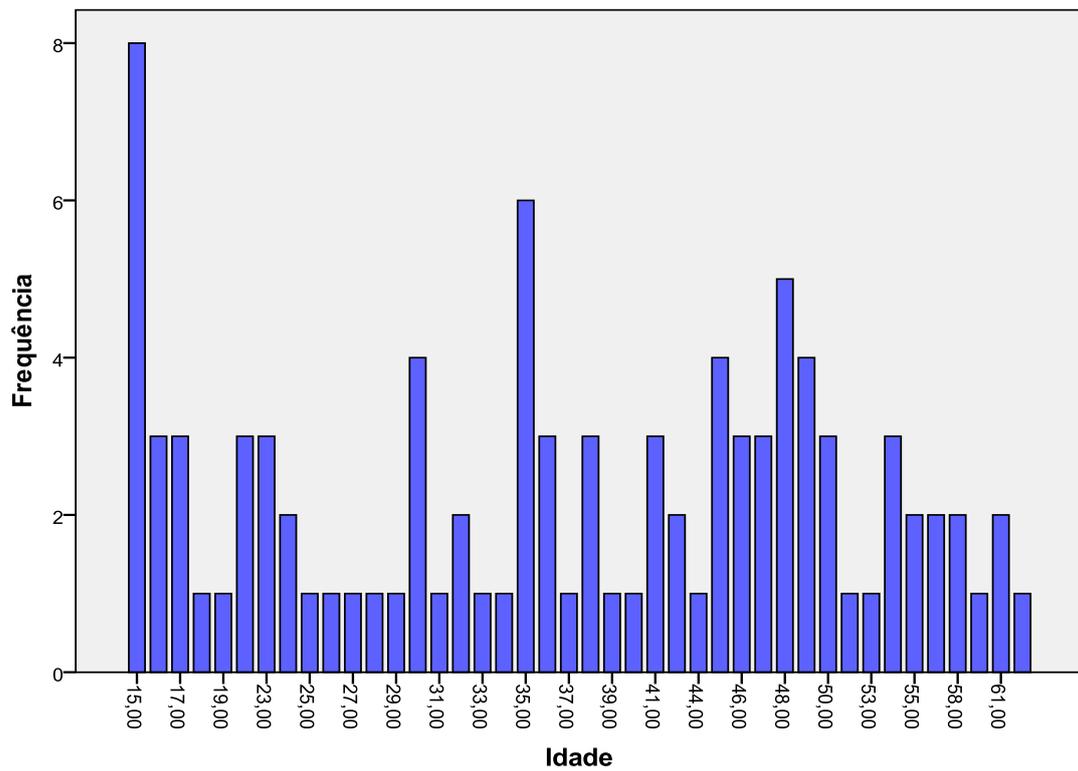


Figura 4.1. Histograma da distribuição da amostra por idade

Na tabela 4.2 estão representados os *parâmetros refrativos* da população da amostra após a sua decomposição nos componentes vectoriais M, J0 e J45. Esta decomposição da graduação está explicada na secção anterior Métodos.

Tabela 4.2 Parâmetros refrativos da população da amostra

	Mínimo	Máximo	Média		Desvio padrão
	Estatística	Estatística	Estatística	Erro padrão	Estatística
M_AROD	-5,63	5,75	-0,42	0,21	2,08
J0_AROD	-1,24	1,13	0,01	0,04	0,39
J45_AROD	-0,62	0,61	0,01	0,02	0,20
M_AROE	-5,00	6,0	-0,35	0,20	1,98
J0_AROE	-1,74	1,97	0,01	0,05	0,54
J45_AROE	-0,92	1,00	0,06	0,03	0,25
M_RxHabOD	-5,50	4,25	-0,31	0,17	1,62
J0_RxHabOD	-0,88	1,50	0,03	0,03	0,31
J45_RxHabOD	-0,49	0,80	0,02	0,02	0,17
M_RxHabOE	-4,75	4,00	-0,22	0,16	1,52
J0_RxHabOE	-1,43	1,76	0,04	0,04	0,39
J45_RxHabOE	-0,96	0,96	0,01	0,02	0,22
M_RxNovaOD	-5,50	4,75	-0,32	0,18	1,78
J0_RxNovaOD	-1,25	1,50	-0,01	0,04	0,35
J45_RxNovaOD	-0,80	0,80	0,01	0,02	0,19
M_RxNovaOE	-5,00	4,50	-0,27	0,17	1,66
J0_RxNovaOE	-1,72	1,76	-0,01	0,05	0,48
J45_RxNovaOE	-0,96	0,96	0,04	0,02	0,24

M: valor esférico equivalente da refração; J0 e J45: componente horizontal e oblíqua, respetivamente da refração astigmática; AR: refração determinada com o autorefratômetro; RxHab: refração habitual; RxNova: nova refração determinada

Na tabela 4.3 está representada a diferença entre cada componente vetorial da refração para os valores obtidos com o auto-refratômetro, a refração habitual e a refração atualizada do paciente.

Tabela 4.3 Teste de amostras emparelhadas visando a diferença de graduação entre OD e OE

	Diferenças emparelhadas						Valor t	Graus de Liberdade	Significância	
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão Médio	Intervalo de confiança 95% para as diferenças						
				Limite inferior	Limite superior					
Par 1	M_AROD	-	-0,07	0,57	0,06	-0,19	0,05	-1,20	95	0,236
	M_AROE									
Par 2	J0_AROD	-	0,00	0,36	0,04	-0,07	0,07	0,01	95	0,992
	J0_AROE									
Par 3	J45_AROD	-	-0,05	0,38	0,04	-0,12	0,03	-1,16	95	0,240
	J45_AROE									
Par 4	M_RxHabOD	-	-0,09	0,43	0,04	-0,18	-0,00	-1,99	95	0,050
	M_RxHabOE									
Par 5	J0_RxHabOD	-	-0,01	0,31	0,03	-0,07	0,05	-0,32	95	0,747
	J0_RxHabOE									
Par 6	J45_RxHabOD	-	0,01	0,31	0,03	-0,06	0,07	0,17	95	0,869
	J45_RxHabOE									
Par 7	M_RxNovaOD	-	-0,05	0,48	0,05	-0,14	0,05	-0,97	95	0,336
	M_RxNovaOE									
Par 8	J0_RxNovaOD	-	-0,01	0,30	0,03	-0,07	0,05	-0,27	95	0,787
	J0_RxNovaOE									
Par 9	J45_RxNovaOD	-	-0,02	0,38	0,04	-0,10	0,05	-0,64	95	0,527
	J45_RxNovaOE									

M: valor esférico equivalente da refração; J0 e J45: componente horizontal e oblíqua, respetivamente da refração astigmática; AR: refração determinada com o autorefratómetro; RxHab: refração habitual; Rx Nova: nova refração determinada

Pela análise da tabela pode-se comprovar através dos valores das médias, que em geral, a refração do OD é ligeiramente mais negativa do que a do OE. Embora o OD e OE estejam correlacionados, existe assimetria entre eles. No entanto esta diferença não é estatisticamente significativa ($p>0,05$).

4.2 Teste-T para amostras dependentes

Para determinar a eventual correlação entre os dados de ambos olhos do mesmo paciente, foi determinada a correlação entre os valores de ambos os olhos mediante a correlação de Pearson e foi feito um Teste-T para amostras dependentes.

Tabela 4.4 Correlação entre a graduação do olho direito e a graduação do olho esquerdo.

		Correlação	Significância
Par 1	M_AROD & M_AROE	0,962	<0,001
Par 2	J0_AROD & J0_AROE	0,739	<0,001
Par 3	J45_AROD & J45_AROE	-0,454	<0,001
Par 4	M_RxHabOD & M_RxHabOE	0,965	<0,001
Par 5	J0_RxHabOD & J0_RxHabOE	0,615	<0,001
Par 6	J45_RxHabOD & J45_RxHabOE	-0,291	0,004
Par 7	M_RxNovaOD & M_RxNovaOE	0,963	<0,001
Par 8	J0_RxNovaOD & J0_RxNovaOE	0,778	<0,001
Par 9	J45_RxNovaOD & J45_RxNovaOE	-0,519	<0,001

M: valor esférico equivalente da refração; J0 e J45: componente horizontal e oblíqua, respectivamente da refração astigmática; AR: refração determinada com o autorefratômetro; RxHab: refração habitual; RxNova: nova refração determinada

Como se pode constatar pelos valores da tabela 4.4 (correlação entre OD e OE para os valores do M, J0 e J45 obtidos com a graduação do Auto-refratômetro, a graduação habitual do paciente e a nova graduação), existe uma correlação forte entre o OD e o OE e esta é estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Esta correlação é mais forte para o valor do M que se trata do equivalente esférico. Assume-se portanto que OD e OE estão correlacionados sendo que daqui em diante para evitar a duplicação da amostra, apenas os resultados correspondentes ao OD foram considerados nas análises posteriores.

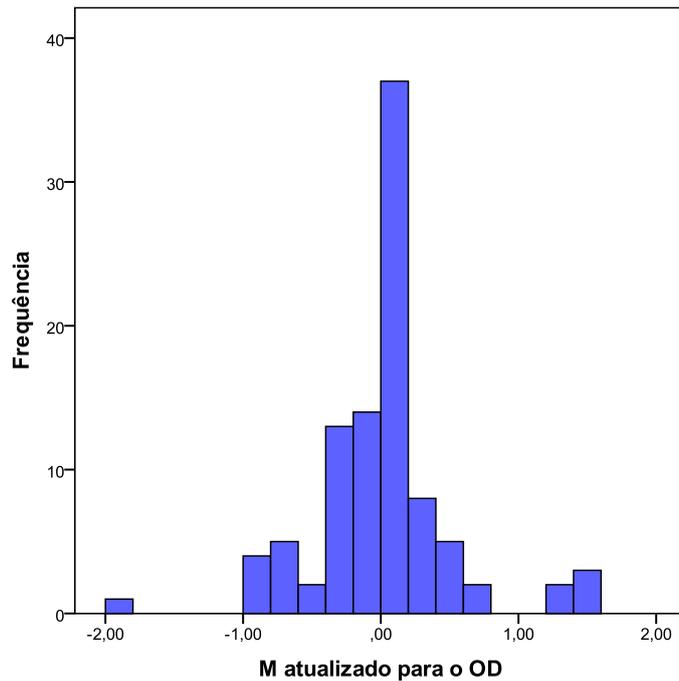


Figura 4.2 Histograma de frequências da refração atualizada tendo em conta o equivalente esférico. (M: equivalente esférico; OD: olho direito)

O gráfico da figura 4.2 demonstra uma tendência para a refração atualizada da população da amostra se deslocar no sentido miópico, apesar de grande parte não ter praticamente alterado de refração.

4.3 Análise descritiva da miopia noturna na população analisada

A tabela 4.5 pretende fazer uma análise descritiva dos valores das diferentes adições de lentes negativas para OD, OE e AO e para cada método.

Tabela 4.5 Valores médios da adição monocular e binocular obtidos com os diferentes métodos

	N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão	Máximo	Mínimo
		Estatística	Estatística		Estatística	Estatística
Adição com Letras para OD	96	-0,18	0,21	0,02	0,00	-0,75
Adição com Letras para OE	96	-0,20	0,23	0,02	0,00	-0,75
Adição com Letras para AO	96	-0,15	0,23	0,02	0,00	-1,00
Adição com Ponto para OD	96	-0,38	0,33	0,03	0,00	-1,25
Adição com Ponto para OE	96	-0,39	0,35	0,04	0,00	-1,42
Adição com Ponto para AO	96	-0,34	0,33	0,03	0,00	-1,25
Adição com LED para OD	96	-0,61	0,53	0,05	0,00	-2,17
Adição com LED para OE	96	-0,61	0,49	0,05	0,00	-2,00
Adição com LED para AO	96	-0,54	0,46	0,05	0,00	-2,00

OD: olho direito; OE: olho esquerdo; AO: ambos os olhos; Add: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Como se pode verificar, o valor mais miópico foi encontrado para o OD quando determinado com o LED (-2,17 D) e o valor menos miópico foi encontrado tanto para o OD como para o OE quando determinado com as Letras (-0,75 D). Verifica-se também que os valores médios mais altos de adição negativa encontram-se para os resultados medidos com o LED monocularmente. Pode-se também constatar que os valores médios binoculares são sempre mais baixos do que os monoculares.

Os valores mais dispersos correspondem aos medidos com o LED para o OD pois apresentam um valor mais alto de desvio padrão.

4.3.1 Análise inter-ocular (OD vs OE)

As seguintes tabelas (4.6, 4.7 e 4.8) pretendem analisar as correlações entre OD e OE em termos de adição obtida com cada método.

Tabela 4.6 Estatística de amostras emparelhadas representando os valores de adição entre OD e OE para cada método.

		Média	Desvio Padrão	Erro Padrão Médio
Par 1	Adição com Letras para OD	-0,18	0,21	0,02
	Adição com Letras para OE	-0,20	0,23	0,02
Par 2	Adição com Ponto para OD	-0,38	0,33	0,03
	Adição com Ponto para OE	-0,39	0,35	0,04
Par 3	Adição com LED para OD	-0,61	0,53	0,05
	Adição com LED para OE	-0,61	0,49	0,05

OD: olho direito; OE: olho esquerdo; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Os resultados que figuram nesta tabela encontram-se igualmente representados na tabela 4.5. Verifica-se que os valores mais altos de adição foram conseguidos através da medição com o LED, seguindo-se a medição com o Ponto e por último, apresentando os valores médios mais baixos está a medição obtida com as Letras.

Tabela 4.7 Comparação entre OD e OE com o teste T de Student representando a diferença entre OD e OE para a adição obtida com cada um dos métodos.

		Diferenças emparelhadas					Valor t	Graus de liberdade	Significância
		Média	Desvio padrão	Erro Padrão Médio	Intervalo de confiança 95% para as diferenças				
					Limite Inferior	Limite Superior			
Par 1	Diferença OD-OE (para a Adição com as Letras)	0,02	0,16	0,02	-0,01	0,05	1,13	95	0,262
Par 2	Diferença OD-OE (para Adição com o Ponto)	0,01	0,19	0,02	-0,03	0,04	0,26	95	0,796
Par 3	Diferença OD-OE (para Adição com o LED)	0,00	0,20	0,02	-0,04	0,04	-0,01	95	0,992

OD: olho direito; OE: olho esquerdo; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

A tabela 4.7 demonstra que tanto para a adição medida com as Letras e o Ponto que os valores obtidos para o OE são ligeiramente mais negativos, daí a média da diferença ser positiva. No caso do LED os valores são mais equiparados dando lugar a uma média da diferença nula. De qualquer das formas as diferenças entre OD e OE não são estatisticamente significativas.

Tabela 4.8 Correlações de amostras emparelhadas analisando a correlação entre os valores de adição entre o OD e o OE, obtidos com cada método.

		Correlação	Significância
Par 1	Adição com Letras para OD e Adição com Letras para OE	0,725	<0,001
Par 2	Adição com Ponto para OD e Adição com Ponto para OE	0,838	<0,001
Par 3	Adição com o LED para OD e Adição com LED para OE	0,926	<0,001

OD: olho direito; OE: olho esquerdo; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um diodo.

Na tabela 4.8 apresentam-se as correlações entre OD e OE para cada método e comprova-se que os valores de adição obtidos com os diferentes métodos estão fortemente correlacionados entre si sendo essa correlação estatisticamente significativa ($p < 0,001$). A correlação mais forte é demonstrada com os valores obtidos com o LED como se encontra ilustrado na figura 4.3.

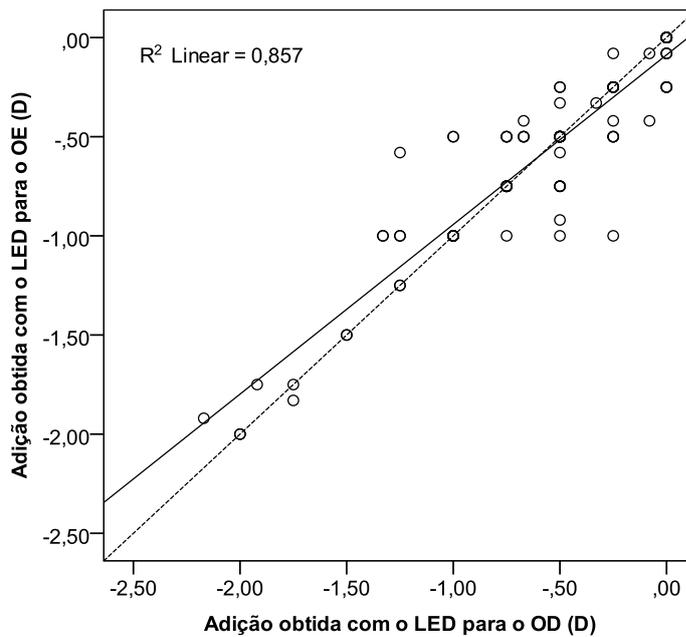


Figura 4.3 Gráfico de dispersão analisando os valores monoculares de adição obtidos com o LED.(A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis. OD: olho direito; OE: olho esquerdo; Adição: adição negativa obtida; D: dioptrias; LED: luz pontual branca emitida por um díodo)

Como se pode verificar pelo gráfico da figura 4.3, os valores de adição com o LED entre OD e OE estão fortemente correlacionados. Isto vai de encontro com os resultados demonstrados na tabela 4.8. Verifica-se que a correlação é mais forte para valores mais altos de adição existindo mais dispersão para os valores mais baixos.

4.3.2 Análise Monocular vs Binocular

De seguida é analisada a diferença entre os valores obtidos monocular e binocularmente para cada método. Só é considerado o valor do OD, como parâmetro monocular, pelo fato de os resultados de ambos os olhos estarem fortemente correlacionados.

Tabela 4.9 Valores médios de adições monoculares e binoculares para cada método

		Média	Desvio padrão	Erro Padrão Médio
Par 1	Adição com Letras para OD	-0,18	0,21	0,02
	Adição com Letras para AO	-0,15	0,23	0,02
Par 2	Adição com Ponto para OD	-0,38	0,33	0,03
	Adição com Ponto para AO	-0,34	0,33	0,03
Par 3	Adição com LED para OD	-0,61	0,53	0,05
	Adição com LED para AO	-0,54	0,46	0,05

OD: olho direito; AO: ambos olhos; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Pela análise da tabela 4.9 pode-se verificar que os valores das médias de adição binoculares são sempre mais baixos do que as monoculares, seja qual for o método usado na determinação da adição negativa.

Tabela 4.10 Diferença entre a adição monocular e binocular para cada método

		Diferenças emparelhadas					Valor t	Graus de liberdade	Significância
		Média	Desvio Padrão	Erro Padrão Médio	Intervalo de confiança 95% para as diferenças				
					Limite inferior	Limite superior			
Par 1	Diferença OD-AO (para Adição com Letras)	-0,03	0,20	0,02	-0,07	0,01	-1,42	95	0,158
Par 2	Diferença OD-AO (para Adição com Ponto)	-0,04	0,23	0,02	-0,09	0,01	-1,82	95	0,072
Par 3	Diferença OD-AO (para Adição com LED)	-0,06	0,32	0,03	-0,13	-0,01	-1,98	95	0,049

OD: olho direito; AO: ambos olhos; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Na tabela 4.10 demonstra-se a diferença entre a adição monocular e binocular para cada método, ou seja quanto o paciente tem de acomodar monocularmente a mais para poder conseguir a imagem mais nítida possível do estímulo. Deste modo a média é sempre negativa pois o valor de adição monocular é sempre mais alto do que o binocular. Pode-se verificar que a diferença média é mais alta para o LED.

Foi calculada também a média entre a adição do OD e do OE para posteriormente compará-la com o valor de adição binocular. Os resultados encontrados vão de encontro com os já demonstrados na tabela 4.10, em que a diferença média é sempre negativa para qualquer um dos métodos pois o valor de adição obtido da média entre ambos os olhos é sempre mais negativo do que a adição binocular.

Tabela 4.11 Correlação entre os valores de adição monocular e binocular

		Correlação	Significância
Par 1	Adição com Letras para OD e Adição com Letras para AO	0,568	<0,001
Par 2	Adição com Ponto para OD e Adição com Ponto para AO	0,748	<0,001
Par 3	Adição com LED para OD e Adição com LED para AO	0,806	<0,001

OD: olho direito; AO: ambos olhos; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de ototipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de ototipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Verifica-se pela tabela 4.11 que há uma forte correlação entre os valores de adição monocular e binocular determinados com os diferentes estímulos . No entanto, quando a adição é medida com as Letras a correlação é bastante mais baixa do que quando medida com o Ponto ou o LED. Note-se ainda que é com o LED que a correlação é mais forte e encontra-se representada graficamente na figura 4.4. Esta correlação é estatisticamente significativa em todos os casos.

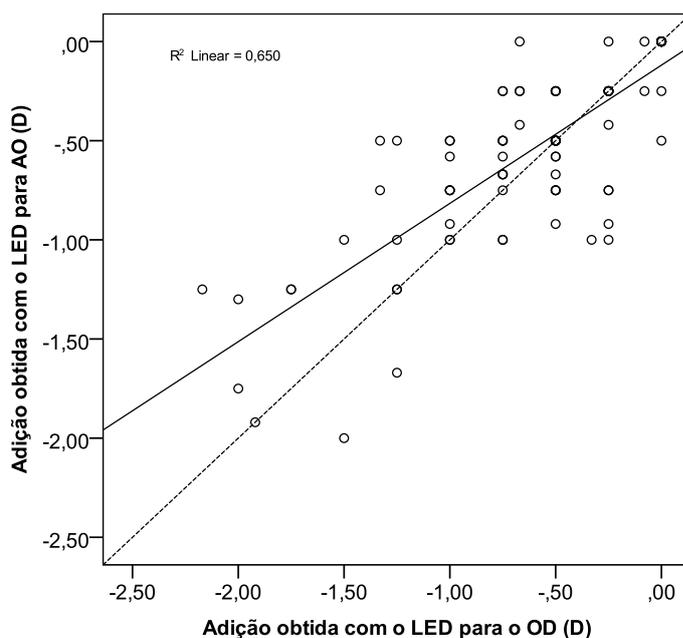


Figura 4.4 Gráfico de dispersão da correlação entre a adição obtida com o LED mono e binocularmente. (A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis. OD: olho direito; AO: ambos olhos; Adição: adição negativa obtida; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.)

Como se pode verificar pelo gráfico da figura 4.4 existe correlação entre os valores monoculares e binoculares de adição medida com o LED, sendo esta correlação mais forte para os valores mais baixos de adição.

4.3.3 Histograma de frequências da adição medida monocularmente e binocularmente para cada estímulo

De seguida são apresentados os histogramas de frequências relativos à adição medida com cada estímulo fazendo a comparação monocular e binocular. Em todos os histogramas foi aplicada a mesma escala para o eixo horizontal e vertical de forma a poder fazer uma melhor comparação.

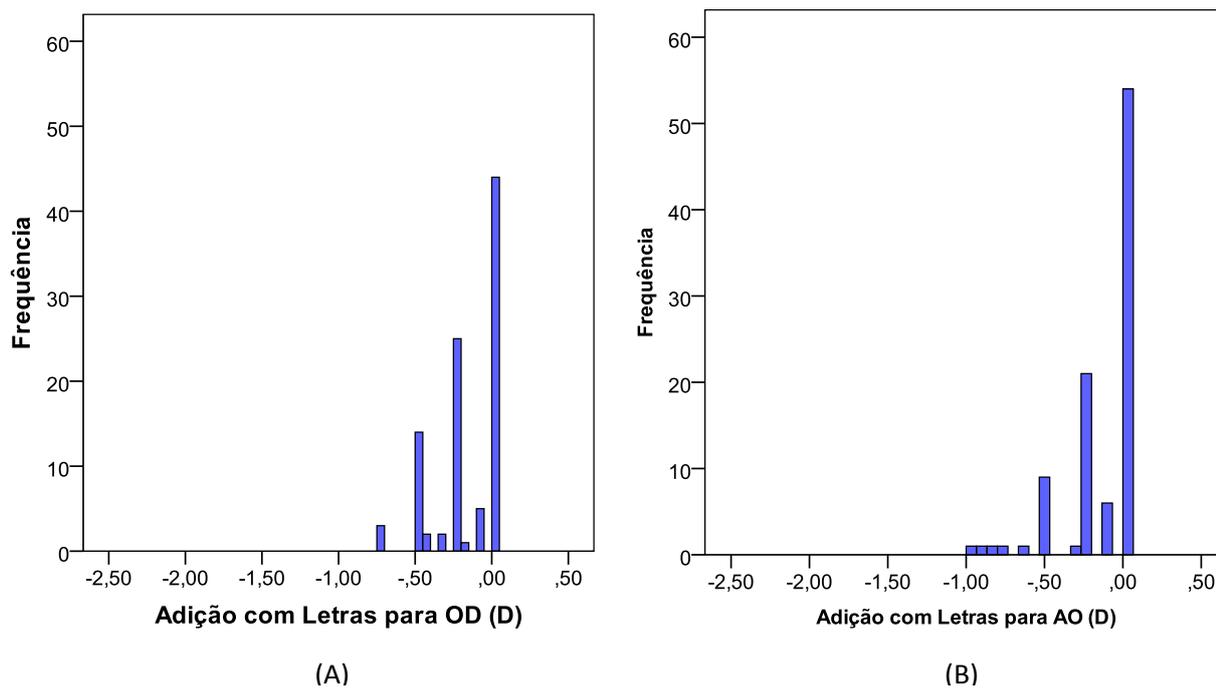


Figura 4.5 Histogramas de frequências para os valores de adição determinada com as Letras monocularmente (A) e binocularmente (B). (OD: olho direito; AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima.)

Como se mostra na figura 4.5 os valores monoculares da adição tendem a acumular-se em valores mais negativos, sendo que binocularmente se acumulam em valores mais baixos de adição em valor absoluto.

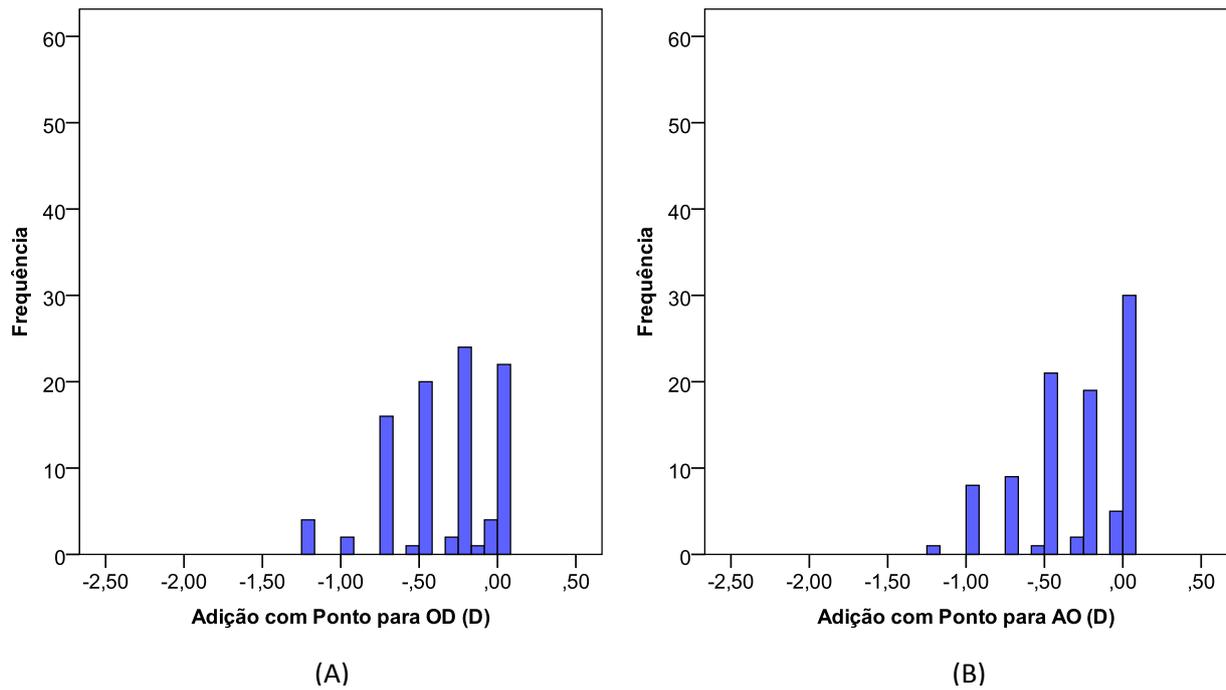


Figura 4.6 Histogramas de frequências para os valores de adição determinada com o Ponto monocularmente (A) e binocularmente (B). (OD: olho direito; AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida;; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos;)

Pode-se verificar também pelos gráficos da figura 4.6 que a adição binocular quando determinada com o Ponto se desloca no sentido mais positivo, ou seja os valores e adição monocular acumulam-se nos valores mais negativos.

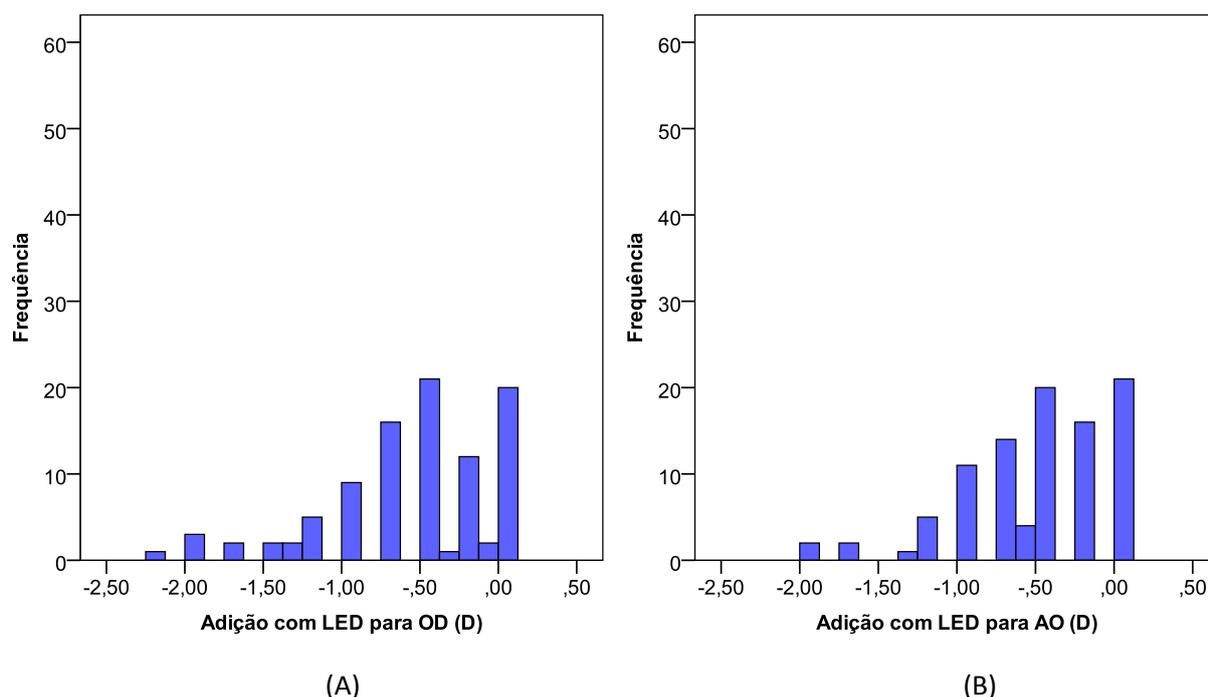


Figura 4.7 Histogramas de frequências para os valores de adição determinada com o LED monocularmente (A) e binocularmente (B). (OD: olho direito; AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.)

Pela análise da figura 4.7 verifica-se que os valores da adição binocular medida com o LED se concentram em valores menos negativos do que os valores da adição monocular.

A análise conjunta das figuras 4.5, 4.6 e 4.7 em que as escalas no eixo “x” são sempre as mesmas pode observar-se a diferença na distribuição dos dados, com tendência mais negativa quer monocular quer binocular com o LED em relação ao Ponto e às Letras.

4.4 Comparação monocular entre Métodos (Letras vs Ponto vs LED)

De seguida pretende-se fazer uma comparação entre métodos considerando apenas os valores de adição monoculares.

Tabela 4.12 Tabela de comparação monocular entre métodos

		Média	Desvio Padrão	Erro Padrão Médio
Par 1	Adição com Letras para OD	-0,18	0,21	0,02
	Adição com Ponto para OD	-0,38	0,33	0,03
Par 2	Adição com Letras para OD	-0,18	0,21	0,02
	Adição com LED para OD	-0,61	0,53	0,05
Par 3	Adição com Ponto para OD	-0,38	0,33	0,03
	Adição com LED para OD	-0,61	0,53	0,05

OD: olho direito; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Como se pode constatar pela análise da tabela 4.12 há diferenças estatisticamente significativas entre os resultados obtidos com os diferentes métodos alcançando valores médios superiores a 0,25 ($p \leq 0.05$).

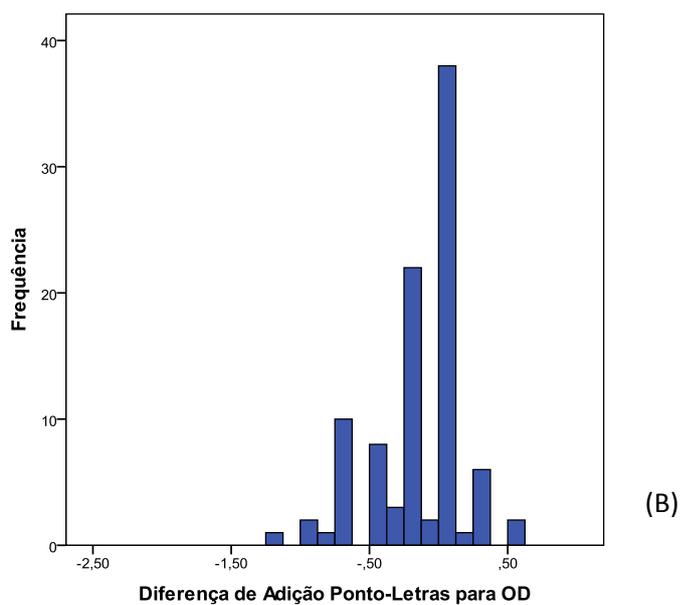
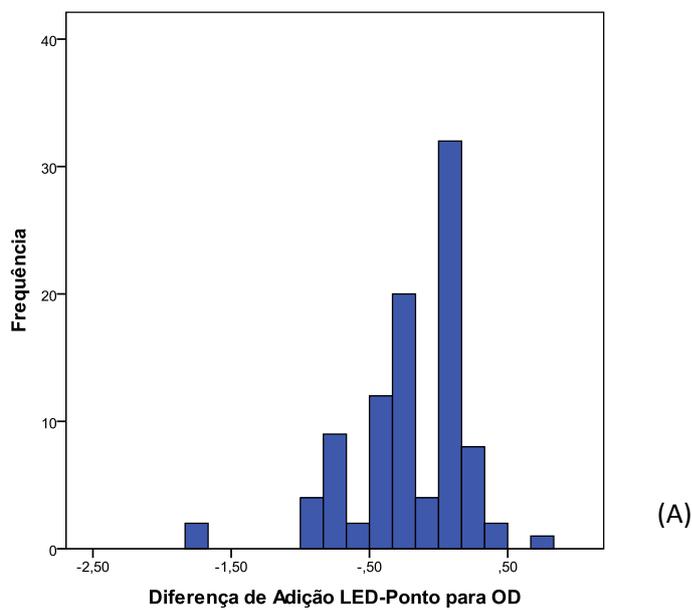
Tabela 4.13 Diferença de adição monocular entre os diferentes métodos**Teste de amostras emparelhadas**

		Diferenças emparelhadas					Valor t	Graus de liberdade	Significância
		Média	Desvio Padrão	Erro Padrão Médio	Intervalo de confiança 95% para as diferenças				
					Limite inferior	Limite superior			
Par 1	Diferença de Adição Letras - Ponto para OD	0,20	0,33	0,03	0,13	0,26	5,80	95	<0,001
Par 2	Diferença de Adição Letras - LED para OD	0,42	0,52	0,05	0,32	0,53	7,95	95	<0,001
Par 3	Diferença de Adição Ponto - Led para OD	0,23	0,41	0,04	0,14	0,31	5,40	95	<0,001

OD: olho direito; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de ototipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de ototipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Como se pode verificar a diferença entre Letras e Ponto, Letras e LED e Ponto e LED, tem sempre uma média positiva, ou seja, tem que acomodar mais com o Ponto do que com Letras, tem que acomodar mais com o LED do que com as Letras e o Ponto.

Seguidamente, na figura 4.8, apresentam-se os histogramas da diferença de adição obtida para o OD entre os três estímulos.



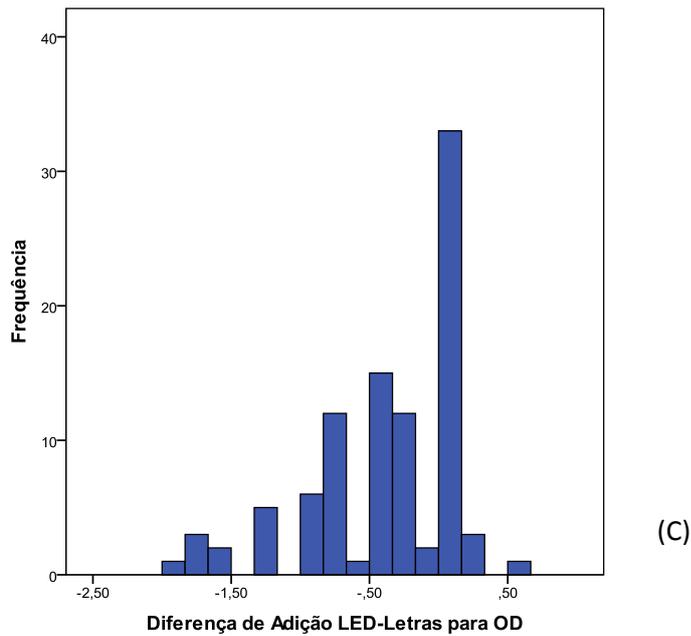


Figura 4.8 Histograma da diferença entre valores de adição obtidos entre o LED e o Ponto para o OD (A), o Ponto e as Letras para o OD (B) e o LED e as Letras para o OD (C). OD: olho direito; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de ototipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de ototipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Como se verifica pela análise dos gráficos da figura 4.8, os valores de adição obtidos a partir da diferença entre LED e Letras acumulam-se nos valores mais negativos (C) em comparação com os valores obtidos da diferença entre Ponto e Letras (B) ou mesmo LED e Ponto (A).

Tabela 4.14 Correlação dos valores de adição monocular determinada com os diferentes estímulos

		Correlação	Significância
Par 1	Adição com Letras para OD & Adição com Ponto para OD	0,298	0,003
Par 2	Adição com Letras para OD & Adição com LED para OD	0,245	0,016
Par 3	Adição com Ponto para OD & Adição com LED para OD	0,636	<0,001

OD: olho direito; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Comparando os métodos de determinação da adição negativa a correlação é fraca à exceção da correlação entre Ponto e LED. Apenas o ponto e o LED têm uma correlação um pouco mais alta sendo esta extremamente significativa, o que não significa que seja clinicamente importante. Esta correlação está representada graficamente na figura 4.9.

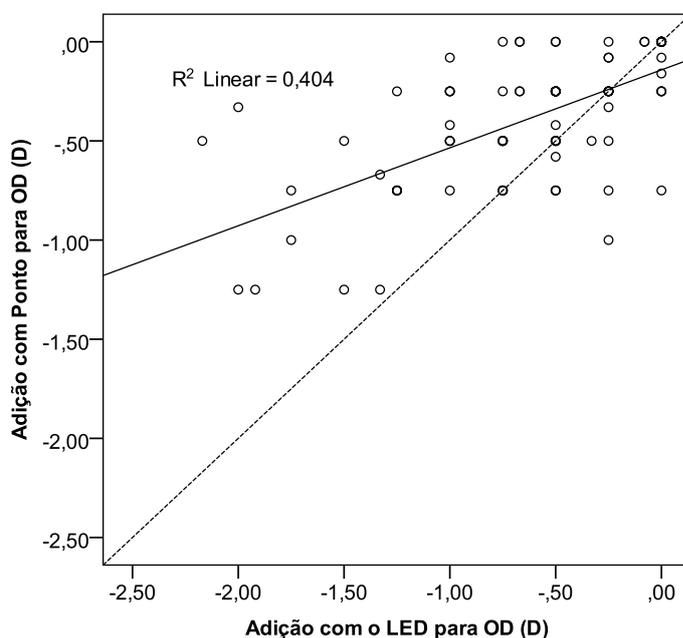


Figura 4.9 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o LED e com o Ponto monocularmente.(A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas

variáveis. OD: olho direito; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos LED: luz pontual branca emitida por um díodo)

Pela análise do gráfico da figura 4.9 de dispersão verifica-se que a correlação entre os valores de adição monoculares obtidos com o LED e com o Ponto é mais forte para os valores mais baixos de adição..

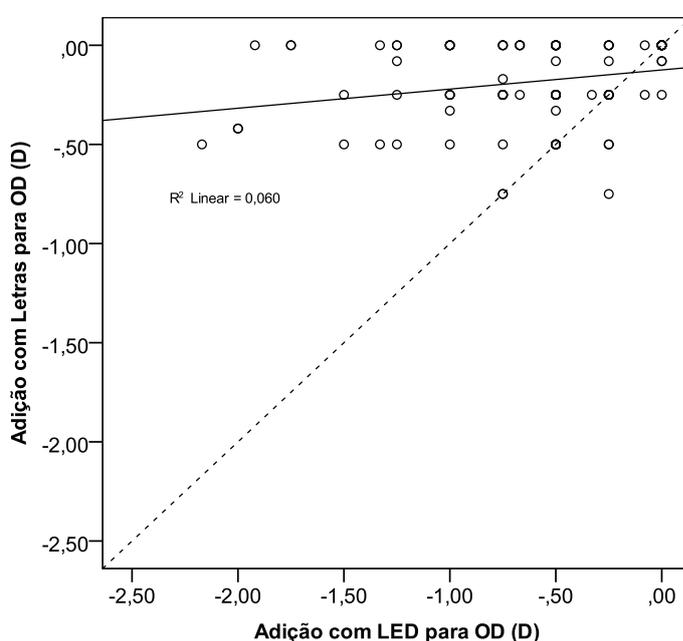


Figura 4.10 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o LED e com as Letras monocularmente. (A linha tracejada representa a correlação perfeita entre ambas variáveis. OD: olho direito; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior; LED: luz pontual branca emitida por um díodo)

Pela análise do gráfico da figura 4.10 verifica-se que não há correlação entre a medida de adição com o LED e as Letras monocularmente. Torna-se bastante claro

também que a adição obtida com as Letras é menos negativa e restrita a valores mais baixos do que com o LED onde atinge um intervalo de valores mais amplo.

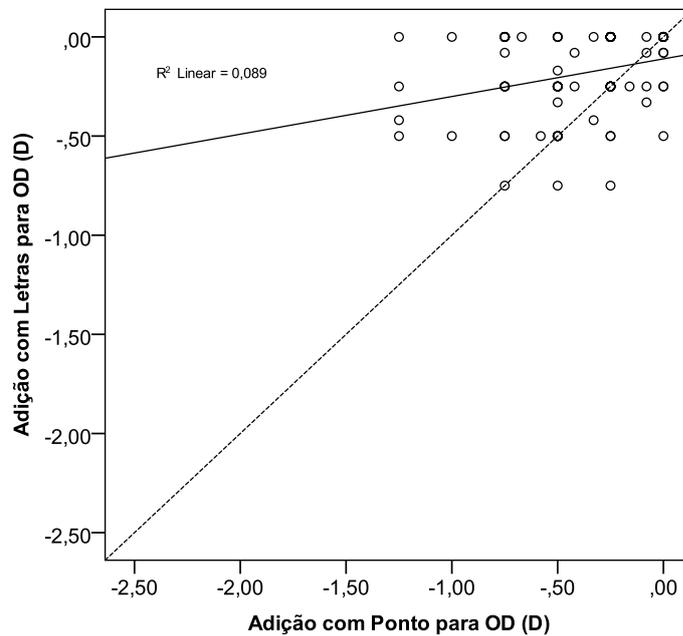


Figura 4.11 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o Ponto e com as Letras monocularmente. (A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis. OD: olho direito; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos.)

Pela análise do gráfico da figura 4.11 verifica-se que não há correlação entre a adição medida com o Ponto e as Letras monocularmente.

4.5 Comparação binocular entre Métodos (Letras vs Ponto vs LED)

Esta secção pretende fazer a comparação entre os diferentes estímulos analisando apenas os valores de adição binoculares .

Tabela 4.15 Comparação binocular entre métodos

		Média	Desvio padrão	Erro Médio Padrão
Par 1	Adição com Letras para AO	-0,15	0,23	0,02
	Adição com Ponto para AO	-0,34	0,33	0,03
Par 2	Adição com Letras para AO	-0,15	0,23	0,02
	Adição com LED para AO	-0,54	0,46	0,05
Par 3	Adição com Ponto para AO	-0,34	0,33	0,03
	Adição com LED para AO	-0,54	0,46	0,05

Pela análise da tabela verifica-se que os valores médios mais altos obtidos são conseguidos com o LED, seguidos pelos obtidos com o Ponto e por último as Letras.

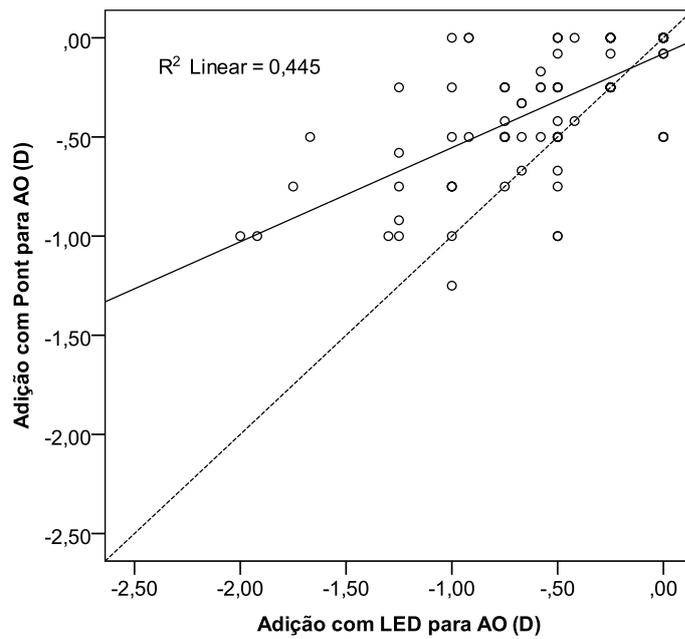


Figura 4.12 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o LED e com o Ponto binocularmente. (A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.)

Como se pode verificar pelo gráfico da figura 4.12, a correlação entre a adição obtida com o LED e com o Ponto binocularmente é bastante baixa e os valores do Ponto são menos negativos do que com o LED.

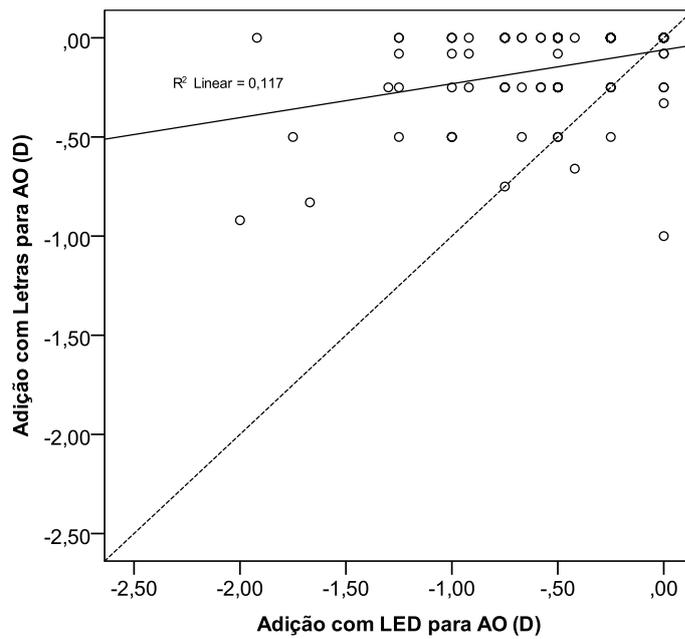


Figura 4.13 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o LED e com as Letras binocularmente. (A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.)

Como se pode verificar a correlação entre a adição medida com o LED e as Letras é muito fraca e mais uma vez verifica-se que os valores obtidos com o ecrã de letras são menos negativos.

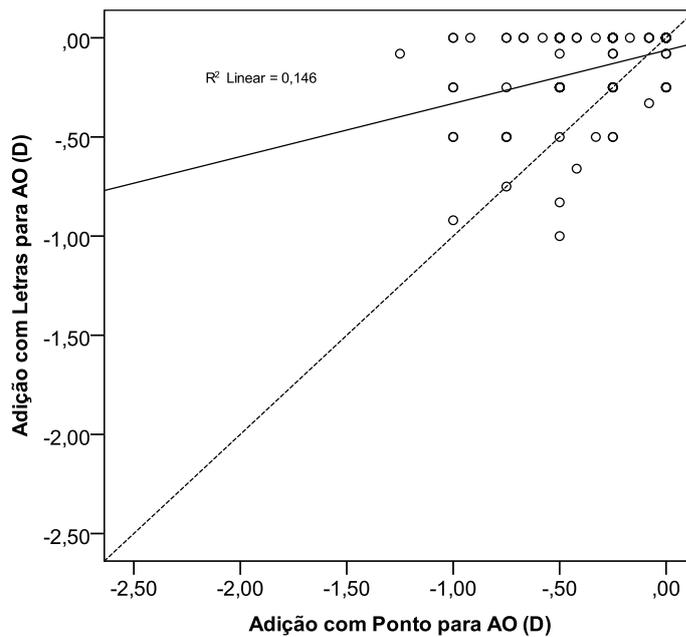


Figura 4.14 Gráfico de dispersão entre os valores de adição obtida com o Ponto e com as Letras binocularmente.(A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis AO: ambos olhos; D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima;.)

Verifica-se pelo gráfico da figura 4.14 que a correlação entre a adição medida com o Ponto e o ecrã de Letras é muito fraca.

4.6 Correlação entre os valores da adição monocular com o erro refrativo

A seguinte tabela pretende fazer uma análise da possível correlação entre os valores obtidos de adição monocular com cada estímulo e a atualização da refração de cada paciente.

Tabela 4.15 Correlação entre a refração nova e a adição monocular com os diferentes métodos

		Adição com Letras para OD	Adição com Ponto para OD	Adição com LED para OD
M_RxNovaOD	Correlação de Pearson	0,294**	0,029	-0,095
	Significância	0,004	0,779	0,359
	N	96	96	96
J0_RxNovaOD	Correlação de Pearson	0,142	0,115	-0,006
	Significância	0,167	0,264	0,952
	N	96	96	96
J45_RxNovaOD	Correlação de Pearson	0,123	-0,014	0,032
	Significância	0,234	0,890	0,754
	N	96	96	96

M: valor esférico equivalente da refração; J0 e J45: componente horizontal e oblíqua, respetivamente da refração astigmática;; Rx Nova: nova refração determinada OD: olho direito; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Como se pode verificar pela análise da tabela 4.15, não há qualquer correlação significativa entre nenhuma das componentes da refração atualizada e o valor da adição negativa monocular para qualquer um dos métodos. Existe apenas uma exceção que é a correlação entre M (equivalente esférico) e as Letras que é significativa ($p < 0.05$) embora seja fraca ($r = 0.294$).

A tabela 4.15 analisa a possível correlação entre os valores obtidos de adição binocular com cada estímulo e a atualização da refração para cada paciente.

Tabela 4.16 Correlação entre a refração atualizada monocular para o OD e a adição binocular para os diferentes métodos

		Adição com Letras para AO	Adição com Ponto para AO	Adição com LED para AO
M_RxNovaOD	Correlação de Pearson	0,253*	0,012	0,013
	Significância	0,013	0,904	0,897
	N	96	96	96
J0_RxNovaOD	Correlação de Pearson	0,110	0,062	-0,040
	Significância	0,284	0,545	0,702
	N	96	96	96
J45_RxNovaOD	Correlação de Pearson	0,182	0,018	-0,024
	Significância	0,076	0,863	0,818
	N	96	96	96

M: valor esférico equivalente da refração; J0 e J45: componente horizontal e oblíqua, respetivamente da refração astigmática;; Rx Nova: nova refração determinada AO: ambos olhos; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Nesta tabela também se pode verificar que a refração atualizada não tem qualquer correlação com a adição binocular para qualquer um dos métodos. Mais uma vez verifica-se que a correlação entre M e as Letras é significativa ($p < 0,05$), não deixando no entanto de ser fraca ($r = 0.253$).

4.7 Prevalência e valor médio da miopia noturna na população estudada

Nesta secção pretende-se avaliar qual a prevalência da miopia noturna na população estudada. A amostra de população foi dividida em grupos etários: dos 15 aos 25 anos, dos 26 aos 45 anos e dos 46 aos 65 anos. Esta classificação foi feita de acordo com o estudo de Fejer (1992) para que se possam posteriormente comparar os resultados.

Tabela 4.17 Prevalência da miopia noturna para diferentes grupos etários considerando o valor absoluto obtido com o LED tanto monocular como binocular.

Grupo etário	Valor médio de miopia noturna	
	Adição com LED monocular	Adição com LED binocular
15-25 anos	-0,61 D \pm 0,60	-0,54 D \pm 0,50
26-45 anos	-0,59 D \pm 0,57	-0,51 D \pm 0,39
46-65 anos	-0,54 D \pm 0,41	-0,49 D \pm 0,37

Adição: adição negativa obtida; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Como se pode constatar pela tabela 4.17, o valor médio mais alto de miopia noturna encontra-se na faixa etária dos 15 aos 25 anos com um valor médio de -0.61 D, sendo que o valor mais baixo se encontra para o grupo dos 46 aos 64 anos com -0.54 D. Já considerando os valores de adição binocular verifica-se que as médias são mais baixas para todos os grupos etários.

Quanto à prevalência da miopia noturna, considerando os valores absolutos de adição monocular $\geq -0,75D$, determinou-se que 30% dos pacientes com idades compreendidas entre os 26 e os 45 anos possuem miopia noturna, contra os 36% encontrados no grupo dos 15 aos 25; a percentagem baixa para 22% no grupo dos 46 aos 65 anos.

Considerando os valores absolutos de adição monocular $\geq -0,50D$ determinou-se que a prevalência de miopia noturna na faixa etária dos 15 aos 25 anos é de 56%, dos 26 aos 45 anos é de 59% e dos 46 aos 64 anos é de 56%. Como se pode verificar a prevalência aumenta consideravelmente se tivermos em conta os valores $\geq -0,50D$, para todas as idades. Surpreendentemente, a faixa etária dos 25 aos 45 é a que apresenta maior prevalência.

As diferenças de adição obtida com o LED para os vários grupos etários não são estatisticamente significativas ($p=0,539$) tanto para o OD como também binocularmente ($p=0,566$).

Para se poder verificar o potencial efeito da falta de acomodação, foram feitas as médias do valor de miopia noturna para os voluntários menores de 40 anos e para os voluntários acima dos 52 anos. Para os pacientes com menos de 40 anos que não têm problemas em acomodar, o valor médio de miopia noturna obtido foi de $-0,43D$ e para os pacientes com idades acima dos 52 anos, que já não acomodam, o valor encontrado foi de $-0,58D$, sendo que as diferenças encontradas entre os dois grupos não são estatisticamente significativas ($p=0,569$).

Como foi dito anteriormente, na secção Métodos, calculou-se a miopia noturna considerando a diferença de valores de adição absoluta entre o LED e as Letras. Esta diferença foi calculada por López-Gil e colaboradores no seu estudo (2012), que considerava como miopia noturna a diferença de adição obtida com LED e com Letras. Será interessante calcular esta diferença para posterior comparação de resultados.

Tabela 4.18 Prevalência da miopia noturna para diferentes grupos etários considerando o valor absoluto obtido entre a diferença de adição com o LED e com as Letras tanto monocular como binocular.

Grupo etário	Valor médio de miopia noturna	
	Diferença Adição LED – Letras monocular	Diferença Adição LED – Letras binocular
15 - 25 anos	-0,45 D ± 0,45	-0,43 D ± 0,43
26 – 45 anos	-0,42 D ± 0,63	-0,42 D ± 0,42
46 – 64 anos	-0,40 D ± 0,52	-0,40 D ± 0,37

Adição: adição negativa obtida; LED: luz pontual branca emitida por um díodo.

Considerando a diferença entre a adição obtida com LED e com Letras verifica-se que o valor de miopia noturna mais alto se encontra na faixa etária dos 15 aos 25 anos com um valor médio de -0,45 D, seguido dos pacientes com idades compreendidas entre os 26 e os 45 anos com uma média de -0,42 D. Por último com o valor médio mais baixo de miopia noturna encontram-se os pacientes com mais de 46 anos com -0,40 D.

Em relação à prevalência, se considerarmos os valores de miopia noturna $\geq -0,75$ D (como Fejer, 1992), o grupo com maior prevalência é dos 26 aos 45 anos com 32%, seguido do grupo dos 15 aos 25 anos com 20% e por último, com 18% os pacientes com idades compreendidas entre os 46 e os 64 anos.

Considerando os valores de miopia noturna $\geq -0,50$ D, a prevalência para cada faixa etária é mais alta com 44% no grupo dos 15 aos 25 anos, 40.5% no grupo dos 26 aos 45 anos e finalmente o grupo dos 46 aos 64 anos com 37%.

As diferenças de adição obtida com o LED-Letras para os vários grupos etários não são estatisticamente significativas ($p=0,393$) tanto para o OD como também binocularmente ($p=0,188$).

4.8 Correlação entre a idade e a diferença de adição LED – Letras

Foi avaliada também a correlação entre a idade e a diferença de adição Led-letras, considerando os valores monoculares. Na figura seguinte encontra-se a representação gráfica de como a miopia noturna varia com a idade e comprova-se que não há correlação entre o valor de miopia noturna e a idade.

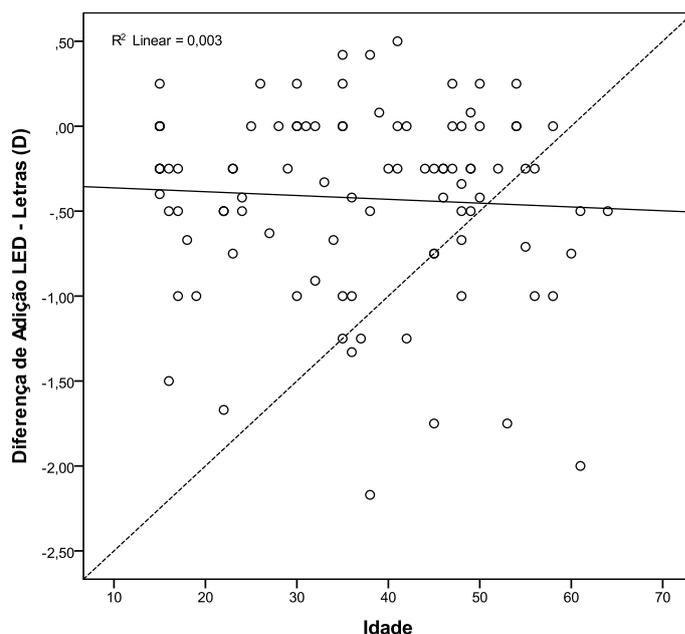


Figura 4.15 Correlação entre os valores de adição monocular LED – Letras com a idade. (A linha a tracejado representa a correlação perfeita entre ambas variáveis. D: dioptrias; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima;. LED: luz pontual branca emitida por um díodo).

4.9 Questionário Quality of Vision

Seguidamente são analisados os resultados obtidos com o questionário QoV de forma a determinar se existe alguma correlação entre os sintomas referidos pelos pacientes no questionário e a atualização da refração. Uma vez que esses sintomas podem estar exacerbados pelo fato de o paciente não ter a refração atualizada.

Tabela 4.19 Correlações entre os sintomas e a atualização da refração**Correlações**

		Frequência	Severidade	Incómodo	M atualizado para OD
Frequência	Correlação	1	0,954**	0,946**	-0,065
	Pearson				
	Significância		<0,001	<0,001	0,528
	N	96	96	96	96
Severidade	Correlação	0,954**	1	0,912**	-0,043
	Pearson				
	Significância	<0,001		<0,001	0,677
	N	96	96	96	96
Incómodo	Correlação	0,946**	0,912**	1	-0,099
	Pearson				
	Significância	<0,001	<0,001		0,338
	N	96	96	96	96

M: equivalente esférico; OD: olho direito. M atualizado: diferença entre refração antiga e atualizada;

Pela análise da tabela verifica-se que a Frequência, Severidade e Incómodo dos sintomas avaliados têm uma forte correlação entre si, sendo esta correlação estatisticamente significativa. Pelo contrário, verifica-se que não existe correlação entre os mesmos e a atualização da refração. Ou seja, a sintomatologia apresentada não se deve ao fato de a refração estar desatualizada e podendo assim ser considerada para efeitos de determinar a possível correlação entre os métodos de determinação da adição e a sintomatologia, o que se encontra apresentado na tabela seguinte.

Tabela 4.20 Correlação entre os sintomas e a adição com os diferentes métodos

		Adição com Letras para OD	Adição com Letras para AO	Adição com Ponto para OD	Adição com ponto para AO	Adição com LED para OD	Adição com LED para AO
Frequência	Correlação de Pearson	-0,247*	-0,196	-0,106	-0,079	0,047	0,027
	Significância	0,015	0,056	0,306	0,442	0,651	0,794
	N	96	96	96	96	96	96
Severidade	Correlação de Pearson	-0,245*	-0,207*	-0,109	-0,081	0,069	0,058
	Significância	0,016	0,043	0,288	0,433	0,501	0,572
	N	96	96	96	96	96	96
Incómodo	Correlação de Pearson	-0,267**	-0,153	-0,109	-0,100	0,036	0,008
	Significância	0,009	0,138	0,289	0,330	0,727	0,937
	N	96	96	96	96	96	96

OD: olho direito; AO: ambos olhos; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; Ponto: ponto de fixação do projetor de optotipos; LED: luz pontual branca emitida por um díodo

Pela análise da tabela 4.20 verifica-se que a Frequência, Severidade e Incómodo dos sintomas relatados pelos pacientes não tem no geral, correlação com os valores de adição negativa obtidos independentemente do estímulo apresentado. A exceção encontra-se com a adição obtida com as Letras, visto que, são estatisticamente significativas as correlações entre a Frequência dos sintomas e a adição obtida com Letras para o OD ($p < 0.05$). É significativa também a correlação entre a severidade dos sintomas e a adição obtida com as Letras para o OD e AO ($p < 0.05$). Por último o Incómodo da sintomatologia está correlacionado com a adição obtida com as Letras para o OD, sendo esta correlação estatisticamente significativa ($p < 0,01$).

As correlações entre os parâmetros de Frequência, Intensidade e Incómodo com os valores da miopia noturna (LED menos Letras) são apresentados na tabela 4.21.

Tabela 4.21 Correlação entre os sintomas e a adição obtida a partir da diferença entre LED e Letras

		Diferença LED-Letras para OD	Diferença LED-Letras para AO
Frequência	Correlação de Pearson	0,147	0,131
	Significância	0,154	0,204
	N	96	96
Severidade	Correlação de Pearson	0,169	0,170
	Significância	0,099	0,099
	N	96	96
Incómodo	Correlação de Pearson	0,144	0,088
	Significância	0,162	0,391
	N	96	96

OD: olho direito; AO: ambos olhos; Adição: adição negativa obtida; Letras: linha de AV do projetor de optotipos imediatamente inferior à máxima ; LED: luz pontual branca emitida por um díodo

Pela análise da tabela 4.21 observa-se que não existem correlações fortes ou ainda significativas entre os sintomas e a adição obtida a partir da diferença entre os resultados obtidos com o LED e com as letras. Esta situação verifica-se tanto mono como binocularmente.

De seguida apresenta-se os gráficos das figuras 4.16, 4.17 e 4.18 representando os resultados obtidos com o questionário QoV quanto à sintomatologia dos pacientes. Os sintomas elegidos para representação gráfica foram o “Deslumbramento”, “Halos à volta das luzes” e “Riscos estrelados nas luzes” por considerar que são os mais relevantes durante a visão noturna. Os valores apresentados referem-se à percentagem de pacientes que experimenta cada sintoma tendo em conta a Frequência, Intensidade e Incómodo dos mesmos.

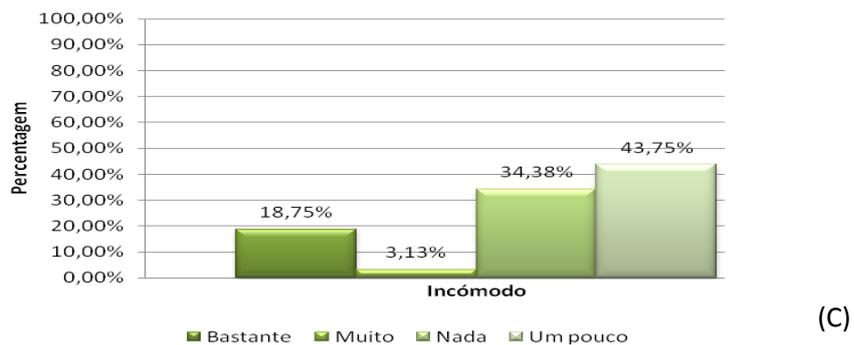
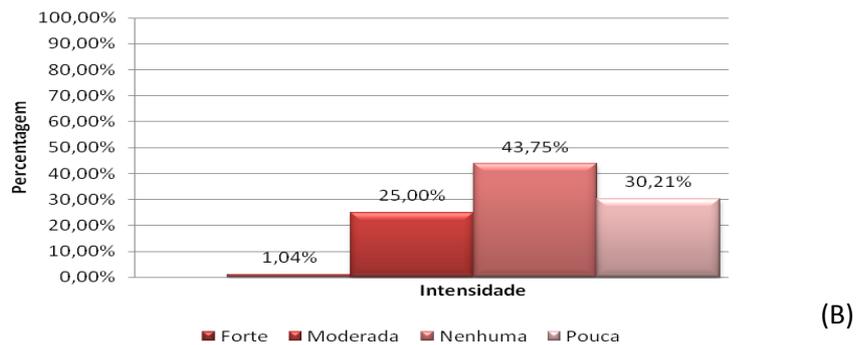
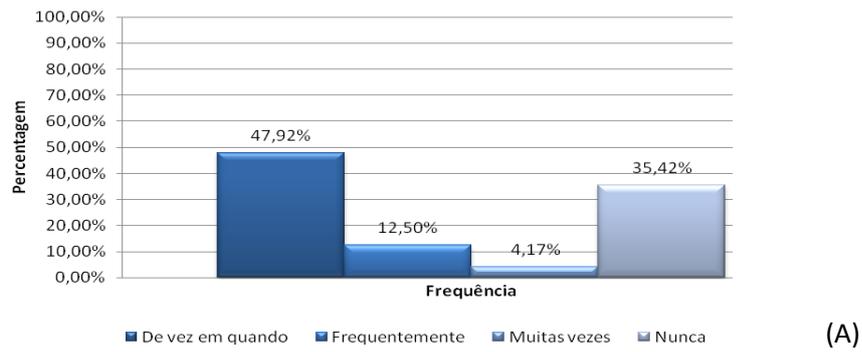
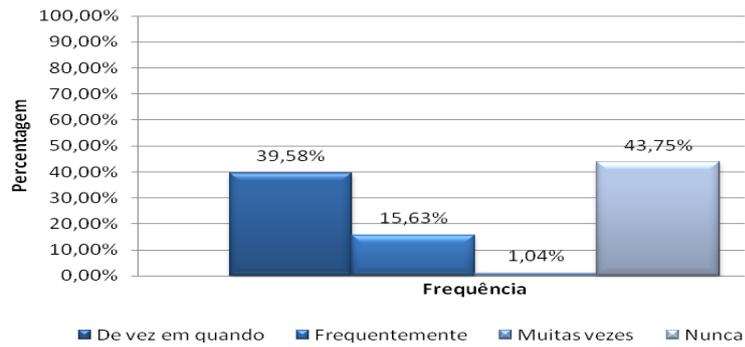
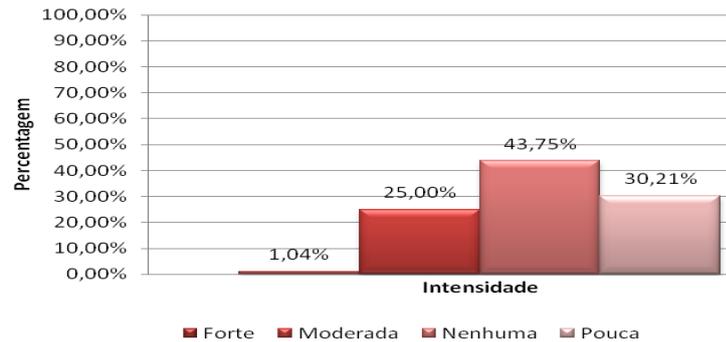


Figura 4.16 Frequência (A), Intensidade (B) e Incômodo (C) relativos ao sintoma “Deslumbramento”.

Como se pode verificar pela análise dos gráficos da figura 4.16, quase 65% dos pacientes afirmam sentir “Deslumbramento” na sua visão noturna, sendo que 32% se queixam de uma intensidade moderada ou forte. 65% afirmam ainda sentirem-se incomodados com o “Deslumbramento”.



(A)



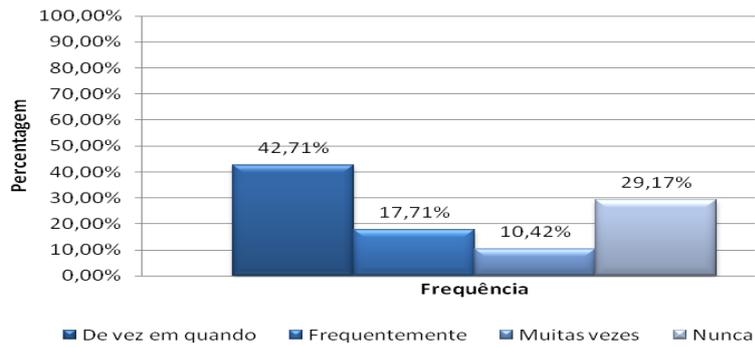
(B)



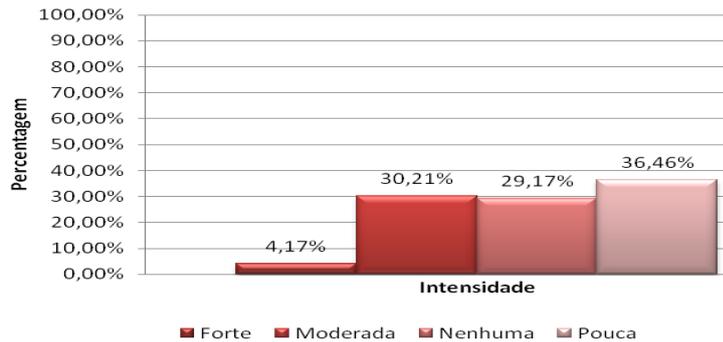
(C)

Figura 4.17 Frequência (A), Intensidade (B) e Incómodo (C) relativos ao sintoma “Halos à volta das luzes”.

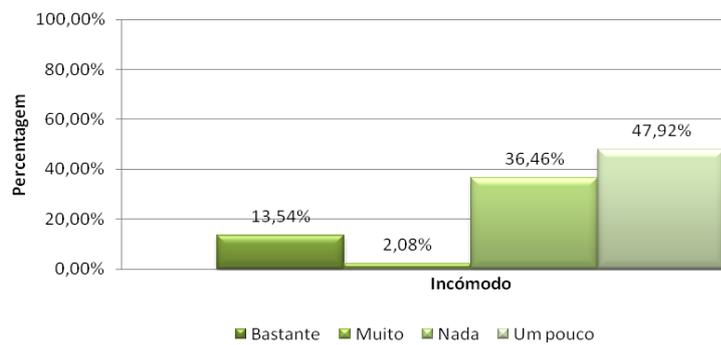
Relativamente à pergunta “Com que frequência sente que vê halos à volta das luzes?” 56% dos pacientes respondem afirmativamente, 26% com alguma intensidade, mas apenas 9.38% se diz bastante incomodado pelo mesmo.



(A)



(B)



(C)

Figura 4.18 Frequência (A), Intensidade (B) e Incômodo (C) relativos ao sintoma “Riscos estrelados nas luzes”.

Relativamente à pergunta “Com que frequência sente que vê “riscos estrelados nas luzes?”, quase 70% afirma que sim, sendo que apenas 4% se queixa de uma forte intensidade e 63.54% se sente incomodado por estes riscos.

5. DISCUSSÃO

Pela análise gráfica verificamos que os resultados obtidos são representativos do espectro etário que acode a uma consulta de optometria.. É ainda possível constatar que, a atualização da refração referente à população da amostra, se desloca no sentido miópico, apesar de grande parte não ter praticamente alterado de refração.

Tendo em conta o método de determinação do valor da miopia noturna verifica-se que os valores mais altos de adição negativa foram conseguidos através da medição com o LED, seguindo-se a medição com o Ponto e por último, apresentando os valores médios mais baixos está a medição com as Letras. Estes resultados vão de encontro com os obtidos por López-Gil, N. *et al* (2012) que determina que o valor obtido de adição negativa depende do estímulo visual apresentado. Neste estudo manteve-se o mesmo fundo escuro para o ponto e o LED, sendo a única variável o estímulo visual. Conclui-se então que o estado refrativo ótimo para uma luz pontual (LED) é míope em relação ao estado refrativo ótimo para o Ponto do projetor de optotipos e mais ainda em relação ao ecrã de Letras do mesmo projetor. Estes resultados demonstram que de fato, a refração varia para diferentes estímulos como constatado por Day, M *et al.* em 2006, num estudo que indica que as microflutuações acomodativas variam para diferentes estímulos acomodativos.

Os valores mais altos de adição foram obtidos com o LED porque o que acontece é que a métrica de melhor imagem que o olho utiliza é diferente a visualizar LEDs do que a ver optotipos. No primeiro caso, as aberrações de alta ordem do olho, e em particular a aberração esférica, são muito mais visíveis para o sistema visual durante a noite do que durante o dia onde as caudas dos PSFs dos limites de um objeto (i.e. letras de um optotipo), não se podem apreciar. Por tanto o fato de a maioria da população ter aberração esférica positiva faz com que o plano de melhor imagem se desloque para a frente da retina ao observar pontos luminosos, tornando o olho míope. Na figura 5.1 está melhor ilustrada esta ideia da mudança para o melhor plano.

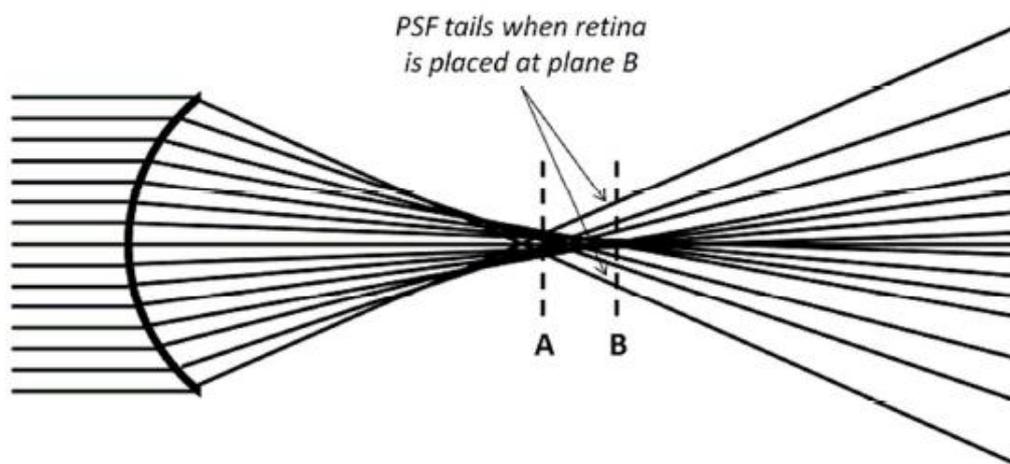


Figura 5.1 Formação da imagem de um ponto de luz monocromática por um olho com aberração esférica positiva. Reproduzido de: Tscherning, 1900.

Em relação aos valores médios de adição negativa encontramos o valor monocular mais alto quando determinado com o LED (-0.61 D) e o valor mais baixo monocular foi encontrado quando determinado com as Letras (-0,15 D). Pode-se também constatar que os valores médios binoculares são sempre mais baixos do que os monoculares. Analisando a diferença entre a adição monocular e binocular para cada método, ou seja quanto o paciente tem de acomodar monocularmente a mais para poder conseguir a imagem mais nítida possível do estímulo, verifica-se que a média é sempre negativa pois o valor de adição monocular é sempre mais alto do que o binocular. Uma vez mais é demonstrado que o estado refrativo ótimo, independentemente do estímulo apresentado, é mais baixo binocularmente devido ao fenómeno da somação binocular. No entanto, a aberração esférica apenas contribui parcialmente para o fenómeno da miopia noturna (López-Gil, *et al.* 2012).

Isto deve-se ao fenómeno da somação binocular pois a somação de informação a nível neural faz com que os efeitos da aberração esférica tenham menor impacto na função visual, uma vez que evidencia a visão binocular em vez da monocular em cinco áreas distintas: acuidade visual, sensibilidade ao contraste, deteção da frequência flicker, perceção de luminosidade e deteção de objetos em condições de baixa iluminação (Cuesta JR, *et al.*, 2003)). Efetivamente, como as imperfeições notadas binocularmente são mais baixas, é necessário um menor valor negativo para as

compensar. Por exemplo, há um estudo que indica que os halos se manifestam menos em condições binoculares (Jimenez JR, *et al*, 2006).

Analisando as correlações entre OD vs OE com cada estímulo comprova-se que os valores de adição obtidos com os diferentes métodos estão fortemente correlacionados entre si, sendo essa correlação muito importante porque isso tornará menos provável que ao prescrever valores determinados monocularmente se crie uma assimetria na correção. A correlação mais forte entre ambos olhos é demonstrada com os valores obtidos com o LED. O mesmo tipo de correlação é encontrado para os valores de adição monocular e binocular para os diferentes métodos. Quando a adição é medida com as Letras, a correlação é significativamente mais baixa do que quando medida com o Ponto ou o LED. Considerando que existe uma certa simetria na estrutura aberrométrica e na refração de ambos olhos de um mesmo indivíduo (Hartwig A, Atchison DA., 2012) o fato descrito pode supor que perante um estímulo de letras, o sistema visual seja menos consistente no seu critério para otimizar a imagem através da acomodação. No entanto, quando se trata de um estímulo de alto contraste contra um fundo escuro (LED), o olho tem um melhor termo de comparação para otimizar a sua qualidade ótica sendo mais simétrico o resultado entre ambos olhos.

Assim, em concordância com os resultados da análise interocular, a correlação é mais forte com o LED, sendo esta correlação mais forte para os valores mais baixos de adição. Este resultado vai de encontro com o que já foi constatado anteriormente, apresentando o LED como o estímulo que promove resultados do estado refrativo ótimo mais consistentes. Isto deve-se ao fato de este ponto de luz ter apenas 1mm de diâmetro, sendo portanto mais detetável a distorção luminosa percebida pelo paciente, levando a uma determinação da adição negativa mais exata do que com qualquer um dos outros estímulos.

Quando analisamos a comparação entre os diferentes estímulos na determinação da adição negativa a correlação é muito fraca. Apenas o Ponto e o LED estão correlacionados, sendo esta correlação extremamente significativa. Daqui também se pode concluir que um profissional que não disponha de um LED no gabinete para quantificar uma possível miopia noturna, não obtém o mesmo tipo de resultados com o Ponto ou o ecrã de Letras do projetor de optotipos. Sendo assim, é necessário um estímulo de alto contraste diferente dos disponíveis normalmente num consultório

(projektor de optotipos) para poder reproduzir as condições em que a miopia noturna se manifeste mais.

Verifica-se também que a refração atualizada não tem qualquer correlação com a adição negativa monocular ou binocular para qualquer um dos métodos. Ou seja, ser mais ou menos míope não significa necessitar de mais ou menos adição negativa. Seria desejável expandir este estudo a um maior número de pacientes hipermétropes com valores de hipermetropia mais elevados para podermos confirmar que a miopia noturna não depende de fato do erro refrativo.

Quanto à prevalência de miopia noturna na população estudada verificou-se que a maior percentagem de pacientes com este problema foi encontrada no grupo etário dos 15 aos 25 anos com 36% de prevalência de miopia noturna, seguido do grupo entre os 26 e os 45 anos com 30% e por último, como já era de esperar, a percentagem baixa para 22% no grupo dos 46 aos 65 anos. Estes resultados vão de encontro com o que já foi determinado por Fejer (1992) que na sua pesquisa encontrou uma prevalência de 30% de miopia noturna no grupo dos 15 aos 25 anos, seguida de 15% no grupo dos 26 aos 45 e apenas 7% no grupo dos 46 aos 65 (este estudo contou com uma amostra de população de 380 indivíduos). O valor médio mais alto de miopia noturna encontra-se na faixa etária dos 15 aos 25 anos com um valor médio de -0.61 D e o valor mais baixo se encontra para o grupo dos 46 aos 64 anos com -0.54 D. Verifica-se portanto que a miopia noturna diminui com a idade (Fejer, 1992).

Foi calculado também o valor de miopia noturna como a diferença de adição obtida entre a LED e as Letras tal como foi calculada por López-Gil e colaboradores (2012). À semelhança dos resultados obtidos por Fejer (1992), a faixa etária com um valor médio mais alto é dos 15 aos 25 anos com -0,45 D, sendo o valor mais baixo encontrado para os maiores de 46 anos com -0,40 D.

Relativamente à prevalência da miopia noturna calculada a partir desta diferença, é na faixa etária dos 15 aos 25 anos que se encontra uma maior prevalência (44%). Esta prevalência é mais alta do que a encontrada por Fejer uma vez que foram considerados os valores de miopia noturna ≥ -0.50 D.

Foram também calculadas as médias de miopia noturna para pacientes presbitas (> 52 anos) e não presbitas (< 40 anos) para avaliar o potencial efeito da falta de acomodação mas as diferenças encontradas entre os dois grupos não são estatisticamente significativas. A miopia noturna também é encontrada nos presbitas

porque o olho presbíta tem uma certa profundidade de foco e tem um diferente melhor foco para diferentes frequências espaciais. Dado que na zona mesópica e sobretudo na escotópica perdemos resolução foveal e não apreciamos os detalhes, deixamos de apreciar as altas frequências espaciais e o olho é mais míope para objetos com baixas frequências espaciais (Campbell FW, *et al*, 1970).

Analisando os resultados dos inquéritos McAlinden e relacionando os mesmos com os valores de adição negativa de cada paciente verifica-se que a Frequência, Severidade e Incómodo dos sintomas relatados pelos pacientes não têm qualquer correlação com os valores de adição negativa obtidos. Ao contrário do que seria de esperar, os pacientes com os valores mais altos de miopia noturna, não são os mais sintomáticos. Daqui podemos concluir que este inquérito não pode ser utilizado como um preditor da miopia noturna. Foi correlacionado também o valor de adição negativa resultante da diferença entre LED e Letras com a Frequência, Severidade e Incómodo dos sintomas tanto monocular como binocularmente. Verificamos que não existe qualquer correlação entre esta diferença e os sintomas. Ou seja, o tipo de estímulo apresentado, apesar de influenciar o valor de adição negativa não está relacionado com o fato de o paciente ter ou não queixas de visão.

Por outro lado, os sintomas que os pacientes referem no questionário, poderiam também ser relacionados com a mudança de refração. No entanto, verifica-se que não existe correlação entre os mesmos e a atualização da refração.

Relativamente aos resultados do questionário verifica-se que os sintomas referidos com maior frequência são o “Deslumbramento” (referido por 65% dos inquiridos), “Halos à volta das luzes” (referido por 56%), “Riscos estrelados à volta das luzes” (referido por 70%) e “Dificuldades em focar” (referido por 68%). Este último sintoma (dificuldade em focar) poderia ser explicado pela mudança de refração, no entanto, já foi verificado anteriormente que os resultados do questionário não estão correlacionados com a atualização da refração.

Cerca de 50% dos inquiridos sente ainda com alguma frequência “Visão nublada”, “Visão desfocada” e “Dificuldades na perceção de distâncias e/ou profundidade”. Os sintomas menos referidos são a “Visão distorcida” e as “Imagens duplas/múltiplas” a que apenas 20% se referem.

Os sintomas que mais Incómodo causam são o “Deslumbramento” e os “Riscos estrelados à volta das luzes” e os que menos incomodam são a “Visão distorcida” e as

“Flutuações na visão”. Este inquérito revelou uma clara diferenciação entre pacientes sintomáticos e assintomáticos e revelou-se uma ferramenta útil no âmbito clínico quotidiano uma vez que evidencia alguns sintomas muitas vezes esquecidos por parte do paciente ou pelo próprio profissional. McAlinden pretende demonstrar a utilidade deste questionário para medir subjetivamente a qualidade de visão em pacientes submetidos a qualquer tipo de cirurgia refrativa, cirurgia ocular e patologia ocular (McAlinden *et al.* 2010).

6. CONCLUSÃO

Como resultado desta investigação pode-se concluir:

- Os mesmos resultados não são justificados pela atualização da refração.
- O valor de miopia noturna conseguido varia de acordo com o estímulo e contraste usado na sua quantificação.
- O estímulo que proporciona resultados mais coerentes é o LED.
- O valor de miopia noturna não está relacionado com o facto de a correção poder estar desatualizada.
- A prevalência de miopia noturna é mais alta na população mais jovem.
- Os resultados do questionário QoV não estão relacionados com o fato de o paciente apresentar ou não algum valor de miopia noturna.
- Os sintomas relacionados com uma má visão noturna são bastante comuns na população estudada.

7. TRABALHO FUTURO

Futuramente seria interessante investigar as seguintes questões:

- Determinar qual das correções seria mais satisfatória clinicamente para o paciente pois isso não foi aferido neste trabalho.
- Determinar se seria melhor a correção monocular (ligeiramente assimétrica) ou binocular (simétrica).
- Comparar estes valores aqui obtidos com os obtidos mediante o sistema Badal descrito por Lopez-Gil *et al* (2012).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnaud, J. F. and Frenette, B. (1996). La mesure de l'accommodation tonique et ses implications cliniques dans la correction de la myopie nocturne. *Can. J. Optom.*, 57, 204-209

Barbur J. L. and Stockman A, (2010). Photopic, Mesopic and Scotopic Vision and Changes in the Visual Performance. *Encyclopedia of the Eye, Encyclopedia of the Eye, Vol 3. Oxford: Academic Press*; pp. 323-331

Campbell F. W., (1953). Twilight Myopia. *Nuffield Laboratory of Ophthalmology, Oxford*,

Campbell FW, Nachmias J, Jukes J.(1970). Spatial-frequency discrimination in human vision. *J Opt Soc Am.* Apr;60(4):555-9

Carr RE. (1969). The night-blinding disorders. *Int Ophthalmol Clin.* ;9(4):971-1003.

Villa C., Gutiérrez R., Jiménez JR, González-Meijome JM., (2007). Night vision disturbances after successful Lasik surgery. *Br J Ophthalmol*; 91:1031–1037.

Charman W.N., (1996). Night myopia and driving. *Ophthalmic Physiol Opt* 16(6): 474-85

Cohen Y., Zadok, D. , Barkana, Y., Shochat, Z., Ashkenazi, I., (2007). Relationship between night myopia and night-time motor vehicle accidents. *Acta Ophthalmol. Scand.*: 85: 367-370

Cuesta JR, Anera RG, Jiménez R, Salas C. (2003). Impact of interocular differences in corneal asphericity on binocular summation. *Am J Ophthalmol.* ;135(3):279-84

Fan-Paul NI, Li J, Miller JS, Florakis GJ (2002). Night vision disturbances after corneal refractive surgery. *Surv Ophthalmol.* ;47(6):533-46.

Fejer T.P. *et al.*, (1992). Night myopia: implications for the young driver. *Can J Ophthalmol* ; 27(4): 172-6

Fejer T. P. & Girgis R. (1995). Correction of night myopia and glare for night driving. *Can J. Ophtalm* 30: 25-27.

Gaalen KW, Jansonius NM, Koopmans SA, Terwee T, Kooijman AC (2009). Relationship between contrast sensitivity and spherical aberration: comparison of 7 contrast sensitivity tests with natural and artificial pupils in healthy eyes. *J Cataract Refract Surg.* 35(1):47-56.

Geunyoung Yoon, Ramkumar Sabesan, Mike Gilbert (2008); Effects of higher order aberrations on night myopia using adaptive optics. University of Rochester. ;49:ARVO E-Abstract 2422

Goss DA, Erickson P. (1987). Meridional corneal components of myopia progression in young adults and children. *Am J Optom Physiol Opt.* 64(7):475-81.

Hartwig A, Atchison DA. (2012). Analysis of higher order aberrations in a large clinical population. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* Oct 2

Hope, G. M. and Rubin M. I. (1984) Night Myopia. *Surv. Ophthalmol.* 29, 129-136.

Jiménez JR, Villa C, Anera RG, Gutiérrez R, del Barco LJ (2006). Binocular visual performance after LASIK. *J Refract Surg.* 22(7):679-88.

Koomen M., Scolnik, R., & Tousey R., (1951). A Study of Night Myopia. *Journal of the Optical Society of America*, 41:80-83.

Kotulak J.C., Morse, S. E. , & Rabin, J. C. , (1995). Optical Compensation for Night Myopia Based on Dark Focus and CA/C Ratio. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* , Vol 36, No. 8

Leibowitz, H. W. and Owens, A. (1978) New evidence for the intermediate position of relaxed accommodation.. *Doc. Ophthalmol.* 46, 133-147

Levene J. (1965). Nevil Maskelyne FRS and the discovery of night myopia. *Roy Soc Lond Notes Reports* 20: 100-108.

López-Gil, N. Peixoto-de-Matos, S. C., Thibos, L. N., & González-Meijome, J. M. (2012). Shedding light on night myopia. *Journal of Vision*, 12(5):4, 1-9

McAlinden C., Pesudovs K., & Moore J. E. (2010). The Development of an Instrument to Measure Quality of Vision: The Quality of Vision (QoV) Questionnaire. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*

McCollim, <http://aarcolin4.net>

Moumita Biswas, (2012) M.Optom, FIACL ,Night Myopia. *E Journal of Ophthalmolog.*

Otero J. M., Plaza L., & Salaverri F., (1948). Absolute Thresholds and Night Myopia. *Journal of the Optical Society of America*, 39: 167-172.

Otero J. M., Aguilar M., (1951). Accommodation and Night Myopia. *J Opt Soc. Am.* 41 (12): 1061-2.

- Otero, J. M. and Duran, A. (1943). Influencia dell effecto de Purkinje combinado con la aberracion cromatica del ojo en la myopia nocturna. *Anal. Fis. Quim.* 39, 567-578.
- Owens, D. A. and Leibowitz, H. W. (1978). Night Myopia: cause and a possible basis for amelioration. *Am. J. Optom, Physiol., Opt.* 53, 709-717.
- Richards, O. W. (1967). Night myopia at night automobile luminances, *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.* 44 517-523
- Richards, O. W. (1978). Night myopia at night automobile luminances: final report., *Am. J. Optom. Am. Acad. Optom.* 55, 469-470
- Rosenfield, M. Ciuffreda K. J., Hung G. K. & Gilmartin B. (1994) Tonic accommodation: a review. II. Accommodative adaptacion and clinical aspects. *Ophthalmic Physiol Opt* 14: 265-277.
- Salmon TO, van de Pol C. (2006). Normal-eye Zernike coefficients and root-mean-square wavefront errors. *J Cataract Refract Surg.* ;32(12):2064-74.
- Robert E. Miller and Thomas J. Tredici, (1992). The Eye and Night Vision.
This article has been adapted from the USAF Special Report, AL-SR-0002” *Vision Manual for the Flight Surgeon* ”.
- Theodore Grosvenor; David A. Goss, *Clinical management of myopia* Copyright 1999 by Butterworth- Heinemann
- Thibos LN, Wheeler W, Horner D.(1997). Power vectors: an application of Fourier analysis to the description and statistical analysis of refractive error. *Optom Vis Sci*; 74: 367-375.
- Wald, G. and Griffin, D. R. (1947). The change in refractive power of the eye in dim and bright light. *J. Opt. Soc. Am.* 37, 321-336.
- Zobor D, Zrenner E. (2012). Retinitis pigmentosa - a review : Pathogenesis, guidelines for diagnostics and perspectives. *Ophthalmologe.* ;109(5):501-15

9. ANEXOS

Anexo 1. Inquério Quality Of Vision

Cuestionario de Calidad de Visión (CoV)

Nombre: _____

Este cuestionario consta de 10 ítems, cada uno con tres preguntas sobre la frecuencia, intensidad y las molestias relacionadas con su visión. Compare todos los sentidos con la explicación de las imágenes gráficas que están disponibles.

1. ¿Con qué frecuencia se siente que usted ve destellos alrededor de las luces?

Nunca De vez en cuando A menudo Muchas veces

>> Si su respuesta es "nunca" vaya a la pregunta 2 >>

1.1 ¿Cuál es la intensidad de los destellos?

Ninguna Poca Moderada Fuerte

1.2 El deslumbramiento que se produce es molesto?

Nada Un poco Bastante Mucho

2. Cuantas veces siente ver "halos" alrededor de las luces?

Nunca De vez en cuando A menudo Muchas veces

>> Si su respuesta es "nunca" vaya a la pregunta 3 >>

2.1 ¿Cuál es la intensidad de estos "halos"?

Ninguna Poca Moderada Fuerte

2.2 Los "halos" que se producen son molestos?

Nada Un poco Bastante Mucho

3. Cuantas veces ve "listas estrelladas" en las luces?

Nunca De vez en cuando A menudo Muchas veces

>> Si su respuesta es "nunca" vaya a la pregunta *pregunta 4* >>

3.1 Cuál es la intensidad de esas "listas estrelladas"?

Ninguna Poca Moderada Fuerte

3.2 Las "listas estrelladas" que se producen son molestas?

Nada Un poco Bastante Mucho

4 ¿Cuántas veces siente la visión nublada?

Nunca De vez en cuando A menudo Muchas veces

>> Si su respuesta es "nunca" vaya a la pregunta *5*>>

4.1 Cuál es la intensidad de la visión nublada?

Ninguna Poca Moderada Fuerte

4.2 La visión nublada es molesta?

Nada Un poco Bastante Mucho

5. ¿Cuántas veces siente la visión borrosa?

Nunca De vez en cuando A menudo Muchas veces

>> Si su respuesta es "nunca" vaya a la pregunta *6* >>

5.1 Cuál es la intensidad de la visión borrosa?

Ninguna Poca Moderada Fuerte

5.2 La visión borrosa es molesta?

Nada Un poco Bastante Mucho

6. ¿Con qué frecuencia siente la visión distorsionada?

Nunca De vez en cuando A menudo Muchas veces

>> Si su respuesta es "nunca" vaya a la pregunta *pregunta 7* >>

6.1 ¿Cuál es la magnitud de esta distorsión?

Ninguna Poca Moderada Fuerte

6.2 La distorsión hace sentir incómodo?

Nada Un poco Bastante Mucho

7.¿Con qué frecuencia ve las imágenes dobles o múltiples?

Nunca De vez en cuando A menudo Muchas veces

>> Si su respuesta es "nunca" vaya a la pregunta 8 >>

7.1 ¿Cuál es la intensidad de las imágenes dobles o múltiples?

Ninguna Poca Moderada Fuerte

7.2 Las imágenes dobles o múltiples hacen sentir incómodo?

Nada Un poco Bastante Mucho

8.¿Con qué frecuencia siente fluctuaciones en la visión?

Nunca De vez en cuando A menudo Muchas veces

>> Si su respuesta es "nunca" vaya a la pregunta 9 >>

8.1 ¿Cuál es la magnitud de estas fluctuaciones?

Ninguna Poca Moderada Fuerte

8.2 Las fluctuaciones hacen sentir incómodo?

Nada Poco Bastante Mucho

9.¿Cuántas veces siente dificultad en enfocar?

Nunca De vez en cuando A menudo Muchas veces

>> Si su respuesta es "nunca" vaya a la pregunta 10 >>

9.1 ¿Cuál es la intensidad de estas dificultades en enfocar?

Ninguna Poca Moderada Fuerte

9.2 Las dificultades en enfocar hacen sentir incómodo?

Nada Poco Bastante Mucho

10. ¿Con qué frecuencia tienen dificultades en la percepción de la distancia o profundidad?

Nunca De vez en cuando A menudo Muchas veces

10.1 ¿Cuál es la intensidad causada por la dificultad de la percepción de la distancia o profundidad?

Ninguna Poca Moderada Fuerte

10.2 La dificultad en la percepción de la distancia o profundidad le producen incómodo?

Nada Poco Bastante Mucho

QoV Pictures

McAlinden et al. The development of an instrument to measure quality of vision; the Quality of Vision (QoV) questionnaire. Invest Ophthalmol Vis Sci (IOVS) 2010 Nov;51(11):5537-45.

1. *Brilhos*



2. *Halos*



3. *Riscos Estrelados*



4. *Visão Enevoada*



5. *Visão Desfocada*



6. *Visão Distorcida*



7. *Visão Dupla/Múltipla*

