



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE MEDICINA DE BOTUCATU

FÁBIO HENRIQUE DA SILVA FERRAZ

PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DOS ERROS REFRACTIONAIS NO SUL DO
CENTRO-OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO E SEU IMPACTO NA
ACUIDADE VISUAL: ESTUDO DE BASE POPULACIONAL

BOTUCATU

2013



FÁBIO HENRIQUE DA SILVA FERRAZ

PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DOS ERROS REFRACTIONAIS NO SUL DO
CENTRO-OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO E SEU IMPACTO NA
ACUIDADE VISUAL: ESTUDO DE BASE POPULACIONAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Bases Gerais da Cirurgia –
Área de Conhecimento em Oftalmologia,
da Faculdade de Medicina de Botucatu -
UNESP, para a obtenção do título de
Doutor

ORIENTADOR: Prof. Titular Silvana Artioli Schellini

BOTUCATU

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: **ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE**

Ferraz, Fábio Henrique da Silva.

Perfil de distribuição dos erros refracionais no sul do centro-oeste do estado de São Paulo e seu impacto na acuidade visual : estudo de base populacional / Fábio Henrique da Silva Ferraz. – Botucatu : [s.n.], 2013

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina de Botucatu

Orientador: Silvana Artioli Schellini

Capes: 40102033

1. Olhos – Erros refrativos. 2. Distúrbios da visão. 3. Cegueira. 4. Óculos.
5. Acuidade visual.

Palavras-chave: Ametropia; Cegueira; Deficiência visual; Óculos; Refração.

FÁBIO HENRIQUE DA SILVA FERRAZ

PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DOS ERROS REFRACTIONAIS NO SUL DO
CENTRO-OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO E SEU IMPACTO NA
ACUIDADE VISUAL: ESTUDO DE BASE POPULACIONAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Bases Gerais da Cirurgia –
Área de Conhecimento em Oftalmologia,
da Faculdade de Medicina de Botucatu -
UNESP, para a obtenção do título de
Doutor

Aprovado em ___ / ___ / ___

Orientador: Professora Titular Silvana Artioli Schellini

DEDICATÓRIA

À Deus,

Por me conceder a todo momento sua Graça, a capacidade de avançar sempre mais e por estar sempre perto, principalmente nas dificuldades, apesar das muitas limitações e fraquezas.

À meus pais,

Que, com seu amor e generosidade, foram os principais responsáveis pela minha formação humana e profissional. Tenho como grande exemplo e inspiração sua determinação, coragem e idoneidade para superar os obstáculos da vida.

À minha querida esposa Rita e filhas Ana Luísa e Beatriz,

Que me ajudaram e incentivaram para a conclusão dessa etapa, caminhando sempre juntas comigo, mesmo nos momentos mais difíceis de sacrifício e dificuldades encontradas nesta trajetória.

À meus irmãos,

Que me incentivaram e acompanharam .

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Silvana Artioli Schellini,

Todas as palavras imagináveis são poucas para ilustrar a gratidão à pessoa que mais acreditou em mim e me incentivou dentro do ambiente universitário.

Desde a graduação até hoje, é marcante seu entusiasmo com a pesquisa, dedicação no ensino e respeito para com os pacientes. Acredito ser essas e outras virtudes que a tornam uma pessoa tão carismática, atraíndo tantos não somente pelos seus conhecimentos, mas também à busca de algo que não existe nos livros: caráter. É o reflexo do verso que diz: “ninguém acende uma luz para coloca-la sob a cama, mas no alto para iluminar toda a casa”. Por isso, aquilo que aprendi com sua convivência trago como um tesouro que inspira minha vida profissional.

AGRADECIMENTOS

*Ao Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da
Faculdade de Medicina de Botucatu,*

Pela oportunidade de participar desse Projeto, desenvolver esse estudo e por
todo o apoio no decorrer do trabalho.

À equipe de profissionais da Unidade Móvel,

A todos os residentes, demais colegas e profissionais envolvidos no
atendimento, que se empenharam com dedicação durante o Projeto, meus mais
sinceros agradecimentos.

*Às Secretarias de Saúde dos municípios de Arandu,
Areiópolis, Bofete, Conchas, Itai, Manduri, Pratânia, Pereiras
e Taguaí,*

Por todo apoio e colaboração, sem as quais a viabilidade do Projeto e do
estudo não seriam possíveis.

Ao Prof. Adj. José Eduardo Corrente,

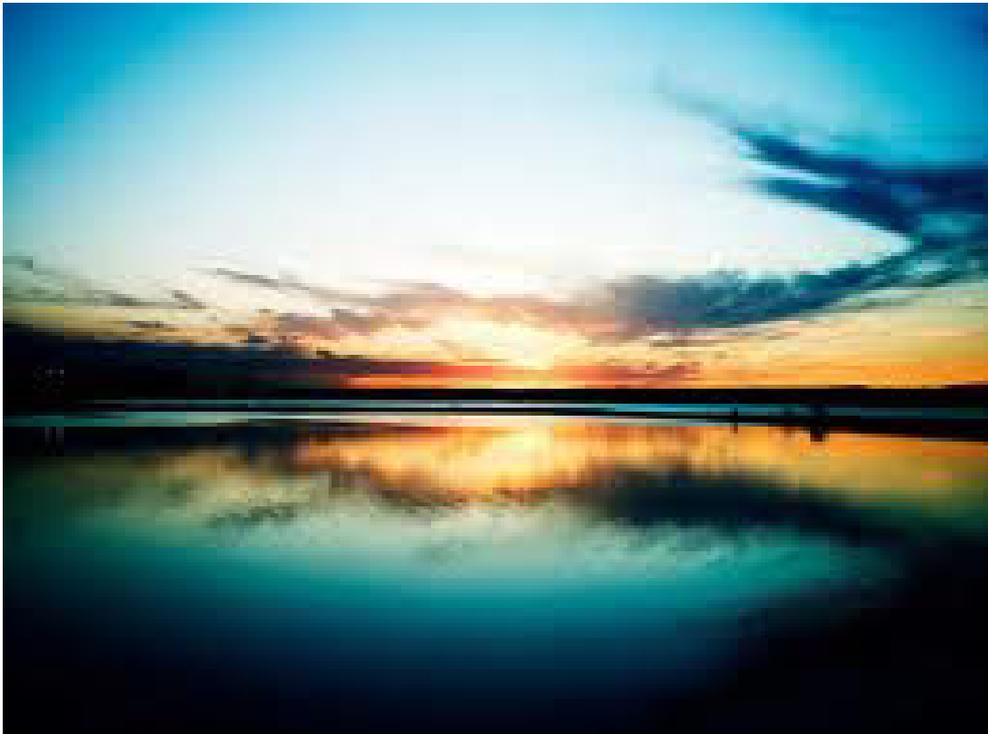
Por todo auxílio no desenvolvimento e interpretação da análise estatística.

À Prof^a. Dr^a. Paula de Araújo Opromolla,

Pela orientação durante o desenvolvimento do estudo e pela colaboração
na análise descritiva dos dados e representações cartográficas.

À Srta. Flávia de Oliveira Gonçalves,

Por todo o seu trabalho de apoio e dedicação na organização dos dados e
fichas no decorrer do estudo.



“A Sabedoria é um reflexo da luz eterna, espelho sem mancha da atividade de Deus e imagem da Sua bondade”

(Sb 7,26)

RESUMO

Ferraz Fábio Henrique da Silva. Perfil de distribuição dos erros refracionais no sul do centro-oeste do Estado de São Paulo e seu impacto na acuidade visual: estudo de base populacional. Tese de Doutorado em Bases Gerais da Cirurgia. Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP. Botucatu, 2013.

Objetivos: determinar o perfil de distribuição dos erros refracionais em uma amostra populacional do centro-oeste do Estado de São Paulo, suas possíveis associações com características individuais e a influência sobre a acuidade visual. **Métodos:** foi desenvolvido estudo de secção transversal com amostragem residencial probabilística e sistemática em nove municípios no sul do centro-oeste paulista, como parte do Projeto de Prevenção à Cegueira na Comunidade. Os indivíduos acima de um ano de idade foram submetidos a entrevista e exame oftalmológico completo. A acuidade visual em sistema Snellen e posterior conversão para logMAR foi obtida antes e após exame de refração e categorizada em quatro segmentos. Os erros refracionais foram classificados em miopia ($EE \leq -0,50D$), hipermetropia ($EE \geq 0,50D$), astigmatismo ($DC \leq -0,50D$) e anisometropia (diferença de $EE \geq 1,00D$ entre os olhos). Foi realizada a análise descritiva dos dados de prevalência na amostra, análise univariada e multivariada com modelos de regressão logística múltipla para determinar possíveis associações de prevalências. **Resultados:** 3012 residências foram entrevistadas e 7654 indivíduos foram incluídos no estudo, sendo 62,7% mulheres, 92,1% considerados com pele branca e média para a idade de 36,89 anos (extremos de 1 a 96 anos). A miopia foi mais prevalente na terceira e quarta décadas de vida, atingindo 43,31% sem diferenças significativas entre sexos, enquanto a hipermetropia foi mais prevalente entre mulheres acima de 60 anos de idade, com uma frequência de 65,6% nesta faixa etária. O astigmatismo apresentou uma frequência progressivamente maior com a idade e semelhante entre os sexos. O eixo do astigmatismo também apresentou variação conforme a idade, com o eixo horizontal mais frequente em jovens e o vertical nos idosos. A prevalência da anisometropia apresentou variação com a idade sendo mais frequente nos extremos de idade, chegando a 32,66% após 70 anos. Não houve variações significativas com relação a cor da pele. 13,85% atingiram boa visão com as correções ópticas. A prevalência da melhora da acuidade, corrigindo a condição de deficiência visual por meio da prescrição de óculos (UREN), foi de 6,53% na amostra, sendo mais observada para indivíduos acima de 60 anos e nas altas ametropias. Associações de prevalências foram encontradas entre idade e todas as categorias de ametropias, entre sexo e hipermetropia, e entre UREN com miopia, hipermetropia e anisometropia ($p < 0,001$). Não houve associações com a cor da pele. **Conclusões:** importante associação entre ametropias com a idade foi observada, bem como com a melhora da visão com óculos. A determinação dessas associações

compõe um passo fundamental na elaboração de estratégias para o combate e prevenção das deficiências visuais.

Palavra-chave: Ametropias, Refração, Óculos, Deficiência Visual, Cegueira

ABSTRACT

Purpose: establish the refractive errors distribution in a population sample of the Central São Paulo State, correlations with personal features and its influence in visual acuity. **Methods:** a cross sectional survey was developed with randomized and systematic residential sampling in nine cities of middle region of São Paulo St/Brazil as part of Blindness Prevention Project at Community. Inhabitants above one year old were submitted to an interview and full ophthalmic exam. Visual acuity in logMAR system was determined before and after refraction exam and classified in four categories. Refractive errors were classified in myopia ($SE \leq -0,50D$), hyperopia ($SE \geq 0,50D$), astigmatism ($CD \leq -0,50D$) and anisometry (SE difference between eyes $\geq 1,00D$). Prevalence data sample were submitted to descriptive analysis, univariate and multivariate logistic regression models to find eventual prevalence associations. **Results:** 7654 participants were included in this survey, in which 62,7% were women, 92,1% with white skin and middle age of 36,89 years old (1 to 96 years). Myopia was more prevalent at 3rd and 4th decades, achieving 43,31% without significant differences between genders, while hyperopia was more prevalent in women above 60 years old, with 65,5%. Astigmatism prevalence increased by age with no differences between genders. Astigmatism axis changed by age too, when horizontal axis were more frequently observed in youngers and vertical in olders. Anisometry prevalence changed by age, more frequent at extremes, achieving 32,66% after 70 years old. No significant differences were found in ethnic categories. Visual acuity increasing prevalence by visual impairment corrected with spectacles (UREN) was 6,53% in the total sample, mainly after 60 years old and high refractive errors. Prevalence associations were found between age and all ametropic categories, sex and hyperopia and between UREN with myopia, hyperopia and anisometry ($p < 0,001$). No associations were found with ethnicity. **Conclusions:** strong association was observed between age with ametropies and visual acuity increasing by spectacles. Determining these correlations mean the first and essential step to create strategies for preventing and treating visual impairment.

Keywords: Ametropy, Refraction, Refractive error, Visual Impairment, Blindness.

Formatado: Inglês (EUA)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1 - Anatomia do olho humano. Secção sagital e transversal	24
Figura 2 - Córnea humana em perfil, ilustrando a asfericidade de sua curvatura	25
Figura 3 - Córnea humana: anatomia microscópica	27
Figura 4 - O cristalino: esquema anatômico evidenciando as camadas e suas disposições	31
Figura 5 - Anatomia retiniana da região macular e sua relação com o pólo posterior	33
Figura 6 - Disposição esquemática das fibras nervosas no pólo posterior retiniano em direção ao nervo óptico	36
Figura 7 - Esquema da via óptica nervosa	37
Figura 8 - Optotipo “E” de Snellen	40
Figura 9. - Tabelas de optotipos no sistema Snellen e no sistema logMAR	42
Figura 10 - Representação esquemática da formação de imagem na miopia	48
Figura 11 - Representação esquemática da formação de imagem na hipermetropia	50
Figura 12 - Representação esquemática do olho com astigmatismo	51
Figura 13 - Imagem topográfica apresentando astigmatismo regular, onde se observam dois meridianos perpendiculares, com eixo cilíndrico a 90°	51
Figura 14 - Imagem topográfica apresentando astigmatismo irregular, com curvatura aumentada localizada inferiormente	52

Figura 15 -	Alguns exemplos de óculos	59
Figura 16 -	Exemplos de lentes de contato	62
Figura 17 -	Representação esquemática da técnica LASIK para cirurgia refrativa, com confecção e levantamento do flap corneano e aplicação do <i>excimer laser</i> no estroma	64
Figura 18 -	Localização geográfica e distribuição populacional dos municípios que fazem parte da DRS VI – Bauru	93
Figura 19 -	Unidade móvel de atendimento oftalmológico nos municípios	100
Figura 20 -	Exame refratométrico subjetivo sendo realizado por membro da equipe na comunidade e exame biomicroscópico	101
Figura 21 -	Distribuição da amostra de acordo com a idade e sexo, no contingente total e separada por município	114
Figura 22 -	Distribuição da população dos municípios do estudo, de acordo com a idade e sexo	115
Figura 23 -	Frequência relativa e intervalo de confiança (95%) das queixas oculares, segundo a faixa etária (em anos) em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	116
Figura 24 -	Distribuição da mediana dos equivalentes esféricos (em dioptrias) de acordo com o sexo em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	118
Figura 25 -	Distribuição da mediana dos valores refracionais e dispersã para ambos os sexos em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	119

- Figura 26 – Distribuição da frequência e IC (95%) do equivalente esférico (%) para a miopia e hipermetropia de acordo com os municípios em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005 119
- Figura 27 – Distribuição da frequência e IC (95%) do astigmatismo de acordo com os municípios em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005 120
- Figura 28 – Distribuição da média e desvio padrão para o equivalente esférico, componentes esférico e cilíndrico, de acordo com a faixa etária em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005 121
- Figura 29 – Distribuição da mediana e dispersão para o equivalente esférico conforme as faixas etárias em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005 121
- Figura 30 – Prevalência (%) e intervalo de confiança de miopia segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005 123
- Figura 31 – Prevalência (%) e intervalo de confiança de hipermetropia segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005 124
- Figura 32 – Prevalência (%) e intervalo de confiança do astigmatismo segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo– 2004/2005 124
- Figura 33 – Prevalência (%) e intervalo de confiança de alta miopia segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005 125
- Figura 34 – Prevalência (%) e intervalo de confiança de alta hipermetropia segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005 125

Figura 35 –	Prevalência (%) e intervalo de confiança da anisometropia segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	126
Figura 36 –	Frequência (%) das categorias de eixo do astigmatismo de acordo com o sexo em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	126
Figura 37 –	Frequência (%) das categorias de inclinação para o astigmatismo de acordo com a cor da pele autoreferida em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	127
Figura 38 –	Distribuição da frequência (%) e intervalo de confiança (95%) do eixo astigmata de acordo com a idade em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	127
Figura 39 –	Distribuição dos valores de ceratometria média (em milímetros) de acordo com a faixa etária em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	128
Figura 40 –	Valores da mediana e dispersão para a ceratometria média (em milímetros), de acordo com as ametropias categorizadas, em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	129
Figura 41 –	Frequência (%) e IC (95%) das queixas conforme o diagnóstico ametrópico em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	131
Figura 42 –	Frequência relativa (%) do tratamento refracional segundo as queixas em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	132
Figura 43 -	Frequência da diferença dióptrica entre refração objetiva e subjetiva (Dif OS) para o equivalente esférico nos indivíduos participantes do estudo – 2004/2005	133

Figura 44 –	Distribuição das categorias de acuidade visual sem correção (AVSC) de acordo com o nível de melhora após correção óptica (AVCC) em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	134
Figura 45 –	Frequência da categoria com boa visão (sem e com correção óptica) e da diferença entre ambas (URE), de acordo com a faixa etária, em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	135
Figura 46 –	Frequência relativa dos níveis de acuidade visual menores que 0,15 logMAR após correção óptica, conforme a idade em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	136
Figura 47 –	Prevalência e intervalo de confiança (95%) da deficiência visual reversível com correção óptica, de acordo com a faixa etária em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	137
Figura 48 –	Prevalência de <i>Unmet Need</i> de acordo com a faixa etária em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	137
Figura 49 –	Prevalência de <i>Unmet Need</i> , de acordo com as ametropias, em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	138
Quadro 1 –	Análise comparativa para resultados e critérios de URE, UREN e deficiência visual entre este e vários estudos populacionais	140

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Localização dos municípios participantes e a distância em relação à capital paulista e Botucatu	93
Tabela 2 - População estimada, participação populacional na amostra, total de residências e amostra residencial para cada município participante	112
Tabela 3 – Frequência das categorias de conduta de acordo com os diagnósticos refracionais em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	130
Tabela 4 – Variação da frequência de acuidade visual, segundo antecedentes sistêmicos, em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005	139
Tabela 5 – Análise univariada para os erros refracionais, com relação a características relacionadas pelo teste do Qui-quadrado de Pearson	141
Tabela 6 - Resultados da análise multivariada através de modelos de regressão logística para os erros refracionais	144
Tabela 7 – Análise univariada por meio do teste de Qui-quadrado de Pearson (χ^2) para os critérios de melhora de acuidade visual com correções ópticas	146
Tabela 8 - Resultados da análise multivariada através de modelos de regressão logística para os critérios de melhora de acuidade visual com correções ópticas	149

LISTA DE ABREVIATURAS

ALTA HIPER	Alta Hipermetropia
ALTA MIO	Alta Miopia
ANISO	Anisometropia
ASTIG	Astigmatismo
AV	Acuidade Visual
AVCC	Acuidade Visual com Correções
AVSC	Acuidade Visual sem Correções
AXL	Comprimento Axial
BAVPL	Baixa Acuidade Visual para Longe
BAVPP	Baixa Acuidade Visual para Perto
c/antec	Com antecedentes
CB	Curva Base
CD	Contagem de Dedos
CID-10	Classificação Internacional de Doenças, décima revisão
D	Dioptria
DC	Dioptria Cilíndrica
DE	Dioptria Esférica
DM	Diabetes Mellitus
DMRI	Degeneração Macular Relacionada a Idade
DNA	Ácido Desoxirribonucléico
DP	Desvio Padrão
DRS	Departamento Regional de Saúde
EE	Equivalente Esférico
EPR	Epitélio Pigmentado da Retina
EUA	Estados Unidos da América
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa
GABA	Ácido Gama-aminobutírico
hab	Habitantes
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HIPER	Hipermetropia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
IQ	Intervalo Interquartilico
km ²	Quilômetro Quadrado

LASIK	<i>Laser in situ Keratomileusis</i>
logMAR	<i>Logarithm of the Minimum Angle of Resolution</i>
LTDA	Limitada
MIO	Miopia
mm	Milímetro
MM	Movimentos de Mãos
nm	Nanômetro
NY	<i>New York</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
OR	<i>Odds Ratio</i>
P	Probabilidade
PE	Pernambuco
PIO	Pressão Intraocular
PL	Percepção Luminosa
PRK	<i>Photorefractive Keratectomy</i>
RDP	Retinopatia da Prematuridade
s/antec	Sem antecedentes
SPL	Ausência de Percepção Luminosa
URE	<i>Undercorrected Refractive Error</i>
UREN	<i>Unmet Refractive Error</i>
USA	<i>United States of America</i>
VTR	Variabilidade Teste-reteste
WHO	<i>World Health Organization</i>
X ²	Quiquadrado
µm	Micrômetro ou Micra

Formatado: Inglês (EUA)

Formatado: Inglês (EUA)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	23
1.1. JUSTIFICATIVA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO	23
1.2. ASPECTOS SOBRE A ANATOMIA FUNCIONAL DO OLHO	23
1.2.1. <i>A Córnea</i>	25
1.2.2. <i>A Câmara Anterior e Posterior</i>	28
1.2.3. <i>A Íris e a Pupila</i>	29
1.2.4. <i>O Cristalino</i>	30
1.2.5. <i>Câmara Vítrea</i>	32
1.2.6. <i>Retina</i>	32
1.2.7. <i>Condução do Estímulo Visual</i>	35
1.3. SISTEMA VISUAL E ACUIDADE VISUAL	38
1.4. ÓPTICA	42
1.5. SISTEMA ÓPTICO CENTRADO E PODER DIÓPTRICO	44
1.6. EMETROPIA E AMETROPIAS	47
1.6.1. <i>Miopia</i>	48
1.6.2. <i>Hipermetropia</i>	49
1.6.3. <i>Astigmatismo</i>	50
1.6.4. <i>Conjunção de Ametropias</i>	54
1.6.5. <i>Anisometropia</i>	54
1.7. EQUIVALENTE ESFÉRICO	55
1.8. ACOMODAÇÃO E PRESBIOPIA	56
1.9. CORREÇÃO DOS ERROS REFRACTIONAIS	58
1.9.1. <i>Óculos</i>	58
1.9.2. <i>Lentes de Contato</i>	61
1.9.3. <i>Cirurgia Refrativa</i>	63
1.9.3.1. Ceratotomia Radial	63

1.9.3.2. Excimer Laser	63
1.9.3.3. Facectomia com Implante de Lente Intraocular	65
1.9.3.4. Implante de Lentes Intraoculares Fácicas de Câmara Posterior	66
1.9.3.5. Implante de Lentes Intraoculares de Câmara Anterior	66
1.10. NOTAÇÃO DOS ERROS REFRACTIONAIS	67
1.11. AMBLIOPIA E DESENVOLVIMENTO VISUAL	68
1.12. DEFICIÊNCIA VISUAL	71
1.13. ERROS REFRACTIONAIS E DEFICIÊNCIA VISUAL	78
2. OBJETIVOS	89
3. MÉTODOS	91
3.1. O PROJETO UNIDADE MÓVEL	91
3.2. CARACTERÍSTICAS DOS MUNICÍPIOS	
PARTICIPANTES DO ESTUDO	92
3.2.1. Arandu	94
3.2.2. Areiópolis	94
3.2.3. Bofete	94
3.2.4. Conchas	95
3.2.5. Itaí	95
3.2.6. Pereiras	96
3.2.7. Pratânia	96
3.2.8. Manduri	96
3.2.9. Taguaí	97
3.3. DELINEAMENTO E AMOSTRAGEM	97
3.3.1. Coleta de dados	98
3.4. CRITÉRIOS DE CATEGORIZAÇÃO	103

3.4.1. <i>Faixas Etárias</i>	103
3.4.2. <i>Sexo</i>	103
3.4.3. <i>Raça</i>	103
3.4.4. <i>Queixas ou Sintomas</i>	104
3.4.5. <i>Antecedentes ou Doenças Sistêmicas</i>	104
3.4.6. <i>Antecedentes Oculares</i>	105
3.4.7. <i>Acuidade Visual</i>	105
3.4.8. <i>URE e Unmet Need</i>	106
3.4.9. <i>Erros Refracionais</i>	106
3.4.10. <i>Diagnósticos Ametrópicos</i>	107
3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	107
3.6. IMPLICAÇÕES ÉTICAS ENVOLVIDAS NA PESQUISA	108
4. RESULTADOS	111
4.1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DA AMOSTRA	111
4.2. CARACTERÍSTICAS FORNECIDAS PELO INQUÉRITO	115
4.3. REFRACTIONOMETRIA	117
4.4. PREVALÊNCIA DOS ERROS REFRACTIONAIS	122
4.5. EIXO DO ASTIGMATISMO	126
4.6. CERATOMETRIA	128
4.7. DIAGNÓSTICOS, TRATAMENTOS E CORRELAÇÕES	129
4.8. COMPARATIVO ENTRE REFRAÇÃO SUBJETIVA E OBJETIVA	132
4.9. ACUIDADE VISUAL	133
4.10. ANÁLISE UNIVARIADA E MULTIVARIADA (REGRESSÃO LOGÍSTICA)	141

5. DISCUSSÃO	151
5.1. PROJETO DE PREVENÇÃO DE DEFICIÊNCIA VISUAL	151
5.2. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS	156
5.3. SINTOMAS OCULARES	159
5.4. AMETROPIAS E ACUIDADE VISUAL	161
5.5. ASPECTOS DA DISTRIBUIÇÃO REFRACTIONAL	165
5.6. LIMITAÇÕES E PONTOS FORTES DO ESTUDO	175
6. CONCLUSÕES	177
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	179
ANEXO A	191
ANEXO B	193

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO

Os erros refracionais fazem parte do cotidiano do oftalmologista. A importância da detecção e tratamento dos mesmos é muito grande e alguns estudos já demonstraram inequivocamente que a correção dos erros refrativos tira da faixa de cegueira e deficiência visual percentual importante de pessoas.

A distribuição dos erros refrativos obedece a fatores herdados e adquiridos, havendo predomínio de determinados erros refracionais em grupos populacionais distintos. Entretanto, até o momento, estudos populacionais abrangentes e com amostragem aleatória ou probabilística não foram realizados na população brasileira.

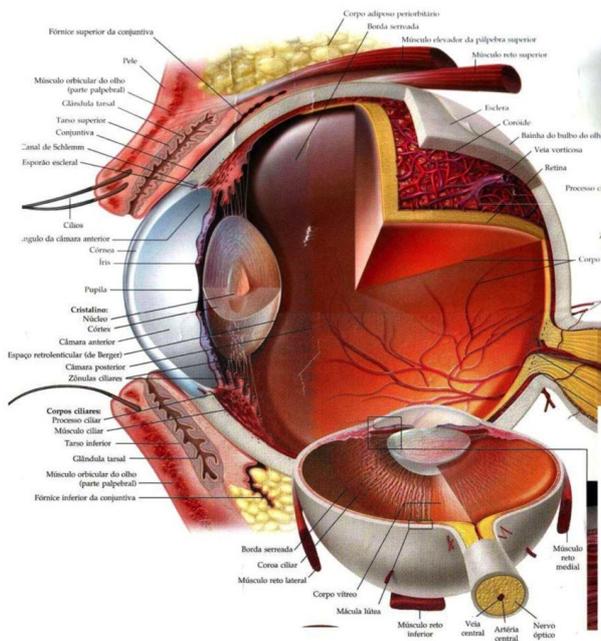
Ao iniciar este estudo, serão apresentados conceitos morfológicos e funcionais relevantes sobre o olho e os mecanismos de formação da imagem e transmissão sensorial, conceitos estes que precedem as definições de acuidade visual, dos erros refrativos e dos meios para a correção dos mesmos. A grande maioria dessas definições fazem parte dos fundamentos para um entendimento mais concreto sobre os propósitos e resultados do trabalho, principalmente para o leitor não familiarizado com os aspectos técnicos da oftalmologia. O autor acredita que essa forma de expor o assunto é importante para fornecer o conhecimento necessário para o leitor atingir uma melhor compreensão da pesquisa.

1.2 ASPECTOS SOBRE A ANATOMIA FUNCIONAL DO OLHO

O complexo sistema visual é composto basicamente por um órgão receptor, as vias ópticas e o córtex visual com suas conexões e interações com outras áreas do sistema nervoso central. O olho é o órgão aferente da visão e que, por sua vez, pode ser considerado um sistema fechado de interação e combinação de estruturas refrativas capaz de conduzir a luz através dos seus meios transparentes, com o objetivo final de transmitir às células receptoras retinianas as informações visuais do meio externo (Zorzi & Starling, 2010).

Focando essencialmente as estruturas que atuam diretamente no processo de formação da imagem, podemos, de maneira objetiva, segmentar o olho humano em alguns componentes relevantes, omitindo propositalmente todos os outros que não estão diretamente relacionados à função visual. Com isso, podemos simplificar a compreensão do caminho percorrido pela luz até o seu final nas células fotorreceptoras retinianas.

O bulbo ocular (Figura 1) apresenta a forma relativamente esférica, podendo tornar-se mais ovóide e alongada em casos especiais, como nos altos míopes (Curtin & Karlin, 1970). O desenvolvimento e os componentes biométricos do olho estão intimamente atrelados com o crescimento. Deste modo, pode-se estabelecer uma associação onde, para cada 10 cm de aumento da estatura, encontra-se um incremento de 0,32 mm no comprimento axial e um aplanamento, em média, de meia dioptria na curvatura corneana (Pereira & Alleman, 2007).



Externamente, o olho é revestido por uma camada de tecido conectivo frouxo, a conjuntiva, que se reflete sobre a face posterior das pálpebras, formando um fundo cego inferior e superiormente, denominado fórnice conjuntival. A conjuntiva apresenta células caliciformes, responsáveis pela produção de macromoléculas de glicoproteína que, por sua

vez, preenche parcialmente os microvilos córneo-conjuntivais, tornando a superfície ocular, que é relativamente hidrofóbica, mais homogênea para receber a porção aquosa do filme lacrimal. Além disso, a conjuntiva funciona como depósito, mantendo a lágrima por tempo maior em contato com o olho, ajudando na distribuição do filme lacrimal (Přister, 1974).

1.2.1 A Córnea

É a única estrutura da superfície ocular que não é revestida pela conjuntiva (Figura 2). A córnea, juntamente com o filme lacrimal, constitui o primeiro componente com poder refrativo, isto é, capaz de exercer influência na direção dos raios luminosos. Tanto sua superfície anterior, como a posterior, apresentam formas asféricas, ou seja, pontos centrais da superfície diferem quanto à curvatura e poder dióptrico dos periféricos, que são mais planos. Com isso, a secção longitudinal da córnea humana se distancia da forma esférica, se aproximando mais de uma parábola. Essa característica exerce influência considerável no desenvolvimento das ametropias refracionais, principalmente no surgimento do astigmatismo (Eghbali et al., 1995; Douthwaite, 2003).

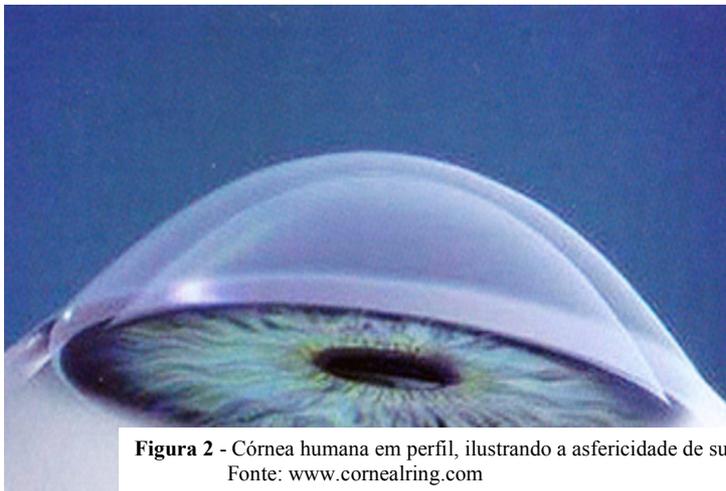


Figura 2 - Córnea humana em perfil, ilustrando a asfericidade de sua curvatura
Fonte: www.cornealring.com

Alguns autores consideram o filme lacrimal como uma das camadas constituintes da córnea. Com essa configuração, seriam seis as camadas ou segmentos que formam a córnea humana e apenas cinco em outras espécies, como caninos e bovinos (Slatter, 2001).

O epitélio corneano fica logo abaixo do filme lacrimal e é constituído de 5 a 7 camadas de células epiteliais estratificadas não ceratinizadas e não secretoras. As células mais superficiais são as mais diferenciadas e em processo de degeneração, com forma poligonal e cobertas por uma camada densa de microvilos aderentes. As células intermediárias, também chamadas de alares, estão em meio ao processo de diferenciação e as células basais, de forma cubóide e alto metabolismo, são as responsáveis pelo processo de renovação do epitélio corneano (Figura 3) (Klyce & Beurman, 1988).

Logo abaixo do epitélio, encontra-se a membrana basal do epitélio corneano, com 40µm a 60µm de espessura, formada por colágeno do tipo IV, laminina, proteoglicano sulfato de heparan, fibronectina e fibrina. Logo após, encontra-se a camada de Bowman que representa, na verdade, uma modificação do estroma, com disposição mais concentrada das fibras colágenas (Klyce & Beurman, 1988).

Posteriormente encontra-se uma camada acelular, o estroma corneano, que representa cerca de 90% da espessura da córnea, sendo constituído basicamente de proteoglicanos (glicosaminoglicanos covalentemente aderidos a um “core” protéico) e fibrilas colágenas (principalmente do tipo V), dispostas em um arranjo lamelar. Essa configuração das fibras colágenas é preenchida pelos proteoglicanos, fazendo com que a malha colágena se apresente de forma bastante homogênea, característica que, juntamente com a acelularidade do estroma, conferem a transparência corneana (Klyce & Beurman, 1988). Dentro do estroma é possível identificar duas camadas distintas: o estroma superficial, constituindo cerca de um terço da espessura total do estroma e o profundo, representando os outros dois terços. Histologicamente, a porção superficial apresenta fibras colágenas mais oblíquas e entrelaçadas, enquanto a profunda mantém uma disposição mais uniforme (McTigue, 1967).

Internamente, a córnea é revestida por uma única camada de células, o endotélio corneano que, por sua vez, é separado do estroma por outra camada de tecido conectivo, a membrana de Descemet, que constitui a membrana basal endotelial. As células do endotélio possuem a forma predominantemente hexagonal e são conectadas entre si por *tight junctions* e *gap junctions*, aderências intercelulares que conferem a impermeabilidade, evitando a passagem de água do humor aquoso para o estroma. Portanto, o endotélio tem por função gerar uma barreira efetiva entre a córnea e o humor aquoso, criar uma bomba metabólica possibilitando a passagem seletiva de nutrientes e promover condições para a transparência

corneana, através da bomba de sódio/potássio que estabelece um equilíbrio osmótico entre estroma e humor aquoso (Figura 3) (Waring et al., 1982).

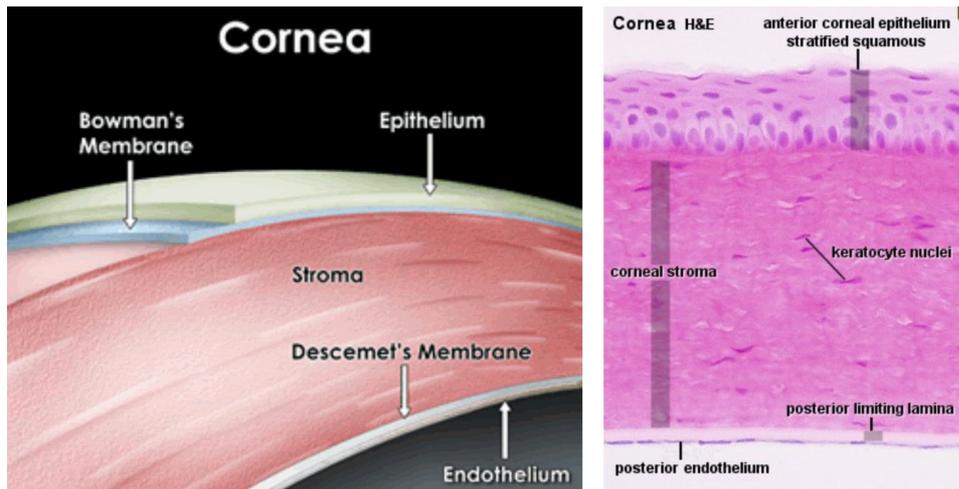


Figura 3 - Córnea humana: anatomia microscópica. À esquerda, esquema representando a disposição e inter-relação das camadas corneanas. À direita, corte de fragmento corneano corado com hematoxilina e eosina. Fonte: www.institutoassadrayes.com.br

A regularidade da superfície corneana se deve, em boa parte, ao filme lacrimal. Este é capaz de corrigir as pequenas imperfeições de relevo deixadas pelos microvilos das células epiteliais. Em situações onde o filme lacrimal é deficiente e essa regularidade é perdida, acredita-se que possa haver um prejuízo de até 6,3% na acuidade visual (Dursun et al., 1999).

O filme lacrimal é composto por três camadas (Jones, 1966):

a) Camada lipídica, mais externa, apresenta espessura de 0,1 μm . É constituída por colesterol, ésteres de colesterol e várias classes de lipídeos. Sua produção é feita principalmente pelas glândulas de Meibômio localizadas na margem palpebral, próxima à implantação dos cílios, e pelas glândulas de Zeis e Moll. Tem por função básica, evitar a evaporação precoce da camada aquosa;

b) Camada aquosa, intermediária, é produzida pela glândula lacrimal localizada na fossa lacrimal orbitária e fórnice superior externo e, também, pelas glândulas lacrimais acessórias de Krause e Wolfring localizadas respectivamente na substância própria conjuntival do fórnice inferior e na lâmina társica superior;

c) Camada mucóide, mais interna, apresenta espessura entre $0,02\mu\text{m}$ a $0,05\mu\text{m}$ e é produzida pelas células caliciformes conjuntivais. Devido sua propriedade hidrofílica, promove maior aderência da lágrima à superfície corneana. Apresenta, ainda, a característica de se difundir pela espessura do filme lacrimal, aumentando sua estabilidade.

Além da propriedade refrativa, regularizando a superfície corneana, o filme lacrimal apresenta também as funções de:

- a) Defesa, sendo via de acesso do sistema imunológico para a córnea;
- b) Antimicrobiana, pois apresenta lisozima, globulina e β -lisina em sua constituição;
- c) Lubrificante, mantendo a umidade das células da superfície córneo-conjuntival;
- d) Nutritiva, sendo via de troca de produtos metabólicos como oxigênio e dióxido de carbono e
- e) Mecânica, dificultando a aderência de corpos estranhos e microrganismos à superfície ocular.

1.2.2 A Câmara Anterior e Posterior

O segundo meio óptico é a câmara anterior que compreende o espaço entre o endotélio corneano e a íris. A partir desta e até a face anterior do cristalino, o espaço continua com o nome de câmara posterior. Ambas as câmaras são preenchidas pelo humor aquoso, líquido produzido por uma estrutura localizada na periferia da câmara posterior, o corpo ciliar, que se assemelha aos glomérulos renais no que tange à produção do humor aquoso e cuja regulação é feita pelo equilíbrio de fluxo entre seus vasos aferentes e eferentes (Macri & Cevário, 1978). A drenagem do líquido é realizada em 80 a 90% pelo canal de Schlemm no seio camerular ou recesso angular (área triangular demarcada pela superfície iriana anterior, endotélio corneano e uma linha perpendicular a $750\mu\text{m}$ à frente) (Ishikawa et al., 1999). Cerca de 10% a 20% do humor aquoso é drenado pela via de escoamento úveo-escleral. Devido o sentido de sua produção e drenagem, apresenta um fluxo natural da câmara posterior em direção à anterior e, a partir desta, para a periferia (Dalmoro & Netto, 2004).

O humor aquoso é produzido pela filtração dos processos do corpo ciliar a uma taxa de três microlitros por minuto através dos mecanismos de ultrafiltração, difusão e secreção. É composto por 99,69% de água, além de proteína, glicose, uréia, creatinina, ácido úrico, ascórbico, lactato, ácido hialurônico, sódio, potássio, bicarbonato, cloro e outros como fatores de crescimento, endotelina, transferrina e imunoglobulinas (Dalmoro & Netto, 2004; Prata et al., 2006).

1.2.3 A Íris e a Pupila

A íris é uma estrutura em forma de esfíncter com capacidade contrátil. Pode ser dividida em duas porções (Boyce et al., 2006):

- a) Estroma: posicionado anteriormente, pode ser dividido em zona pupilar e zona ciliar, separadas entre si pela região do colarete, o anel mais espesso da íris;
- b) Epitélio: porção mais posterior, constituída de duas camadas de células. A mais anterior está em contato direto com o estroma e a posterior com os processos do músculo dilatador da pupila.

A pigmentação iriana é variável de acordo com o biótipo, com espectro a partir do azul claro ao castanho escuro. Esse fenômeno ocorre devido a três fatores: a densidade celular contida na matriz do estroma e a quantidade de pigmento presente no mesmo estroma e no epitélio pigmentar iriano (Boyce et al., 2006).

A entrada de luz para a parte posterior do olho é controlada por meio da abertura pupilar, determinada pelo efeito das forças antagônicas dos músculos irianos dilatadores (radiais) e esfíncter (circular), cuja inervação é dada pelos sistemas simpático e parassimpático, respectivamente. Além disso, a abertura pupilar participa de alguns reflexos integrados, como a acomodação, onde a contração dos músculos circulares diminui o diâmetro da pupila. Essa abertura sofre, ainda, a influência do fator idade, quando o diâmetro pupilar é menor nas faixas etárias maiores (Winn et al., 1993).

1.2.4 O Cristalino

O cristalino é uma lente biconvexa, transparente e avascular que separa a câmara posterior da câmara vítrea. Após a córnea, o cristalino é o próximo componente com maior poder em exercer a convergência dos raios luminosos para a retina, sendo responsável por 15 a 20 dioptrias (D) da convergência dos raios luminosos (Albert & Jackobiec, 1994). Apresenta uma estrutura disposta em camadas concêntricas (Figura 4), cuja diferenciação poder ser realizada em:

- a) Cápsula Cristaliniana: trata-se de uma membrana basal elástica e transparente, composta por colágeno tipo IV que envolve o cristalino. Possui espessura de aproximadamente 14 μ m em seu folheto anterior e 2 a 4 μ m no ponto mais central do folheto posterior. Na periferia da cápsula se inserem as fibras zonulares. Estas são projeções do epitélio não pigmentado da *pars plana* e *pars plicata* do corpo ciliar que se inserem na região equatorial da cápsula e constituem o complexo de acomodação do cristalino (Albert & Jackobiec, 1994);
- b) Epitélio: constitui uma camada única de células epiteliais metabolicamente ativas. Entre outras atividades de biossíntese, o epitélio tem a propriedade replicadora de DNA e consequente mitose celular. Com a divisão, as células epiteliais sofrem migração a partir do centro germinativo, localizado anteriormente, em direção à zona equatorial cristaliniana. Nesta região, essas células iniciam o processo de diferenciação terminal com espessamento da membrana celular por acúmulo protéico e perda de suas organelas citoplasmáticas, inclusive o núcleo. Com a perda dos componentes celulares, a luz pode atravessar o cristalino sem ocorrer desvio ou absorção pelas organelas (Albert & Jackobiec, 1994);
- c) Córtex: localizado logo abaixo do epitélio, é justamente consequência da transformação deste, onde as células modificadas vão se compactando umas sobre as outras em direção ao centro do cristalino (Albert & Jackobiec, 1994);
- d) Núcleo: é a parte mais interna e representa o conglomerado das camadas mais antigas, de modo que os núcleos embrionário e fetal localizam-se no centro da lente. Suturas em forma de “y” podem ser observadas através da lâmpada de fenda e refletem a correlação e interdigitação dos processos apicais e basais das células modificadas (Albert & Jackobiec, 1994).

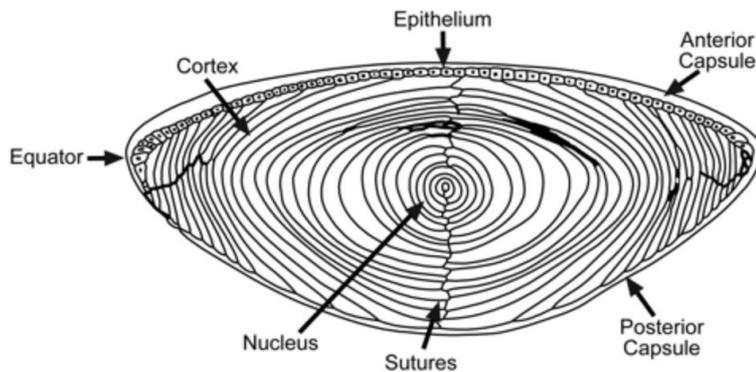


Figura 4 - O cristalino: esquema anatômico evidenciando as camadas e suas disposições. Fonte: www.photobiology.info

Da mesma forma como acontece com a córnea, a disposição regular das lamelas e a ausência de células na sua estrutura conferem ao cristalino a transparência. Com a idade e a produção contínua das lamelas cristalínianas, o núcleo, constituído pelas lamelas mais antigas, vai sofrendo mudança em sua consistência e transparência (Albert & Jakobiec, 1994).

A curvatura do cristalino pode sofrer variação graças à contração do músculo ciliar. A disposição circular das fibras musculares localizadas no corpo ciliar influencia diretamente na tensão dos ligamentos zonulares. Quando o músculo contrai, as fibras zonulares relaxam e o cristalino retorna ao seu estado de repouso, isto é, com a maior curvatura e comprimento axial. Com isso, aumenta o poder dióptrico do cristalino convergindo mais intensamente os raios que nele incidem. Este é o processo que ocorre na acomodação, quando se quer focalizar um objeto próximo, ou em hipermetropias de baixa magnitude onde a convergência cristalíniana é capaz de compensar a ametropia. Por outro lado, quando o músculo ciliar relaxa, a tensão nos ligamentos zonulares aumenta, tracionando e esticando a periferia do cristalino. Assim, a curvatura da lente diminui e os raios convergem com menor intensidade. Essa, na verdade, é a teoria clássica de Helmholtz que estabeleceu sua tese sobre a acomodação em meados do século XIX (Werner et al., 2000). Outras teorias foram também postuladas com novas pesquisas e serão apresentadas *a posteriori*.

1.2.5 Câmara Vítrea

Posteriormente ao cristalino, encontra-se a câmara vítrea, preenchida pelo humor vítreo, estrutura gelatinosa transparente envolta por uma membrana denominada hialóide e intimamente relacionada com a retina. Vários estudos a respeito da composição e arquitetura do corpo vítreo já foram aventados. Sebag e Balasz determinaram, usando microscopia eletrônica, uma conformação vítrea baseada em um arcabouço de fibrilas colágenas dispostas longitudinalmente, entremeadas da porção líquida, constituída de hialuronato de sódio. Tais fibrilas apresentam inserção na base vítrea anteriormente, na região da *ora serrata*, e posteriormente no córtex vítreo perimacular (Sebag & Balasz, 1989). Substâncias ou células, quando presentes no corpo vítreo, podem comprometer a sua transparência. As situações onde mais frequentemente este fenômeno ocorre compreendem as hemorragias vítreas e doenças inflamatórias ou infecciosas (Moura et al., 2004).

1.2.6 Retina

A retina é a camada que reveste a câmara vítrea internamente e se encontra em contato íntimo com a hialóide. É a estrutura responsável pela captação da imagem e sua conversão em impulsos elétricos. Está disposta em camadas apresentadas em sequência, a partir da mais interna para a externa: membrana limitante interna, camadas de fibras nervosas, camada de células ganglionares, camada plexiforme interna, membrana limitante intermediária, camada nuclear interna, camada plexiforme externa, camada nuclear externa ou núcleo dos fotorreceptores, membrana limitante externa, segmentos internos e externos dos cones e bastonetes, além do epitélio pigmentado da retina (EPR) com sua membrana basal (Green, 1985).

Na região central da retina, também denominada de pólo posterior, encontra-se uma estrutura diferenciada denominada mácula (Figura 5). À oftalmoscopia, apresenta coloração mais acentuada em relação ao restante da retina, com brilho central que representa a fóvea. Observada em secção longitudinal, a mácula resulta da redução da espessura retiniana, adquirindo o aspecto de uma depressão. Os estudos usando tomografia de coerência óptica mostram que a espessura macular central apresenta cerca de 212 μm , aumentando para algo em torno de 255 μm aos 3 mm de diâmetro, após o que a espessura retiniana normal varia de

210 μm a 239 μm (Chan et al., 2006). A depressão foveal, que representa a menor espessura central, sofre variação logo após o nascimento até os 15 meses de vida, com afinamento progressivo decorrente da migração de células das camadas mais superficiais para a periferia. Ao mesmo tempo, a foveola, que representa o ponto central da fóvea e que contém apenas cones, sendo livre de bastonetes, sofre redução da sua área, decorrente da migração e concentração central desses cones, atingindo a morfologia do adulto aos 45 meses pós natal, com 650 a 700 μm de diâmetro foveolar (Yuodelis et al., 2003). A mácula e, mais precisamente a fóvea, pela alta concentração de cones, é responsável pela visão central. Além disso, pela disposição de cada cone foveal e sua relação unitária com as fibras nervosas, essa estrutura está diretamente relacionada com a visão de detalhes e a sensibilidade ao contraste (Brown et al., 2009). Os cones na área foveolar especificamente, são mais longos e estreitos, com cerca de 0,2 μm de diâmetro, além de estarem mais próximos uns dos outros (Applegate, 2000). A região macular é rica em pigmentos exógenos, principalmente zeaxantina e luteína. A primeira possui maior concentração no centro macular, enquanto a luteína é mais presente na periferia da mácula. São substâncias não produzidas pelo organismo e, portanto, precisam ser adquiridas pela alimentação. Apresentam papel importante na absorção da energia luminosa e proteção antioxidante para os fotorreceptores. Outras funções que se acredita de responsabilidade desses pigmentos é a redução da dispersão luminosa, propiciando melhor contraste e a proteção contra a degeneração macular relacionada com a idade (DMRI) (Canovas et al., 2009).

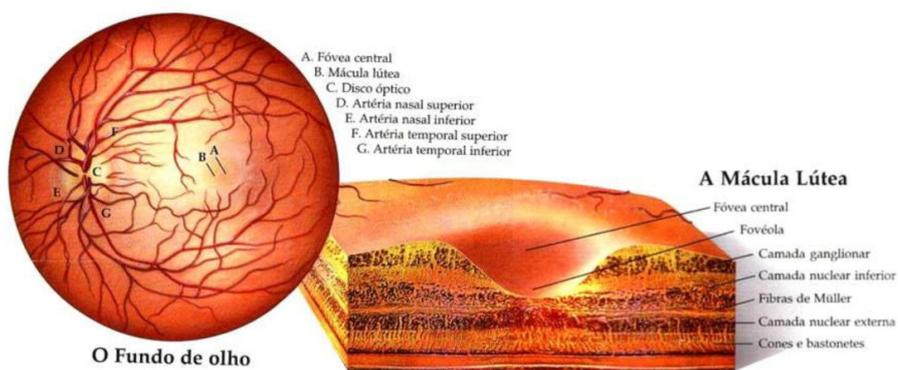


Figura 5 - Anatomia retiniana da região macular e sua relação com o polo posterior .
 Fonte: www.portalsaofrancisco.com.br

As células fotorreceptoras são denominadas de cones e bastonetes. Os primeiros são encontrados em maior concentração na área macular, perfazendo a totalidade dos fotorreceptores na fóvea. A população de cones no tapete retiniano é estimada em 3 a 4,6 milhões de células. São estimulados em condições fotópicas, ou seja, na presença de luminosidade. Os bastonetes apresentam concentração baixa na área macular, estando mais presentes na retina periférica. Sua função tem íntima relação com a visão periférica e em condições de baixa luminosidade. O número de bastonetes existente na retina é estimado entre 57 e 90 milhões de células (Panda et al.,1994; Aravena, 1996).

Três tipos de cones podem ser diferenciados de acordo com o pigmento fotossensível nele contido e, portanto, o comprimento de onda captado pelo receptor. O pigmento presente nos cones é constituído de uma apo-proteína denominada *opsina* ligada a uma molécula cromófora, o *11-Cis-retinaldeído* derivado da vitamina A que, por sua vez, determinará o comprimento de onda que estimulará o receptor (azul com 450 nm, verde com 530 nm e vermelho com 565 nm). A substância química relacionada com a fotossensibilidade dos cones é a rodopsina que, no escuro, está ligada ao cromóforo *11-Cis-retinal*. Esse componente sofre fotoisomerização para *all-trans-retinal* quando da absorção de um fóton através de reações químicas e térmicas, iniciando o processo de detecção visual. A forma ativa do fotopigmento é a *metarodopsina II* que será inativada por processo de fosforilação por meio de enzimas específicas. A regeneração do pigmento se inicia no segmento externo do fotorreceptor e se completa no interior do epitélio pigmentar, que por sua vez, devolve o cromóforo para o fotorreceptor na forma de *11-Cis-retinal*. No interior da unidade fotossensível, esse isômero se reconecta à opsina concluindo o processo denominado ciclo visual, restabelecendo a excitabilidade do fototransdutor (Hargrave, 1995; Kawamura,1993).

Externamente e em contato íntimo com os fotorreceptores, está o EPR, uma monocamada de células contendo pigmento e derivadas do neuroepitélio embrionário. O EPR é vital à sobrevivência e manutenção dos fotorreceptores. Pela sua pigmentação, é capaz de absorver a energia luminosa que incide sobre as células fotossensíveis. Apresenta também longos microvilos que se estendem sobre os espaços entre fotorreceptores. É por meio destes prolongamentos que as células pigmentares realizam as trocas metabólicas. São responsáveis por remover íons, água e dejetos metabólicos do espaço subretiniano para o sangue, devolvendo para as células fotossensíveis nutrientes como glicose, retinol e ácidos graxos. Tem por função ainda, manter a excitabilidade dos fotorreceptores através da reisomerização de parte do *Trans-retinal* em *11-Cis-retinal* após a absorção do fóton, uma vez que esse

processo não pode ser totalmente exercido pelo próprio fotorreceptor. Participa também da fagocitose do segmento fotoquímico utilizado, isolando o retinal e devolvendo-o ao espaço subretiniano. Ainda, o EPR secreta uma série de fatores de crescimento importantes para a integridade estrutural dos fotorreceptores e endotélio da camada coriocapilar, e fatores imunossupressores relacionados com o isolamento imunológico do olho (Strauss, 2005).

1.2.7 Condução do Estímulo Visual

Os interneurônios são as células nervosas que irão encaminhar o estímulo nervoso a partir da sinapse com o fotorreceptor. O primeiro é a célula bipolar que interconecta o fotorreceptor com o segundo interneurônio, a célula ganglionar, cujo prolongamento constituirá a camada de fibras nervosas (Kolb, 1991).

As células ganglionares correspondem a campos receptores variados da retina. Campo receptor equivale à área de fotossensores abrangida por uma única célula ganglionar. Assim, bastonetes em setores periféricos, que estão relacionados com a visão escotópica e de movimento, são agrupados para um neurônio condutor único, fazendo com que estímulos visuais pequenos e em condições de baixa luminosidade captados por poucos transmissores sejam suficientes para estimular a célula ganglionar, aumentando sua sensibilidade. Por outro lado, na área foveal com maior população de cones, essa relação se inverte e muito poucos transmissores correspondem a uma célula ganglionar. Esse dado somado ao fenômeno de estimulação *on/off*, onde células bipolares estimuladas se alternam com outras adjacentes inibidas, faz com que aumente a sensibilidade de contraste e detalhes na região central. Faz sentido quando associamos a correspondência cortical da área foveal que é muito maior quando comparada com a periférica, em contraste com a relação retiniana dessas duas regiões (Kuffler, 1953).

Os axônios que transitam pela camada de fibras nervosas apresentam uma disposição arqueada a partir do tapete retiniano em direção ao pólo posterior, onde confluem para formar o feixe nervoso que constitui o disco óptico. Essas fibras estão organizadas em feixes localizados na porção mais superficial da retina e podem ser identificadas por oftalmoscopia como estrias com brilho característico. São mais facilmente identificadas nos indivíduos jovens, ao longo das arcadas vasculares e nas proximidades do disco óptico, principalmente superior e inferiormente. Os feixes axonais são isolados uns dos outros e

compartimentalizados por prolongamentos verticais das células gliais de Muller. Esses feixes confluem e convergem para o disco óptico, criando uma deflexão para então seguir posteriormente no trajeto do nervo óptico (Figura 6) (Radius & Arderson, 1979).

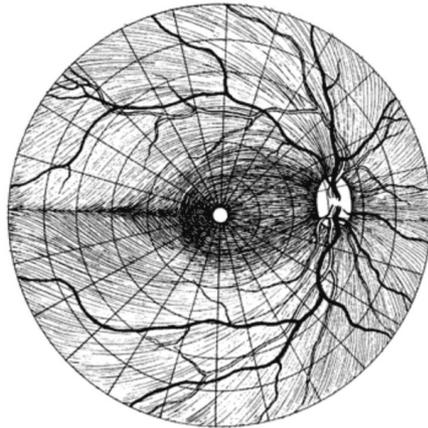


Figura 6 - Disposição esquemática das fibras nervosas no pólo posterior retiniano em direção ao nervo óptico. As fibras maculares apresentam trajeto direto, enquanto as demais exibem uma projeção arqueada. Fonte: www.oculist.net

O impulso elétrico caminha através do nervo óptico que constitui um conglomerado de aproximadamente um milhão de fibras nervosas, além de tecido conjuntivo, astrócitos e oligodendrócitos. O quiasma óptico representa a estrutura cerebral formada pela inter-relação do nervo óptico com seu análogo contralateral. Está localizado na base do cérebro, à frente do tronco cerebral e em íntima relação com a glândula hipófise (Le Merec & Vignaud, 1993). Em seu interior, as fibras nervosas adotam trajeto diferenciado, de acordo com sua correspondência retiniana. As fibras nasais que representam a retina nasal se cruzam neste ponto e passam a seguir posteriormente pelo lado oposto ao original. As fibras temporais seguem seu trajeto pelo quiasma sem cruzar a linha média. O mesmo acontece com as fibras maculares, cuja porção temporal segue pelo quiasma sem decussação, enquanto as fibras maculares nasais seguem pelo lado contralateral após cruzamento no quiasma (Le Merec & Vignaud, 1993). Posteriormente ao quiasma, as fibras temporais retinianas ipsilaterais e as nasais contralaterais seguem pelo trato óptico até o corpo geniculado lateral, localizado no diencéfalo, onde finalmente fazem sinapse (Vital-Duran, 1986). A disposição das fibras no corpo geniculado lateral respeita, de certa forma, a conformação retiniana. Assim, pontos adjacentes na retina são representados por pontos adjacentes correspondentes no corpo

geniculado lateral (Zeki, 1993). Apresenta duas camadas: a parvocelular, contendo células relacionadas com a visão de cores, e a magnocelular, relacionada com a sensibilidade ao contraste (Wiesel & Hubel, 1966; Bear et al., 1996). Um novo neurônio segue conduzindo o impulso elétrico através das radiações ópticas de Gratiolet (também chamadas de trato genículo-calcarino) até o centro receptor visual, situado nas margens do sulco calcarino e adjacências, localizado no lobo occipital. O córtex calcarino ou estriado é o córtex visual primário e corresponde à área 17 de Brodmann. Nesta região, as informações elétricas são processadas e interpretadas e as imagens reconhecidas. Apresenta interligações com as áreas peri-estriadas 18 e 19 que são áreas de associação. Pode ser segmentado em seis camadas, dispostas da superfície para o centro e classificadas de I a VI. A área IV especificamente recebe a maior parte das fibras provenientes do corpo geniculado lateral. No entanto, é a área VI que representa a maior subdivisão do córtex visual e a maior representatividade retiniana (Figura 7) (Hubel & Wiesel, 1974).

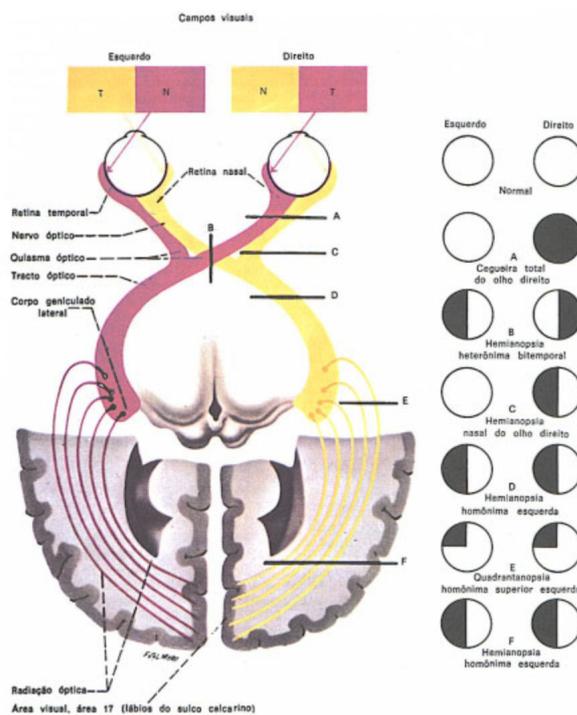


Figura 7 - Esquema da via óptica nervosa. O trajeto amarelo representa as fibras que conduzem o estímulo da imagem de cor correspondente, o mesmo ocorrendo com o trajeto vermelho. O diagrama à direita esboça o possível reflexo visual de lesões em diferentes níveis da via.

Fonte: Machado A. Neuroanatomia Funcional, 1991

1.3 SISTEMA VISUAL E ACUIDADE VISUAL

Como descrito, o sistema visual não engloba somente o processo de formação da imagem retiniana, mas envolve uma complexa interação entre a imagem captada pelo olho com diversas estruturas condutoras e com o sistema nervoso central. Este ainda sofre influência de outras áreas como a memória, tálamo e estruturas corticais adjacentes. Portanto, o ato de enxergar não corresponde unicamente a um processo de captação de imagens como uma câmera de vídeo, mas é fruto da integridade funcional das vias aferentes, eferentes e conexões, envolvendo aspectos de reconhecimento, cognitivos e até emocionais (Bicas, 2002). O processo de intercomunicação de áreas corticais e adjacências com o intuito de interpretação dos impulsos elétricos que carregam as informações visuais vão atuar na formação da imagem no córtex cerebral (Hubel & Wiesel, 1979).

A percepção visual envolve três funções essenciais: a sensibilidade luminosa que capacita a diferenciação de estímulos distintos e simultâneos, o sentido de forma correspondendo à percepção e identificação de um objeto e o senso cromático, função dos cones retinianos e, portanto, exercida em condições fotópicas (Alves, 1999).

Basicamente, a menor distância entre dois pontos que pode ser reconhecida pelo sistema visual corresponde à distância entre dois cones. Em teoria, a melhor acuidade visual possível é atingida com a estimulação de dois cones separados por um intermediário não estimulado. Portanto, tal distância corresponde ao diâmetro deste fotorreceptor não excitado e que, por sua vez, corresponde a um ângulo de convergência de 24 segundos (Bicas, 2002). Na prática, utiliza-se o conceito de *mínimo separável* que pressupõe a maior capacidade de distinção e definição de formas. O mínimo separável corresponde a um ângulo encontrado por Helmholtz cujo valor é de um minuto. Isso significa que dois pontos separados por um ângulo correspondente de um minuto são identificados como distintos por um olho em condições ideais (Alves, 1999).

Com a medida da acuidade visual, é possível definir padrões de mensuração de potencial de visão de um indivíduo. Variáveis contidas na apresentação da imagem exercem influência na determinação da acuidade visual. Neste sentido, os conceitos de contraste e aberração óptica são fundamentais.

Contraste corresponde à diferença de luminosidade entre duas regiões, ou entre um objeto e seu fundo. Sendo assim, dependendo da variação entre ambos, será obtido maior ou menor contraste que facilitará a identificação do objeto. De acordo com tal definição, mesmo com fundos de baixa luminosidade, nem sempre se espera baixo contraste se a diferença em relação ao objeto for notável. O efeito de contraste distal, ou seja, aquele exclusivamente relacionado com o objeto e seu fundo, não é tão importante para a determinação da acuidade visual como o contraste proximal. Este último engloba o contraste distal e ainda os efeitos inerentes ao sistema óptico. Por isso, mesmo em condições adequadas de contraste distal, o proximal poderá estar comprometido, por exemplo, na presença de opacidade importante do cristalino (Bicas, 2002).

Da mesma forma, aberrações ópticas refletem a dispersão de luminosidade na retina, secundária a fatores intrínsecos do olho como curvatura e irregularidades de superfície corneana e transparência de meios, atenuando a percepção do contorno dos objetos, principalmente os de tamanho pequeno. Esse efeito é mais notável para a visão de detalhes e quanto menor forem os objetos (Bicas, 2002).

Algumas padronizações e convenções na verificação da acuidade visual facilitam sua execução e reprodutibilidade. Os optotipos são os símbolos ou formas utilizados para a aferição da acuidade. Apresentam tamanhos distintos e os menores possíveis de serem identificados e diferenciados representam a melhor acuidade visual do indivíduo. Os optotipos são construídos seguindo padronização rígida e podem ser números, letras, desenhos ou símbolos. Devido à utilização de formas para a mensuração da quantidade de visão, considera-se que a acuidade aferida pelos optotipos é a acuidade morfoscópica, baseada no mínimo legível (Alves, 1999).

Costuma-se utilizar o “E” de Snellen (Figura 8), principalmente para crianças acima de três anos e indivíduos não alfabetizados. O símbolo é apresentado em diversas direções, com tamanho decrescente. Sua conformação deve ser desenhada de maneira que todos os três segmentos apresentem o mesmo comprimento e largura. Sua largura ainda deve coincidir com aquela apresentada pelos espaços entre segmentos e pela coluna da letra, com o objetivo de homogeneizar a equidistância entre pontos que será representativa da acuidade visual. Snellen considerou o tamanho de letra ideal para a determinação de acuidade morfoscópica como sendo aquela correspondente a cinco minutos de ângulo, o que está em concordância com

Helmoltz uma vez que assim, cada segmento e espaço da letra deverá ser distinguido com o mínimo separável de um minuto (Alves, 1999).

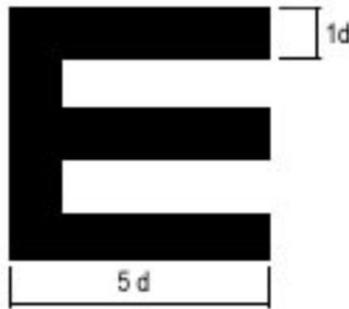


Figura 8 - Optotipo “E” de Snellen
Fonte: (www.library.kiwix.org).

O contraste das letras também deve ser o maior possível. Por isso, utilizam-se optotipos pretos em fundo branco, onde se acredita obter o máximo de contraste. Por outro lado, a iluminação da tela ou do quadro deve ser o suficiente para garantir essa diferença de contraste. Pouca iluminação pode reduzir o contraste do optotipo em relação ao fundo branco, mas a iluminação excessiva produz queda da acuidade em olhos não adaptados a essa condição. Para que a verificação da acuidade usando optotipos não fique prejudicada, algumas atitudes devem ser consideradas, como manter constante a distância do indivíduo do optotipo e colocar as tabelas em local com iluminação adequada (Alves, 1999).

Os olhos são examinados separadamente e após, em conjunto. O paciente é questionado sobre o reconhecimento dos optotipos e a acuidade visual determinada pela linha contendo os menores optotipos completamente identificados. Admite-se um erro de até dois optotipos em cinco para considerar a linha toda como a acuidade determinada (Alves, 1999).

A notação sobre a acuidade visual é determinada em termos de fração ou decimal. Em geral, os optotipos de Snellen respeitam a convenção do ângulo de cinco minutos e seus tamanhos são correspondentes para uma distância de 20 pés ou 6 metros onde se admite que a acomodação seja insignificante, de apenas 0,17D. Quando expressa em forma de fração, o numerador utilizado representa a distância ao qual o optotipo está sendo posicionado em relação ao indivíduo e o denominador corresponde à distância capaz de formar o ângulo de cinco minutos com o tamanho do optotipo em questão (Alves, 1999). A representação decimal corresponde diretamente à divisão do numerador pelo denominador da fração, sendo que no numerador fica a notação da distância que se encontra o indivíduo e no denominador,

a distância que o olho normal perceberia aquele optotipo. A notação da acuidade visual pode ser feita usando medidas métricas ou pés. Sendo assim, a acuidade visual de 20/20 (pés) ou 6/6 (metros) pode ter a notação substituída por 1,0 e a acuidade de 20/200 ou 6/60, por 0,1 e assim por diante (Alves, 1999).

Em se tratando da tabela padronizada de Snellen, alguns aspectos devem ser considerados. Em primeiro lugar, a progressão não geométrica das linhas de visão e o número não constante de optotipos por linha, induzem a uma variabilidade de teste heterogênea entre linhas adjacentes, em diferentes níveis da tabela. Assim, a chamada variabilidade teste-reteste (VTR) é maior nas linhas com optotipos menores, ao contrário dos níveis com os maiores optotipos. A legibilidade e a compressão dos símbolos podem comprometer a legitimidade do exame. Além disso, a notação fracionária para a tabela de Snellen corresponde a dados ordinais e não intervalares, dificultando a análise estatística. Com o objetivo de minimizar essas variáveis, foi criada a tabela logMAR para a medida mais acurada da acuidade visual. Porém, seu uso não se popularizou na prática clínica, devido a pouca familiaridade com o sistema de escore, ao tamanho da tabela e ao tempo necessário para completar o exame (Rosser et al., 2001).

A tabela logMAR (*logarithm of the minimum angle of resolution*) apresenta número constante de optotipos por linha, onde o tamanho decresce segundo uma progressão geométrica, respeitando a evolução segundo uma escala logarítmica. Isso representa a diferença entre linhas de 0,1 unidades logarítmicas, equivalente a um fator de correção de 1,2589 entre o tamanho dos optotipos em progressão (Holladay, 1997).

A correspondência entre o sistema de Snellen e logMAR não é direta (Figura 9), uma vez que um segue progressão aritmética e o outro, geométrica. Para realizar a conversão para logMAR, inicialmente é preciso transformar a notação fracionária de Snellen em decimal e, a seguir, considerar o negativo do logaritmo correspondente. De logMAR para Snellen, realiza-se o caminho inverso. Sendo assim, observa-se que os extremos podem ser associados, onde a acuidade de 20/20 equivale à linha zero da tabela logMAR e 20/200, à linha 10. O mesmo não ocorre com as variações internas da tabela, onde a linha 5 logMAR não equivale a 20/40 de Snellen, mas sim a 20/63 (Holladay, 1997).

A medida da acuidade é o método mais difundido de aferição da função visual, e também o mais simples de ser executado. No entanto, não reflete todas as variáveis correlacionadas que definirão a visão percebida. As condições dentro das quais é realizado o

teste correspondem, em geral, a um ambiente padronizado que difere bastante da realidade encontrada no dia a dia. Uma análise procurando estabelecer o paralelo entre a acuidade visual e a qualidade de visão percebida entre idosos, revelou que, muitas vezes, a acuidade determinada através do exame não é acompanhada desta visão percebida. Dentro dos 43,5% apresentando acuidade melhor que 20/25, apenas 23,6% se consideravam com boa visão. Além disso, 47,2% referiam acuidade regular, 25,9% chegavam a relatar visão ruim e 2,9% péssima. No outro extremo, dentro dos 1,3% classificados como cegos, apenas 30% referiam visão péssima. Por isso, acredita-se que outros fatores devem ser considerados quando se procura caracterizar a função visual (contraste, visão de cores, luminosidade variável) e que não são contemplados no exame de acuidade (Cinoto et al., 2006).

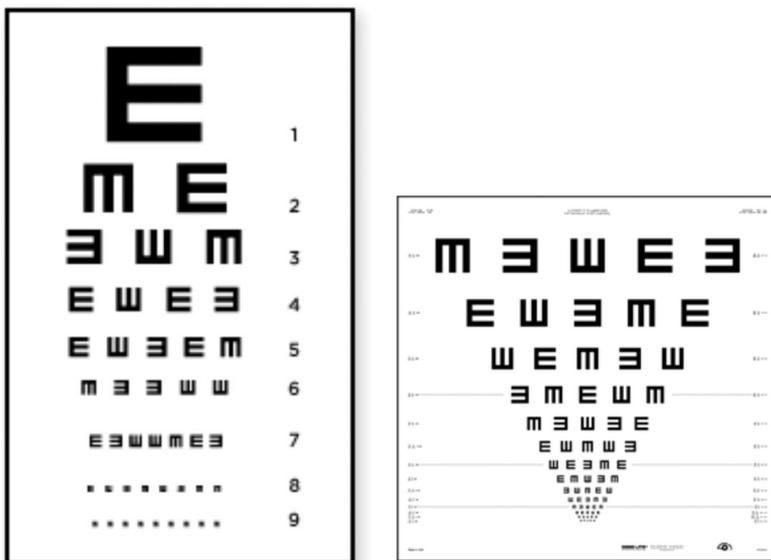


Figura 9. - Tabelas de optotipos no sistema Snellen (esquerda) e no sistema logMAR (direita).
Observa-se que em logMAR o número de letras é constante
Fonte: www.good-lite.com

1.4 ÓPTICA

Para melhor entendimento do comportamento da luz e da formação de imagem, alguns conceitos necessitam ser consolidados.

A velocidade da luz conduzida em um meio sofre influência da densidade do mesmo. Assim, quanto maior a densidade de um determinado meio, mais lentamente se propagará um

raio luminoso. Com a variação de velocidade, o comprimento da onda luminosa acompanha a mudança, enquanto a frequência mantém-se constante (Friedman & Kaiser, 2007).

Chama-se índice de refração à razão entre a velocidade da luz em um meio e no vácuo. O índice de refração da água é 1,33, sendo o mesmo do humor aquoso e vítreo. A córnea apresenta índice de 1,37, enquanto o cristalino mantém índice de 1,42 (Friedman & Kaiser, 2007).

Quando um raio luminoso incide sobre uma superfície, pode seguir por dois caminhos diferentes:

- a) Reflexão: o raio luminoso, ao se deparar com uma superfície, retorna para o mesmo meio, de forma que o ângulo formado pelo raio incidente com o plano normal, perpendicular à superfície (θ), é igual ao ângulo formado pelo raio emergente com a mesma normal (θ'). Esse princípio exprime a lei da reflexão (Fowles, 1989):

$$\theta = \theta'$$

Importante notar que quanto maior a diferença entre os índices de refração dos meios em questão, maior será o grau de reflexão do raio (Friedman, 2007);

- b) Dispersão: é a característica que um material apresenta de separar a luz branca em vários segmentos com comprimento de onda diferentes como o azul, amarelo e vermelho. O poder de dispersão de um meio (W) pode ser aferido através da fórmula:

$$W = n_f - n_c / n_d - 1$$

onde n_f , n_c e n_d expressam os índices de refração dos comprimentos de onda vermelho, amarelo e azul respectivamente, de um determinado meio (Francis, 1997);

- c) Refração: esta propriedade é fundamentada na lei de Snell cujo princípio baseia-se na condução de um raio de luz que atravessa uma superfície separando dois meios com índices de refração distintos, ou seja, com velocidades diferentes de condução luminosa. O raio que ultrapassa essa superfície mantém relação direta com a mesma e seu plano normal perpendicular, assim como também o raio incidente. Outra propriedade exprime que a razão entre o seno do ângulo de refração com a normal ($\text{Sen}\theta_2$) e o seno do ângulo de incidência com a mesma ($\text{Sen}\theta_1$) é igual à razão entre

os índices de refração do meio de incidência (n_1) e emergência (n_2) (Born, 1959). Tais princípios podem ser expressos pela fórmula a seguir:

$$n_2 \cdot \text{Sen}\theta_2 = n_1 \cdot \text{Sen}\theta_1$$

Observa-se que o raio refratado apresenta ângulo menor que o incidente com a normal quando o meio de emergência obtiver índice de refração maior que o meio de incidência. O contrário ocorre quando esta relação de índices de meio é invertida (Friedman, 2007).

Especial interesse apresenta a refração, pois é dependente desta propriedade que se obtém a transmissão da imagem pelos meios ópticos.

1.5 SISTEMA ÓPTICO CENTRADO E PODER DIÓPTRICO

Formatado: Português (Brasil)

É considerado um sistema óptico centrado um conjunto de superfícies antepostas em torno de um mesmo eixo óptico. Neste sentido, o olho apresenta as características de tal sistema, cujos componentes opticamente atuantes são alinhados ao longo do eixo visual. Através da limitação da abertura pupilar, consideram-se importantes para a formação da imagem retiniana os raios que atravessam esse anteparo, ou seja, o raio do eixo visual e os raios paraxiais a este (Fernandes, 2008).

Uma fonte de luz, por princípio, emite raios em todas as direções de maneira uniforme. Em momentos definidos, todos os raios emitidos com comprimento idêntico podem ser reunidos e suas secções transversais determinam uma figura esférica chamada de frente de onda (Jankov et al., 2002).

Os raios correspondentes a um ponto objeto atravessando um sistema óptico perfeito, convergem para produzir um ponto imagem idêntico. Na prática, o olho não funciona como um sistema perfeito, sendo que os raios não são totalmente coincidentes no ponto imagem. Tal fenômeno introduz o conceito de aberração, que reflete a diferença entre o sistema convergente ideal e o sistema ocular real (Fernandes, 2008).

Raios luminosos com comprimentos de onda diferentes determinam também o reconhecimento de cores variadas. Ainda, essa diferença de comprimento de onda determina índices de refração específicos, produzindo ângulos emergentes distintos. Com isso, um

objeto produz uma imagem cujo contraste e nitidez são prejudicados por incidências cromáticas distintas, de acordo com os vários comprimentos de onda do espectro de luz. A esse fenômeno é dado o nome de aberração cromática (Jankov et al., 2002).

Uma lente perfeita é capaz de convergir raios paralelos, transformando-os em uma frente de onda esférica com intersecção no ponto focal da lente. Por isso, a córnea e o cristalino apresentam asfericidade, com curvatura periférica menor que a central, com o objetivo de compensar aberrações. No entanto, ainda assim são incapazes de promover com perfeição a convergência dos raios, permitindo intersecções não totalmente coincidentes, gerando a chamada aberração monocromática (Jankov et al., 2002).

Vários são os modelos de aberração podendo ser descritos e representados por meio de superfícies geométricas e classificados em expressões matemáticas que compõem os polinômios de Zernike. Esses, por sua vez, categorizam as aberrações de primeira a quarta ordens (Jankov et al., 2002).

Poder dióptrico, também chamado de poder de convergência, é a capacidade que um meio óptico apresenta de influenciar no desvio do raio luminoso incidente. É expresso em dioptrias (D) e seu valor é inversamente proporcional à distância focal. Um olho padrão apresenta, em média, 24,4mm de comprimento axial e centro óptico a 7,33mm da superfície anterior da córnea entre o cristalino e o vítreo. O poder dióptrico total deste olho é de 58,64D, dos quais a córnea é responsável por 43,00D (Barthem, 2005).

Assim, tendo por base os conceitos de índice de refração e ângulos de incidência e emergência refracionais, é possível concluir que quanto maior a curvatura de uma superfície, maior será o seu poder dióptrico, ou seja, maior será a capacidade de convergir os raios, no caso de formas convexas, ou de divergir no caso de formas côncavas. Por isso, o poder dióptrico de uma lente é inversamente proporcional ao raio de curvatura da mesma e diretamente proporcional ao seu índice de refração. A curvatura da lente pode ser expressa em dioptrias ou em milímetros de raio de curvatura (Carvalho, 2005). A conversão entre as duas maneiras de representação do poder dióptrico pode ser intermediada pela fórmula:

$$F = 1/r \cdot (n_a - n_o)$$

Onde:

F = poder dióptrico; r = raio de curvatura da córnea; n_a = índice de refração do ar (1,000) e n_o = índice de refração da córnea (Olsen, 1986).

A córnea possui uma conformação convexo-côncava, com dupla superfície. A curvatura da superfície anterior central apresenta raio de 7,7 mm em média, podendo variar de 7,2 a 8,6 mm, enquanto a curvatura posterior permanece ao redor de 6,8 mm. Em termos de poder dióptrico, a face anterior corresponde a 43,64 D em média, enquanto a posterior produz uma lente negativa, de - 6 D. No entanto, como a diferença entre os índices de refração da córnea ($n = 1,376$) e do humor aquoso ($n = 1,336$) é pequena, o efeito divergente da face posterior é desconsiderado. Assim, o poder dióptrico da córnea na realidade representa o complexo córnea/humor aquoso (Olsen, 1986). Cabe lembrar também que, anteriormente à córnea encontramos o filme lacrimal, com índice de refração de 1,416 (Alves, 2003).

O perfil da córnea humana apresenta contorno semelhante a uma parábola e não um segmento de circunferência. Sendo assim, existe uma variação no raio de curvatura dos 3 mm centrais em relação ao anel periférico de 9 mm na ordem de aproximadamente 0,28 mm, com aplanamento neste último. Essa conformação é atenuada com a idade ou como resultado de ablação refrativa, situações que geram a aberração esférica quando a córnea perde sua forma prolada. No entanto, tal mudança parece não ocorrer em graus variados de miopia (Carney et al., 1997). Portanto, é possível dividir a córnea em duas regiões:

- Zona central com 4 a 6 mm de diâmetro, por onde seguem os raios axiais e paraxiais;
- Zona periférica, mais achatada (Alves, 2003).

O cristalino atua como uma lente biconvexa. Sua superfície anterior apresenta raio de curvatura de aproximadamente 7,3 mm e constante cônica hiperbólica de 2,46. Posteriormente, possui raio de curvatura de 5,35 mm com constante parabólica de 1,09. O cristalino apresenta uma camada cortical anterior e uma posterior, com índice de refração de 1,386, diferentemente do núcleo que possui 1,406. Tais características conferem ao cristalino alto poder de convergência que, na hipótese da interface com o ar, seria de cerca de 100 D. Entretanto, considerando-se o contato direto com os humores aquoso e vítreo com índices de refração de 1,336, seu poder dióptrico total no repouso é de 19 D (Bicas, 1997).

O corpo vítreo é o último meio óptico por onde percorrem os raios paraxiais antes de atingirem a retina. Em ocasiões onde o corpo vítreo é substituído e a cavidade é preenchida com outra substância como perfluorcarbono ou óleo de silicone em cirurgias vítreo-retinianas,

o índice de refração diferente influencia na convergência dos raios luminosos. No caso específico do óleo de silicone, o índice de refração é alterado para 1,405, observando-se uma hipermetropização de cerca de +8,71 D (Gao et al., 2009).

1.6 EMETROPIA E AMETROPIAS

Estabelecidos os conceitos anatômicos e funcionais a respeito do poder dióptrico do olho, é possível determinar as definições de emetropia e ametropias.

Emetropia é o termo que designa o olho como um sistema opticamente compensado. Em outras palavras, seu poder dióptrico total é capaz de convergir os raios luminosos de tal maneira a coincidi-los exatamente na fóvea, formando uma imagem nítida. Anteriormente a esse conceito, procurava-se postular a emetropia por meio de faixas de normalidade para comprimento axial ou capacidade de convergência ideais, sendo que situações exclusas a essa zona de normalidade eram consideradas não emétopes. No entanto, descobriu-se que, mesmo para comprimentos axiais aumentados, observava-se emetropia desde que o sistema óptico fosse suficiente para coincidir a imagem na retina. Da mesma forma, sistemas ópticos extremamente convergentes promoviam a emetropia quando o comprimento axial era proporcionalmente pequeno, oferecendo nitidez na imagem formada. Com isso, substituiu-se a necessidade de correlacionar emetropia com parâmetros biométricos de normalidade, desde que o sistema óptico seja adequadamente compensado (Bicas, 1997).

Neste sentido, denomina-se ametropia toda situação de não emetropia, quando o equilíbrio entre poder dióptrico e comprimento axial não ocorre, independentemente do fator causal, produzindo um ponto imagem fora da retina. Quando o comprimento axial é o parâmetro determinante para que ocorra a imagem desfocada, classifica-se como ametropia axial. Por outro lado, quando o poder dióptrico está desajustado, ocorre a ametropia refracional ou de refringência (Bicas, 1997).

Basicamente, três tipos de ametropias podem ser descritas: miopia, hipermetropia e astigmatismo.

1.6.1 Miopia

É denominada miopia a condição em que o poder total de convergência do olho supera a distância até a fóvea, e a imagem é formada antes da retina (Figura 10). Isso ocorre quando o poder dióptrico é considerado superior ao encontrado na emetropia (miopia de índice) ou porque o olho é maior ou mais alongado, afastando a fóvea do ponto imagem (miopia axial). Em ambas as situações, o foco da imagem ocorre anteriormente à retina. Para o caso específico da miopia axial, o comprimento pode assumir altas proporções longitudinais sendo denominada de miopia degenerativa. Essa condição é caracterizada não somente pela ametropia em si, mas também pelos comemorativos advindos, como implantação oblíqua do nervo óptico e crescente peripapilar, além de atrofia de coróide, estafiloma posterior e degenerações periféricas do tipo *pave stones*, *lattice*, roturas retinianas e retinosquise, situações diretamente relacionadas com maior risco de descolamento regmatogênico da retina (Brasil, 2006).

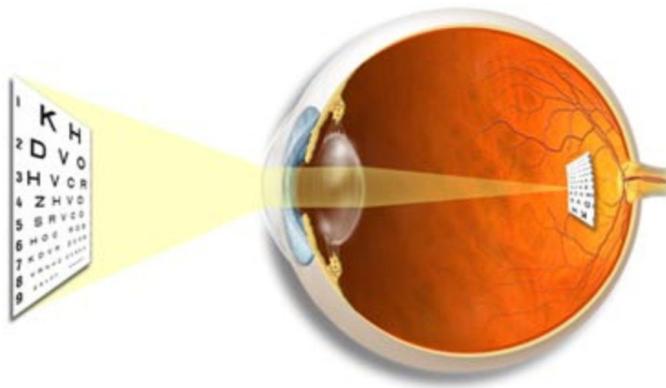


Figura 10 - Representação esquemática da formação de imagem na miopia. O objeto de interesse é focado à frente da retina. Fonte: www.joiarte.com.br

A miopia também pode ser classificada em (Cunha, 2000):

- Fisiológica: com baixa magnitude, em geral até -3,00D e com aspecto fundoscópico normal;

- Intermediária: apresenta refração em torno de -3,00 a -5,00D, comprimento axial aumentado e mínimas alterações fundoscópicas;

- Patológica: com refração acima de -5,00D, as alterações em todas as camadas do olho e aumento pronunciado do globo ocular estão frequentemente presentes. Outra denominação para estes casos seria miopia progressiva;

- Curvatura: quando o comprimento axial é normal, mas existem alterações importantes de curvatura corneana ou lenticular.

Alguns fatores podem ser implicados no desenvolvimento da miopia, principalmente em crianças. A relação entre o esforço visual para perto e a capacidade acomodativa deficiente parece influenciar o início da ametropia em crianças. Esse efeito é limitado, não exercendo influência além de -3,00D. A predisposição hereditária também apresenta papel na gênese da miopia na criança, com padrão de herança autossômica dominante, recessiva ou poligênica. Baixos graus de miopia são relacionados com a herança recessiva, enquanto a dominante é encontrada na etiologia da miopia patológica. O terceiro fator é a relação entre a baixa resistência da parede escleral devido a fibrilogênese tecidual defeituosa e a pressão intraocular. Este efeito é principalmente importante na miopia patológica, ocorrendo em fases mais adiantadas da infância e adolescência (Cunha, 2000).

1.6.2 Hipermetropia

Ao contrário da miopia, na hipermetropia o olho não tem poder de convergência suficiente para incidir a imagem na fóvea, que se forma em um ponto atrás da retina (Figura 11). A partir do mesmo raciocínio utilizado para a miopia, o comprimento do olho hipermetrope pode ser menor em olhos com poder dióptrico normal, ou com dimensões consideradas normais, porém com poder de convergência insuficiente (Friedman, 2007). Olhos extremamente curtos estão implicados em altas hipermetropias, mas também podem carrear outras condições concomitantemente, como risco aumentado de glaucoma agudo decorrente da compressão do seio cameralar pelo diafragma irido-cristaliniano, estrabismos convergentes associados e maior chance de ambliopia, com baixa acuidade visual mesmo que corrigida (Fucks, 2005).

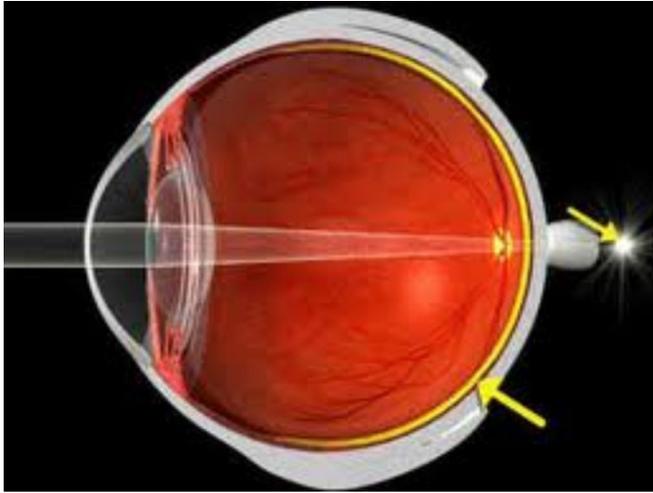


Figura 11 - Representação esquemática da formação de imagem na hipermetropia. O objeto de interesse é focado atrás da retina. Fonte: www.portalsaofrancisco.com.br

1.6.3 Astigmatismo

Os meridianos que compõem a superfície corneana ou lenticular podem não apresentar curvaturas iguais em todas as direções. Em decorrência, a imagem de um ponto focal representativo deixa de ser um ponto, passando a ser uma linha (Moreira, 2001). Como as lentes são esfero-cilíndricas, são gerados então dois focos lineares perpendiculares entre si e separados por uma região de confusão focal que pode ser esboçada em uma figura na forma de conóide, denominado de conóide de Sturm (Figura 12) (Smart, 1935; Wilson, 2009).

O astigmatismo pode ter sua origem tanto na superfície anterior, como na posterior, da córnea ou do cristalino. O astigmatismo corneano apresenta meridianos com poder dióptrico diferentes. As imagens da topografia de superfície da córnea expressam melhor essa diferença. A partir destas imagens também é possível compreender as diversas classificações que podem representar a morfologia do astigmatismo.

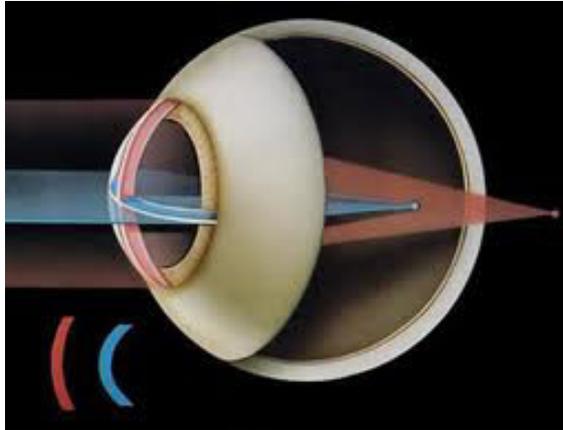


Figura 12 - Representação esquemática do olho com astigmatismo. Observa-se que, para dois eixos corneanos principais correspondem pontos focais distintos. Fonte: www.michellestarlotti.it

De acordo com a regularidade topográfica encontramos:

- Astigmatismo regular: quando identificam-se dois meridianos principais e perpendiculares, sendo possível a correção adequada com óculos (Figura 13);

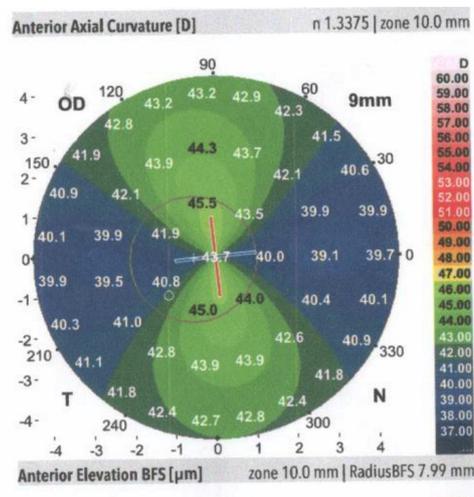


Figura 13 - Imagem topográfica apresentando astigmatismo regular, onde se observam dois meridianos perpendiculares, com eixo cilíndrico a 90° . Fonte: Mapa ceratométrico do *Galilei dual Scheimpflug Analyser*.

- Astigmatismo irregular: os meridianos principais não são perpendiculares ou existem outros meridianos ou assimetrias influenciando no relevo corneano, não possibilitando correção com óculos ou cirurgia refrativa (Figura 14). Essa condição é observada com maior frequência em afecções específicas, como o ceratocone e a degeneração marginal pelúcida (Cigales, 2006).

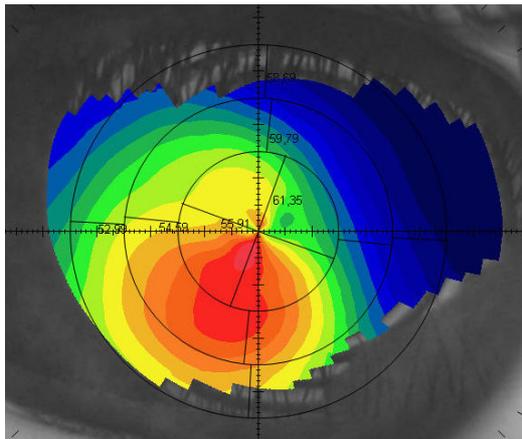


Figura 14 - Imagem topográfica apresentando astigmatismo irregular, com curvatura aumentada localizada inferiormente. Fonte: Mapa ceratométrico do topógrafo CSO.

O astigmatismo pode também ser classificado de acordo com a relação entre a curvatura corneana e a linha perpendicular ao meridiano mais curvo em:

- Astigmatismo simétrico: os hemi-meridianos que compõem o meridiano mais curvo apresentam curvaturas semelhantes, produzindo uma imagem topográfica do tipo *bowtie*;

- Astigmatismo assimétrico: identificam-se dois meridianos perpendiculares principais, com formação da imagem topográfica em *bowtie*, porém com segmentos de tamanhos diferentes. O coeficiente de assimetria procura comparar o poder dióptrico desses dois hemi-meridianos estabelecendo a relação entre eles e expressando o grau de assimetria do astigmatismo. Consideram-se assimetrias acima de 1,5 D como suspeitas para irregularidades corneanas, oferecendo informações importantes na indicação da cirurgia refrativa (Wang, 2008).

A inclinação do meridiano mais curvo também pode determinar uma terceira classificação:

- Astigmatismo a favor da regra: o meridiano mais plano encontra-se no sentido horizontal, mais precisamente entre zero e 15 graus e 165 e 180 graus;

- Astigmatismo contra a regra: observa-se o inverso da situação anterior, onde o meridiano mais plano encontra-se verticalizado, entre 75 a 105 graus;

- Astigmatismo oblíquo: quando a inclinação do eixo mais plano está situada entre os intervalos mencionados, ou seja, entre 16 e 74 graus e entre 106 e 164 graus (Holmstrom, 1998).

Entretanto, outros autores estabelecem outros limites para a inclinação do eixo. Ghiaroni e Moreira propuseram limites de zero a 30 graus e 151 a 180 graus para astigmatismo a favor da regra, de 61 a 120 graus para astigmatismo contra a regra e de 31 a 60 e de 121 a 150 graus para o astigmatismo oblíquo (Guiaroni & Moreira, 2004).

O astigmatismo pode também ter sua origem no cristalino, quando seu poder de convergência não é o mesmo em todos os pontos. Neste caso, o exame topográfico não expressa alterações significativas, apesar de a ametropia estar presente no exame de refração (Moreira, 2001).

O olho pode apresentar concomitantemente o astigmatismo corneano e o lenticular. Na verdade, o astigmatismo total é a resultante da somatória dos componentes cilíndricos corneano e cristalino. Observa-se de fato que, principalmente em crianças e pré-adolescentes, baixos graus de astigmatismo (inferior a 1,00D) estão mais relacionados com o cilindro corneano, enquanto que astigmatismos altos (acima de 1,00D) apresentam uma prevalência aumentada da conjunção do astigmatismo corneano a favor da regra e astigmatismo oblíquo lenticular. Ainda, baixas dioptrias cilíndricas oblíquas apresentam correlação com o astigmatismo lenticular no mesmo eixo. As aberrações cristalínicas são, até certo ponto, capazes de anular as aberrações corneanas. No entanto, quando o mesmo fenômeno compensatório não é observado, ocorre o astigmatismo. Por isso, especial atenção deve ser tomada quando ocorre essa compensação entre córnea e cristalino, principalmente no planejamento cirúrgico da facectomia, uma vez que, anulando-se o efeito cilíndrico cristalino com o implante de lentes intraoculares esféricas, o cilindro corneano poderá se manifestar em um olho que primeiramente não apresentava este erro refrativo (Shankar, 2004).

1.6.4 Conjunção de Ametropias

Na prática, os erros refracionais podem coexistir, sendo esta a situação mais frequentemente observada. É possível então, organizar as ametropias de forma mais complexa, combinando os fatores ametrópicos. Exceção seja feita no caso da conjunção entre miopia e hipermetropia em um mesmo sistema óptico, por serem conceitualmente antagônicas.

A classificação é baseada de acordo com a posição da linha de foco em relação à retina (Wu, 1999).

1. Astigmatismo miópico simples: um dos focos do conóide de Sturm incide sobre a retina e o segundo à frente desta;
2. Astigmatismo hipermetrópico simples: o primeiro foco do conóide incide sobre a retina e o segundo em um ponto localizado posteriormente;
3. Astigmatismo miópico composto: ambos os focos do conóide são situados à frente da retina;
4. Astigmatismo hipermetrópico composto: ambos os focos do conóide são localizados posteriormente à retina e
5. Astigmatismo misto: um dos focos situa-se à frente da retina e o segundo atrás desta.

1.6.5 Anisometropia

Em geral, a refração apresenta semelhança entre ambos os olhos, principalmente na magnitude do componente esférico. Na situação em que haja diferenças refracionais entre os olhos, encontra-se o quadro definido como anisometropia (Souza, 2002).

Não é estabelecido um limite mínimo a partir do qual se considera a anisometropia, uma vez que a condição limitante e a tolerância à diferença estão relacionadas não somente com a diferença entre os graus, mas também com o tipo de ametropia, capacidade fusional, idade do paciente, uso prévio de correção óptica e até perfil psicológico (Souza, 2002).

As anisometropias podem ser classificadas em miópicas, quando ambos os olhos são míopes ou hipermetrópicas, se hipermetropes. Por outro lado, quando um olho é míope e o outro hipermetrope, denomina-se antimetropia. Pode-se também classificar a anisometropia em axial ou refracional, de acordo com a etiologia do erro refracional (Souza, 2002).

Estudos com indivíduos entre quatro meses e 17 anos de idade, procurando determinar o perfil da anisometropia miópica, revelam um predomínio do tipo axial em relação ao refracional, cuja diferença média entre os comprimentos longitudinais permanece ao redor de 1,8 mm. Já, em termos dióptricos, a variação entre ambos os olhos chega a 18,2 D, com média em torno de 9,4 D, sendo fator importante para a falta de desenvolvimento visual quando não tratada adequadamente (Weiss, 2004).

Os sintomas baseiam-se na aniseicônia (tamanhos diferentes de imagem decorrente da diferença refracional) que leva a menor nitidez em um dos olhos, com perda de fusão acarretada pela incapacidade de unir as duas imagens. Queixas de desconforto ou cefaleia normalmente ocorrem somente na tentativa de correção com óculos, quando a melhora do foco e nitidez induz a fusão (Souza, 2002).

1.7 EQUIVALENTE ESFÉRICO

O conóide de Sturm representa o intervalo compreendido entre os dois focos astigmatas, dentro do qual a nitidez de imagem pode variar na direção de um ou de outro. O ponto intermediário, ou seja, o círculo de menor confusão, capaz de representar a magnitude do sistema esfero-cilíndrico, é denominado de equivalente esférico. Na prática, este representa o grau esférico que melhor pode substituir o complexo refracional observado. Sendo assim, um astigmatismo miópico, por exemplo, pode ser representado por um único grau esférico, situado no círculo de menor confusão do conóide (Laiz, 2009).

O equivalente esférico (EE) pode ser obtido através do cálculo da soma entre o componente esférico (DE) da ametropia e a metade do valor do componente cilíndrico (DC).

$$EE = DE + \frac{1}{2} DC$$

1.8 ACOMODAÇÃO E PRESBIOPIA

A acomodação é o processo pelo qual o foco do olho é modificado para obter nitidez de imagem para perto, através da mudança refinada e controlada da curvatura do cristalino. É denominado ponto próximo a mínima distância necessária para obter visão nítida. A medida da acomodação é feita em dioptrias e reflete a distância até o objeto de interesse. Para a distância de 1 metro é necessária uma acomodação de 1 D, para 1/2 metro, 2 D e para 1/3 metro, 3 D. O músculo relacionado diretamente com o fenômeno da acomodação é o músculo ciliar. A via nervosa para este reflexo inicia-se com o estímulo visual que caminha pela via óptica até a área 17 e 19 de Brodmann, onde se inicia a alça eferente de resposta que chega ao músculo através do III par, conduzindo fibras decorrentes do núcleo de Edinger-Westphal (Sá & Plutt, 2001).

Na verdade, a espessura lenticular aumenta com a acomodação e sua curvatura anterior torna-se mais acentuada. O núcleo cristalino é deslocado anteriormente e, conseqüentemente, a câmara anterior fica mais rasa. Não está claramente determinado se a cápsula posterior também é anteriorizada, apesar das evidências apontarem para um deslocamento de toda a lente (Koretz et al., 1984). O músculo ciliar, através de sua contração, libera a tensão no aparato zonular, fazendo com que o cristalino apresente sua conformação em estado de repouso, ou seja, mais esférica. A este fenômeno atribui-se o termo *rounding up*, em referência à recuperação elástica do cristalino e faz parte da teoria inicialmente proposta por Helmholtz (Koretz et al., 1997).

Outros autores tentam explicar o mecanismo acomodativo através da anteriorização de alguns componentes cristalinos. Através de estudos utilizando lâmpada de fenda com a tecnologia *Scheimpflug*, Koretz e colaboradores conseguiram observar que, durante a acomodação, o núcleo lenticular e a superfície anterior sofrem um movimento de translação anteriormente e conseqüente, aumento da curvatura anterior do cristalino, sem contudo, haver deslocamento do córtex e superfície posterior (Koretz et al., 1997).

A presbiopia é, por definição, a perda fisiológica da capacidade acomodativa que ocorre progressivamente com a idade e exerce impacto sensível após a quarta década de vida. A amplitude de foco até os 40 anos é de +4,0 D, em média. Após a quarta década de vida, essa amplitude cai para +2,0D, de modo que após os 60 anos, pode ser considerada insignificante (Werner et al., 2000).

Com o envelhecimento, o volume cristalino aumenta e a sua massa é naturalmente deslocada anteriormente, apesar da distância entre córnea e cápsula posterior manter-se inalterada. Devido este fenômeno, observa-se uma redução do volume da câmara anterior que se torna mais rasa (Cook et al., 1994). Outras alterações lenticulares advindas com a idade incluem o aumento de curvatura central no olho não acomodado, tanto na superfície anterior, como na posterior (Brown, 1974) e a mudança na relação entre músculo ciliar, fibras zonulares e cápsula anterior do cristalino. Esta última é resultado do deslocamento adiante da cápsula anterior não acompanhado pela zônula (Farnsworth & Shine, 1979). Todas essas alterações anatômicas e de relação entre estruturas no segmento anterior estão intimamente envolvidas com a perda gradativa do potencial biomecânico acomodativo.

Segundo a teoria clássica de Helmholtz, onde a acomodação é o reflexo da recuperação elástica do cristalino devolvendo sua forma mais curva de repouso, a esclerose lenticular é a principal causa da presbiopia. Através desse endurecimento natural e progressivo, o cristalino perde gradualmente sua elasticidade e a contração do músculo ciliar é inútil para a transformação lenticular. Em 1925, Fincham propôs uma modificação na teoria de Helmholtz. Weale detalhou a teoria apresentada por Fincham ao descrever a forma hiperbólica da superfície anterior do cristalino como resultado de variações de espessura da cápsula e reforçou a teoria da perda da acomodação, proposta por Helmholtz, para justificar a presbiopia, divergindo apenas com relação ao foco da perda de elasticidade lenticular. Para Fincham, o endurecimento do núcleo não justifica essa perda, uma vez que, salvo a presença de catarata, a consistência do cristalino transparente não sofre grandes alterações com a idade. Por isso, atribuiu ao enrijecimento capsular a explicação para a perda da elasticidade lenticular (Weale, 1962).

Alterações na morfologia e fisiologia do corpo ciliar também foram identificadas. Foi observado um aumento do volume do corpo ciliar até a quarta década de vida e redução *a posteriori*, acompanhado também da mudança do ângulo formado entre o corpo ciliar e os processos zonulares. Além disso, ocorre progressivamente a deposição de tecido conectivo, reduzindo a capacidade contrátil do músculo ciliar (Weale, 1962).

No entanto, Schachar questionou os achados de Helmholtz e demais pesquisadores concordantes. De acordo com sua teoria, as fibras zonulares destinadas à região equatorial da lente teriam origem no músculo ciliar anterior, logo após a base da íris, e que as fibras com inserção na face anterior e posterior estariam ligadas à porção posterior do músculo. Com

isso, através da contração do músculo, as fibras equatoriais sofreriam tensão e as demais, relaxamento, conferindo o aumento de curvatura no centro da lente, compensada pelo aplanamento da mesma na periferia. Este princípio se opõe à dinâmica do músculo ciliar e aparato zonular proposto inicialmente por Helmholtz, sugerindo que a tensão zonular produz a acomodação e não o contrário (Schachar, 2004). Através do estudo ultrassonográfico de olhos de primatas, Schachar e colaboradores observaram que o crescimento cristalino, principalmente em direção à sua periferia equatorial, acaba por relaxar a tensão zonular, reduzindo sua capacidade acomodativa de acordo com sua proposta (Schachar et al., 1995).

Entretanto, os componentes anatômicos e funcionais descritos por Schachar não foram comprovados por estudos mais recentes. Observações por meio de transiluminação escleral, biomicroscopia ultrassônica e goniovideografia revelam que o equador cristalino e o músculo ciliar se deslocam distalmente à esclera durante a acomodação. Além disso, não foi confirmada a disposição das fibras zonulares proposta por Schachar (Werner et al., 2000).

O deslocamento da superfície posterior tem sido também relacionado na etiologia da presbiopia. Em indivíduos jovens, essa superfície se movimenta discretamente para trás, enquanto em presbítas, há uma inversão desse deslocamento, onde a superfície posterior caminha para frente ou, simplesmente não sofre mudança (Koretz et al., 1997).

1.9 CORREÇÃO DOS ERROS REFRACTIONAIS

É possível corrigir uma ametropia através da interposição de lentes que exerçam desvio refrativo com magnitude suficiente para compensar o erro refracional, convergindo os raios na retina e formando uma imagem nítida (Barth, 2008).

1.9.1 Óculos

O termo inglês para óculos “spectacles” é proveniente da raiz latina *specere*, que significa “olhar para”. Este é o instrumento mais comum e também o mais antigo utilizado para a correção óptica. Os primeiros objetos com superfície lisa adotados com o objetivo de magnificação da imagem para perto remontam ao período próximo do ano 1000, com a

chamada “pedra de leitura”, utilizada por monges présbitas. No entanto, aparatos semelhantes aos óculos atuais foram descritos somente a partir de 1289 em Florença, na Itália. Em torno do ano de 1300, seu uso se tornou popular e o manuseio do poder das lentes se desenvolveu, criando-se corretivos visuais mais individualizados e mais exatos. A invenção dos óculos em Florença é atribuída a Salvino D’Arnato, segundo os inscritos em sua própria tumba (Stein, 1999).

A correção para míopes foi introduzida em 1530 e as lentes direcionadas para o astigmatismo somente foram inventadas por volta de 1700. A conjunção de lentes para longe e perto foi primeiramente idealizada e produzida pelo óptico inglês Samuel Pierce, no final do século XVIII. Os primeiros vidros ópticos eram de baixa qualidade e feitos de raros cristais de quartzo ou pedras semipreciosas. Somente no final do século XIX que os óculos passaram a ser feitos com vidros de alta qualidade (Figura 15) (Stein, 1999).



Figura 15 - Alguns exemplos de óculos. À esquerda, óculos de origem chinesa, datado de 1780. Ao centro, óculos de origem chinesa de 1880. À direita, modelo de óculos da atualidade. Fonte: The Harriet and J. William Rosenthal, MD Collection).

São utilizadas lentes posicionadas em frente ao olho a uma distância denominada de distância ao vértice (Barth, 2008). As lentes podem apresentar combinações variadas de acordo com a curvatura de suas faces anterior e posterior, podendo ser: plano-côncavas, plano-convexas, bicôncavas, biconvexas e côncavo-convexas. No entanto, como via de regra, as lentes convergentes apresentam espessura maior no centro e menor na periferia e as divergentes são mais finas no centro e mais espessas na periferia. De acordo com a indicação da ametropia e sua associação com o astigmatismo essas lentes podem ainda apresentar

conformações conjugadas como lentes esféricas, cilíndricas ou esfero-cilíndricas (Machado, 2009).

As lentes corretivas mais antigas traziam consigo uma série de alterações visuais, mais ou menos intensas de acordo com a magnitude da refração. Dentre elas, podem ser citadas as aberrações esféricas que são responsáveis pelo efeito provocado pelas bordas da lente esférica, causando uma magnificação da imagem na periferia (no caso de lentes divergentes) ou no centro (como ocorre com as lentes convergentes). Além disso, essas lentes produziam efeito estético desagradável para o usuário dos óculos, uma vez que a imagem apresentada dos olhos também era vítima das aberrações (Barth, 2008).

Outra aberração comum das lentes oftálmicas é a dispersão. Essa é secundária aos efeitos das aberrações cromáticas, devido à decomposição da luz branca em segmentos com comprimento de onda diferentes e, conseqüentemente, induzindo a variação do índice de refração dentro da mesma lente. O índice que representa o grau de dispersão de uma lente é o valor *Abbe* ou valor óptico de constringência do material (Barth, 2008).

As lentes corretivas podem ser fabricadas em materiais diversos. O vidro foi um dos primeiros materiais utilizados na fabricação de corretivos ópticos, sendo especificamente o vidro Crown utilizado até praticamente três décadas atrás. Seu valor *Abbe* é o mais alto, indicando baixíssima dispersão cromática, o que significa refinada qualidade óptica. No entanto, devido seu peso e risco de lesão ocular grave no caso de acidentes, foram desenvolvidos outros materiais mais resistentes e mais leves, mesmo com dispersão cromática maior, diminuindo-se o uso do vidro. Assim, sua prescrição passou a constituir apenas 6% da prática oftalmológica diária (Stein, 1999).

Lentes plásticas denominadas CR-39 foram desenvolvidas e apresentam a metade do peso das lentes de vidro, valor *Abbe* próximo e índice de refração de 1,49, além de serem mais resistentes. Seu uso corresponde a cerca de 54% da prescrição médica (Stein, 1999).

O policarbonato é um material que foi desenvolvido como vidro industrial de segurança e, posteriormente, passou a ser utilizado na fabricação de lentes corretivas. Apresenta a vantagem de alta resistência ao impacto favorecendo a confecção de lentes mais finas. Todavia, seu valor *Abbe* é muito baixo, reduzindo a qualidade da imagem em altas dioptrias (Stein, 1999).

Com o advento de novos materiais na fabricação de lentes corretivas, procurou-se criar lentes com maior índice de refração (consequentemente com maior capacidade de convergir ou divergir os raios) e com desenhos esféricos, ou seja, mais planos na periferia, minimizando as aberrações esféricas e os efeitos estéticos indesejados, além de oferecer óculos com peso bem menor, uma vez que o índice refracional maior compensava curvaturas maiores e lentes mais grossas (Barth, 2008). É o caso dos plásticos de alto índice, ou seja, com índice de refração entre 1,54 e 1,67 e também do vidro de alto índice com taxa de refração entre 1,69 e 1,80 (Stein, 1999).

1.9.2 Lentes de Contato

Outra possibilidade para correção dos erros refrativos é a adaptação de lentes corretoras diretamente sobre a superfície corneana. Utilizando-se basicamente os mesmos princípios dos óculos, as lentes de contato corrigem a incidência da imagem retiniana. No entanto, diferentemente dos óculos, algumas características devem ser levadas em conta como a ausência da distância ao vértice, fator importante para a definição de graus mais elevados, a ceratometria corneana que passa a ser considerada na escolha da lente e o filme lacrimal entre a lente de contato e a córnea que também funciona como lente refrativa (Daniels, 1999).

A curvatura posterior da lente de contato é denominada de curva base (CB) e deve se ajustar à ceratometria central. Para o caso de lentes rígidas alguns padrões de sobreposição podem ser listados:

- Adaptação com alinhamento: quando a CB se ajusta com a ceratometria central;
- Toque central: a CB é mais plana que a ceratometria central, causando contato e aplanamento do centro da córnea;
- Afastamento: a CB é mais curva que a ceratometria, causando distanciamento entre a superfície posterior da lente e a anterior da córnea (Figura 16).

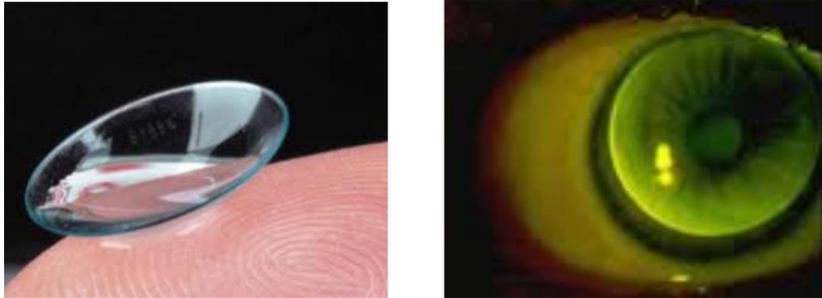


Figura 16 - Exemplos de lentes de contato: à esquerda, lente gelatinosa. À direita, lente rígida fluorcarbonada corada com fluoresceína. Fonte: www.iobh.com.br.

No caso de adaptação de lentes gelatinosas, devido a sua capacidade de se conformar com a curvatura corneana, obtém-se uma maior amplitude na escolha da curva base. Assim, as lentes gelatinosas são fabricadas dentro de curvas base padronizadas em 8 a 8,3 mm (CB curvas), 8,4 a 8,8 mm (CB médias) e 8,9 a 9,1 mm (CB planas) (Daniels, 1999).

O diâmetro da lente é o segundo parâmetro a ser considerado na escolha da lente. Para lentes gelatinosas hidrofílicas, procura-se obter diâmetro que ultrapasse 1 a 1,5 mm além do contorno da íris, sendo que os diâmetros mais comumente utilizados variam entre 13,8 a 14,5 mm. De modo contrário, as lentes rígidas são adaptadas com 1 a 1,5 mm a menos que o contorno observado da íris, podendo variar de 8,5 a 10 mm e sua escolha está vinculada ao ajuste desejado (Daniels, 1999).

A espessura central é um fator importante para determinar a permeabilidade ao oxigênio e a estabilidade da lente. Quanto mais fina, melhor será a capacidade da lente em promover a oxigenação corneana e a troca do filme lacrimal, evitando edema de córnea secundário e favorecendo o conforto na adaptação. Porém, lentes muito finas perdem a estabilidade, provocando dobras e distorções de imagem. Lentes hidrofílicas são ultrafinas, com espessura central variando de 0,04 a 0,11 mm dependendo do material e quantidade de água em sua composição, enquanto as lentes rígidas apresentam espessura entre 0,05 mm (lentes negativas) e 0,50 mm (lentes altamente positivas). A permeabilidade ao oxigênio pela lente também é determinada pelo DK/L do material onde “D”, neste caso, é o coeficiente de difusão do oxigênio na lente, K é o coeficiente de transmissibilidade da lente ao oxigênio e L é a espessura central da lente. O índice DK/L reflete a capacidade da lente em manter a troca

gasosa do tecido corneano e é levado em consideração na recomendação do período de uso e troca das lentes (Daniels, 1999).

A borda da lente geralmente é arredondada, fina e deve procurar manter uma relação com a conjuntiva e pálpebras de tal modo que favoreça a sua estabilidade e conforto (Daniels, 1999).

1.9.3 Cirurgia refrativa

Ao invés de interposição de lentes, é possível compensar uma ametropia alterando-se a curvatura corneana ou através do implante de lente corretora intraocular, substituindo-se ou não o cristalino, alterando o poder dióptrico do sistema.

As cirurgias mais popularmente difundidas na prática médica que modificam essa curvatura são:

1.9.3.1 Ceratotomia Radial

É realizada através de incisões radiais ou arqueadas de espessura parcial na média periferia corneana. Com isso, altera-se a arquitetura da porção central da córnea que, no caso das incisões radiais, sofre aplanamento. As incisões arqueadas são utilizadas para a correção do astigmatismo. Observa-se com a ceratotomia, uma correção miópica persistente a longo prazo em cerca de 70% dos casos. No entanto, não é raro ocorrer uma progressão da refração na direção da hipermetropia. Este tipo de evolução, observada em prazo além de 10 anos de pós-operatório em alguns pacientes, principalmente em associação à zonas corneanas centrais livres maiores, foi o principal ponto que levou ao desuso da técnica (Waring III, 1994).

1.9.3.2 Excimer Laser

Através de uma remoção programada e controlada de áreas específicas e de espessura pré-determinada do tecido corneano através do *excimer laser*, promove-se o mesmo efeito,

com correção da ametropia. Isso é possível como consequência das características básicas do laser: gerar energia em forma de fótons com unidirecionalidade em curto espaço de tempo, agindo sobre uma pequena área bem definida e sem produzir danos importantes nos tecidos adjacentes. Os estudos a respeito dessa modalidade de laser se intensificaram a partir da década de 80. Trokel e colaboradores realizaram as primeiras fotoablações em bovinos em 1983 (Trokel et al., 1983). L'Esperance e Taylor realizaram, separadamente, as primeiras fotoablações de superfície corneana em humanos, respectivamente em 1987 e 1988 (Figura 17) (L'Esperance et al., 1987; Taylor et al., 1988). O termo *excimer* é, originalmente, derivado do inglês *excited dimmer* e se refere à emissão de energia a partir de uma molécula formada por dois átomos de um gás nobre (argônio, kriptônio ou xenônio). Atualmente, essa molécula é resultante da combinação de um desses átomos com um elemento halógeno como flúor, cloro, bromo ou iodo.

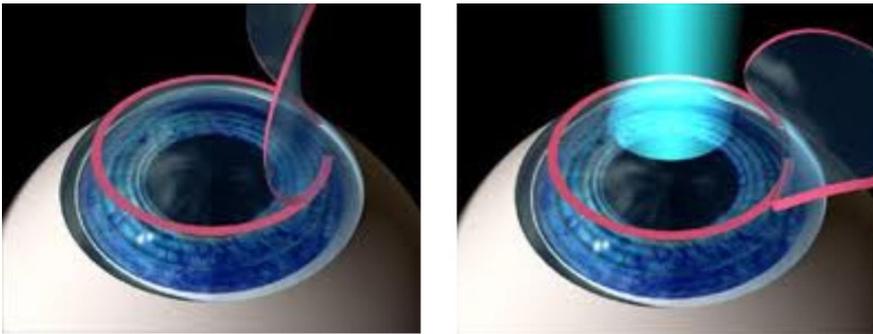


Figura 17 - Representação esquemática da técnica LASIK para cirurgia refrativa, com confecção e levantamento do flap corneano (à esquerda) e aplicação do *excimer laser* no estroma (à direita). Fonte: www.lasik.md.

Trata-se, portanto, de cirurgia mais recente, tendo sido desenvolvidas, basicamente, duas técnicas para essa modalidade de tratamento, apesar de que outras variações já foram descritas. A primeira, a ceratectomia fotorrefrativa (PRK), baseia-se, inicialmente, na remoção mecânica do epitélio corneano central juntamente com a sua membrana basal e consequente fotoablação do leito estromal superficial. A segunda, o LASIK (*laser in situ keratomileusis*), realiza um tratamento mais profundo no estroma a partir da criação de um flap corneano prévio. Na comparação entre as duas técnicas, diferenças podem ser encontradas quanto ao período de recuperação, mais rápida na técnica LASIK e presença de dor pós-operatória, mais frequente com PRK (Forsseto et al., 2000).

Essa discrepância apresenta coerência, uma vez que a criação de um retalho corneano no LASIK protege o leito estromal ablado e preserva a integridade epitelial e de sua membrana basal, reduzindo o estímulo cicatricial. Por outro lado, com a lesão do epitélio corneano e foto-disrupção da membrana basal no PRK, ocorre uma exposição do leito estromal a citocinas e fatores de crescimento, liberados pelas células epiteliais lesadas e ainda outras citocinas do filme lacrimal, gerando uma resposta cicatricial de intensidade proporcional ao tecido ablado, podendo induzir efeitos indesejáveis como hiper ou hipocorreção, além de opacificação corneana (Netto et al., 2005).

1.9.3.3 Facectomia com Implante de Lente Intraocular

Formatado: Português (Brasil)

No caso da cirurgia de catarata, pode-se corrigir a alta ametropia que resulta da remoção do cristalino opaco através da compensação refracional do poder da lente a ser implantada.

A facectomia é uma das cirurgias mais frequentemente realizadas. A técnica cirúrgica desenvolvida e que vigorou a partir dos anos 80 foi a facectomia extracapsular, com a realização de uma incisão limbar relativamente grande e remoção do núcleo cristalino com instrumental específico e implante de lente intraocular.

Com o avanço das modalidades cirúrgicas, a técnica extracapsular foi aos poucos sendo substituída pela facoemulsificação com incisão pequena. A geração de energia ultrassônica transmitida para uma ponteira cortante e com sistema controlado de irrigação e aspiração favoreceu a fragmentação e remoção do cristalino através de uma incisão bem menor. Colaborando com esta técnica, logo foram desenvolvidas lentes intraoculares dobráveis, capazes de serem introduzidas pela mesma microincisão. Como vantagens da técnica, podem ser listadas: a recuperação mais rápida, pouco astigmatismo induzido pela incisão e menor risco de infecção (Minassian et al., 2001).

O cálculo dióptrico da lente intraocular é possível graças ao desenvolvimento de fórmulas específicas. Com o exame biométrico, procura-se estimar o poder da lente intraocular que melhor se associa à refração alvo desejada. Para este cálculo, são considerados valores da ceratometria, o comprimento axial e a profundidade da câmara anterior que reflete a posição em que a lente ficará após o implante. Alguns outros dados podem ser incluídos

como a espessura da lente, o diâmetro corneano e fatores de correção derivados de normogramas visando o ajuste na precisão da fórmula (Narvaéz et al., 2006) e o local de implantação das mesmas. O comprimento axial (AXL) pode ser aferido por meio de aparelhos ultrassônicos, que se baseiam na propagação e reflexão de ecos sonoros pelas estruturas intraoculares, ou através da biometria óptica que utiliza o método de interferometria de coerência parcial, baseado no princípio de reflexão de feixe luminoso. A limitação da biometria ultrassônica fica a cargo dos olhos preenchidos com óleo de silicone que interferem na propagação do som, enquanto a biometria óptica não é adequadamente realizada em cataratas mais densas (Monteiro & Alleman, 2001). As fórmulas desenvolvidas para o cálculo do poder da lente intraocular são classificadas de primeira a quarta gerações, sendo que as mais utilizadas são as fórmulas de Binkhorst II e Hoffer Q ($AXL < 22$ mm), Holladay II ($22 \text{ mm} < AXL < 24,50$ mm) e SRK/T ($AXL > 24,50$ mm) (Narvaéz et al., 2006).

1.9.3.4 Implante de Lentes Intraoculares Fácicas de Câmara Posterior

Formatado: Português (Brasil)

É um método também cirúrgico para a correção de ametropias. Diferentemente da facectomia, não há extração do cristalino e a lente é posicionada entre a sua face anterior e a posterior da íris com apoio dos hápticos no sulco cristalínico. As vantagens dessa modalidade de correção é a reversibilidade, devido à facilidade de explante da lente, a preservação da acomodação podendo, portanto ser indicada também para pacientes não presbítes e ainda, a não dependência de fatores cicatríciais da córnea como na cirurgia refrativa (Salera et al., 2003).

1.9.3.5 Implante de Lentes Intraoculares de Câmara Anterior

Formatado: Português (Brasil)

Utiliza o mesmo princípio da lente fática, porém com o implante posicionado na câmara anterior. Nesta modalidade, as lentes podem ser consideradas de suporte iriano ou angular, conforme a região em que os hápticos ficarão apoiados. Devido a sua localização, é importante obter informações sobre as estruturas com as quais a lente manterá relação direta antes do implante. Dados como a contagem de células do endotélio corneano, profundidade da câmara anterior e pressão intraocular são fundamentais, uma vez que complicações

relacionadas são frequentes em caso de planejamento cirúrgico inadequado. Mesmo mantendo-se cautela com esses parâmetros, a taxa de perda endotelial em sete anos é estimada em cerca de 8% e ovalização da pupila em 16,2%, além de maior risco de descolamento de retina, catarata secundária e glaucoma secundário devido o apoio dos hápticos no seio cameral em determinadas lentes (Alió et al., 1998).

1.10 NOTAÇÃO DOS ERROS REFRACTIONAIS

As ametropias podem ser identificadas e convencionadas de acordo com as lentes necessárias para corrigi-las. As lentes convergentes são consideradas positivas e as divergentes negativas. No caso da correção da miopia, utilizam-se lentes divergentes e para hipermetropias, lentes convergentes. O astigmatismo é corrigido através de lentes cilíndricas que podem ser positivas ou negativas de acordo com a convenção adotada (Machado, 2009).

Assim, um paciente com duas dioptrias de miopia, necessita de uma lente de -2,00 D para corrigir a ametropia, enquanto um segundo indivíduo com três dioptrias de hipermetropia poderá ser compensado com a interposição de uma lente de +3,00 D (Machado, 2009).

Já no caso do astigmatismo regular, devido o desmembramento do foco em dois perpendiculares, a correção pode ser feita com a interposição de lentes cilíndricas cujo sinal dependerá do foco escolhido para a correção. Um paciente com duas dioptrias de astigmatismo miópico simples, na verdade apresenta um foco no plano e o segundo a -2,00 D do primeiro foco. Um paciente com três dioptrias de hipermetropia e duas dioptrias negativas de astigmatismo necessitará de uma lente esfero-cilíndrica para a correção com +3,00 dioptrias esféricas e -2,00 dioptrias cilíndricas negativas. Respectivamente, a notação pode ser feita através da expressão:

$$0,00 \text{ DE } \diamond -2,00 \text{ DC } \diamond 180^\circ$$

$$+3,00 \text{ DE } \diamond -2,00 \text{ DC } \diamond 180^\circ$$

Por outro lado, a correção pode ser feita tomando-se por base o outro foco astigmata, utilizando o cilindro positivo e o eixo perpendicular ao primeiro, compensando-se também o grau esférico residual. Para os dois casos acima, a notação com cilindro positivo deveria ser transcrita como se segue:

- 2,00 DE \diamond +2,00 DC \diamond 90°

+1,00 DE \diamond +2,00 DC \diamond 90°

Ambas as notações representam formas diferentes de corrigir a mesma ametropia, a depender do cilindro utilizado. Para transcrever uma fórmula para a outra é preciso manter o poder cilíndrico e inverter o sinal do astigmatismo com o eixo perpendicular ao original, além de somar o valor cilíndrico inicial ao grau esférico (Machado, 2009).

1.11 AMBLIOPIA E DESENVOLVIMENTO VISUAL

Diferentemente dos demais sentidos de interação com o ambiente, a visão se desenvolve de acordo com a estimulação recebida do meio exterior. Para tanto, é necessário que a imagem captada pelos fotorreceptores retinianos apresente nitidez adequada sendo que esta deve ser congruente entre ambos os olhos. O desenvolvimento sensorial visual ocorre conjuntamente com o crescimento da criança, principalmente no primeiro ano de vida, mantendo sua plasticidade durante toda a primeira década e consolidando-se após este período. A acuidade visual se assemelhará a do adulto após o primeiro ano de vida e se consolida entre oito e 10 anos de idade. Portanto, os melhores resultados no tratamento são encontrados quando instituído até os oito anos de idade (Procianoy et al., 2004). Estudos mais contemporâneos estimam uma melhora em torno de 67% para os casos submetidos a tratamento adequado até os seis anos de idade, com prejuízo permanente após. O mesmo estudo apresenta uma baixa incidência de ambliopia até quatro anos, atribuída à dificuldade em se determinar a acuidade visual antes desta idade (Oliver & Nawratzki, 1971).

Em situações onde haja deprivação visual no período de desenvolvimento sensitivo da criança, isto é, quando algum fator intrínseco ou extrínseco interfere no mecanismo de formação da imagem ou sua condução para o sistema nervoso central, caracteriza-se a ambliopia, ou seja, a baixa acuidade decorrente do desenvolvimento visual insuficiente. A síndrome de deprivação visual é o termo utilizado para sumarizar as anomalias eletrofisiológicas e estruturais do sistema visual aferente. Estão envolvidos na fisiopatogênese da ambliogênese fatores bioquímicos centrais e pesquisas concentradas em bloqueadores de receptores GABA, depleção de catecolaminas e ativação do sistema central da noradrenalina procuram devolver a plasticidade sensorial visual já perdida (van Noorden, 1985).

A hipótese diagnóstica para a ambliopia deve ser formulada na presença de uma diferença de duas ou mais linhas de visão pela tabela de acuidade visual, ou quando a acuidade máxima atingida é 0,6 ou 0,7 mesmo com a melhor correção possível em uso (Lithander & Sjostrand, 1991). Este conceito não é homogêneo, havendo quem considere outros valores de diferenças entre os olhos para definir a presença da ambliopia.

A ambliopia é a causa mais frequente de baixa visão na criança, afetando cerca de 2 a 5% da população infantil até oito anos de idade, sendo o estrabismo e a anisometropia as causas mais frequentemente associadas (Procianoy et al., 2004). Outros estudos apontam variação nesta incidência de 0,4% a 1,16% de acordo com a idade e podendo atingir até 4,07% conforme a amostra e localidade abordada (Kara-José et al., 1984).

Qualquer situação que impeça a formação da imagem foveal relativamente nítida pode ocasionar a ambliopia por privação. É o caso da presença de opacidade dos meios ópticos que funcionam como barreira à passagem de luz, observada na ptose congênita grave, catarata congênita uni ou bilateral, leucomas e cicatrizes corneanas e opacidades vítreas. Mesmo havendo uma adequada transparência dos meios ópticos, o fenômeno da ambliopia pode ocorrer na presença de anisometropias acima de 1,00 D de diferença entre os olhos (ambliopia anisométrica). Altos graus de hipermetropia bilateral podem causar a ambliopia ametrópica que é uma forma mais branda do quadro. Esta ocorre quando o esforço acomodativo é vencido pela ametropia e a focalização na retina não é possível. Apesar da baixa magnitude da ambliopia nestes casos, a resposta ao tratamento em geral, não é tão bem sucedida como em outras situações. No caso de altas miopias bilaterais a incidência da deficiência é menor, uma vez que o ponto focal pode ser encontrado em posições mais próximas, favorecendo nitidez de imagem, mesmo que limitada pela distância (van Noorden, 1985; Lithander & Sjostrand, 1991).

Um terceiro mecanismo envolvido no desenvolvimento da ambliopia ocorre em casos de estrabismo. Os olhos de um indivíduo atuam em concomitância e sinergismo, de modo que a figura de interesse coincide na fóvea de ambos os olhos. Esse mecanismo é denominado fusão e tende sempre a promover uma sobreposição perfeita da imagem focada binocularmente, inclusive para objetos em movimento através do movimento fusional vergencial (Bicas, 2004). Na presença de anisotropias, isto é, quando os eixos visuais não estão paralelos, essa correspondência se perde e as fóveas focalizam pontos diferentes com rivalidade retiniana, gerando confusão de imagem e visão dupla. Para evitar a confusão de

imagem, o sistema nervoso central produz um escotoma relativo na fóvea do olho comprometido e a fóvea do olho dominante passa a fazer essa correspondência com um ponto excêntrico do olho não dominante. Esta região, por não ter a função foveal capaz de oferecer visão de detalhes, confere a este olho baixa acuidade visual caracterizando a ambliopia (van Noorden, 1985).

Segundo Salata e colaboradores (2001), cerca de 75% dos casos de ambliopia são decorrentes da presença de estrabismo, 4% devido a anisometropia e 21% por privação visual. Em 8% dos casos, observa-se associação de fatores.

O tratamento da ambliopia vai depender da causa, mas basicamente busca restabelecer a formação da imagem foveal nítida. Nos casos de opacidade de meios ópticos, é importante procurar restaurar ao máximo a transparência dos meios como a remoção de catarata e a correção da alta hipermetropia decorrente, correção da ptose congênita, remoção de opacidades vítreas, etc. No caso de ametropias limitantes, a correção óptica adequada oferece condições para o desenvolvimento visual (van Noorden, 1985). O mesmo princípio é utilizado para as anisometropias, procurando-se corrigir as ametropias vigentes em sua totalidade (Souza, 2002).

Quanto mais precocemente estiver instalada a deficiência, desde os primeiros meses de vida, mais profunda será a ambliopia e menos favorável o tratamento instituído, especialmente se a causa básica estiver relacionada com alta anisometropia. Por outro lado, quanto antes for instituído o tratamento adequado, melhor será o prognóstico decorrente. Outros fatores influenciam na eficácia do combate à ambliopia como a severidade da patologia básica e a compreensão e aderência ao tratamento por parte do paciente e dos familiares, sendo este último o maior determinante, diretamente ligado à proporção de abandono da terapêutica recomendada (Lithander & Sjostrand, 1991).

Em comum a todas as situações causadoras da ambliopia, o tratamento fundamenta-se na estimulação seletiva do olho afetado. Para tanto, adota-se a oclusão do olho com melhor acuidade por um período determinado, a partir da profundidade da ambliopia e da idade de instituição da terapêutica. Como regra básica, procura-se realizar a oclusão durante um período pareado com a idade, ou seja, oclusão do olho normal por dois dias para a idade de dois anos, oclusão de cinco dias para crianças com cinco anos, e assim por diante. A fim de acompanhar a evolução e reforçar a aderência ao tratamento, sugere-se reavaliações semanais no primeiro mês, quinzenais no segundo e mensais a partir do terceiro. Neste ponto, acredita-

se ser possível obter melhora significativa da acuidade visual, podendo reduzir o tempo de oclusão do olho sadio para uma a duas horas diárias, até se obter igualdade entre ambos os olhos. Essa técnica é mais eficiente à medida que é iniciada mais precocemente e vai perdendo seu efeito quanto mais tardiamente for introduzida, diminuindo a taxa de sucesso. Sendo assim, a recuperação da acuidade visual é melhor e mais rápida para uma criança de dois anos, quando comparada com outra de quatro anos, por exemplo (Lithander & Sjostrand, 1991). Por isso é importante a detecção precoce desta condição e o consequente tratamento adequado que farão a diferença entre uma boa acuidade visual e a consolidação de uma ambliopia não diagnosticada.

Os resultados do tratamento da ambliopia com oclusão podem variar de acordo com a idade de instituição e a aderência dos pais e da criança ao tratamento. Salata e colaboradores (2001) observaram a cura de olhos amblíopes em 52,67% de 169 crianças submetidas à oclusão, enquanto 19,52% obtiveram apenas melhora, com incremento de linhas de visão e 27,81% não apresentaram mudança na acuidade.

Para os casos onde não há aderência adequada ao tratamento, alguns estudos preconizam o uso de colírio de atropina a 1% no olho dominante, que provoca perda da capacidade acomodativa do cristalino, com queda da visão. No entanto, essa técnica apresenta benefício somente para os casos de ambliopia leve a moderada, com acuidade entre 20/40 e 20/100 no olho amblíope (Quinn et al., 2004).

No entanto, estudos direcionados para a recuperação do olho amblíope procuram restabelecer a plasticidade sensorial da visão após a idade de sua consolidação através de estímulos neuroquímicos. O uso da levodopa, um precursor da dopamina já empregada no tratamento da doença de Parkinson, tem apresentado resultados interessantes quando associada a períodos de oclusão, conseguindo em alguns casos melhorar a acuidade visual em até quatro linhas de visão (Procyanoy et al., 2004).

1.12 DEFICIÊNCIA VISUAL

A conceituação de cegueira e de baixa visão não é consenso. A Organização Mundial da Saúde (OMS), no ano de 1993, classificou como cegos os indivíduos com acuidade visual menor que 20/400 (3/60 ou 1,3 logMAR) em ambos os olhos. Quando a acuidade se encontra

abaixo de 20/70 (6/18 ou 0,54 logMAR), mas é maior ou igual a 20/200 (6/60 ou 1,0 logMAR) no melhor olho, classifica-se o indivíduo como portador de visão subnormal ou baixa visão (WHO, 1993). Dentro do segmento de baixa visão, ainda são conceituadas outras duas subdivisões.

No entanto, muitos trabalhos adotam outras definições de deficiência visual, levando em consideração critérios diversos. Muñoz e colaboradores, dentro do *Salisbury Eye Evaluation Study*, consideraram 20/40 como limite de baixa visão, justificado pela acuidade mínima necessária para a obtenção de licença para dirigir veículos, e 20/200 como limite para a cegueira, correspondendo ao nível adotado para a cegueira legal nos EUA (Muñoz et al., 2000). Bourne e os demais componentes do *Baltimore Eye Study* (2004), assim como Varma e colaboradores do *Los Angeles Latino Eye Study* (2008), também concordam com um limite de 20/40, considerando como nível mínimo de visão capaz de permitir a maioria das atividades necessárias do cotidiano na atualidade, como dirigir, por exemplo.

Seguindo as definições estabelecidas pela OMS, em 1990 estimava-se que houvesse cerca de 38 milhões de cegos em âmbito mundial, representando 0,7% de toda a população. No entanto, este índice apresentou variações de acordo com a região analisada. Assim, entre países economicamente desenvolvidos, eram considerados cegos por volta de dois milhões de habitantes, cerca de 0,3% do contingente mundial, enquanto os portadores de baixa visão representavam 1,4%. Já em economias carentes, como alguns países africanos, o índice de cegueira chegou a atingir 1,4%, enquanto 3,6% apresentavam baixa visão (Thylefors et al., 1995).

Um estudo conduzido em 1996 procurou determinar o perfil de deficientes visuais na Malásia. Foi estimada uma prevalência de 0,29% de cegueira e 2,44% de baixa visão na população, com predomínio entre os homens, não sendo observada diferença entre as diversas raças. As causas principais de deficiência visual foram os erros refracionais não corrigidos (48%) e catarata (36%), condições passíveis de prevenção por meio de programas direcionados e estratégias de saúde (Zainal et al., 1996).

Praticamente uma década após as pesquisas de Thylefors e colaboradores, estudos mundiais realizados em 2002 estimavam que 161 milhões de pessoas apresentavam algum grau de deficiência visual, sendo que 37 milhões apresentavam acuidade visual inferior a 3/60 e eram considerados cegos. Os outros 124 milhões apresentavam acuidade visual entre 6/18 e 3/60 e pertenciam ao grupo considerado com baixa visão (Couto Júnior et al., 2007).

Nos Estados Unidos, Congdon e colaboradores (2004) estimaram, para o ano 2000, a presença de deficiência visual na população americana, onde foi observado que mais de 930 mil indivíduos acima de 40 anos eram considerados cegos, representando uma prevalência de 0,78%, enquanto outros 2,4 milhões (cerca de 1,98%) apresentavam baixa visão. Particular atenção deve ser dada para os habitantes de raça branca acima de 80 anos, onde o número de indivíduos cegos atingiu 409 mil. A causa mais importante nestes casos foi a degeneração macular relacionada à idade. O mesmo foi observado com a baixa visão, onde aproximadamente 1,3 milhões de americanos apresentavam essa condição. Dentre os indivíduos negros, a catarata foi responsável por 60% dos casos de cegueira enquanto que, entre os hispânicos, o glaucoma de ângulo fechado foi a principal patologia, com prevalência de 28,6%.

Procurando estabelecer uma correlação entre desenvolvimento econômico e deficiência visual, alguns autores investigaram uma associação direta ou indireta entre renda *per capita* de um grupo heterogêneo de países com os seus níveis de deficiência visual. Observou-se uma relação inversa entre desenvolvimento econômico e prevalência de baixa visão, ainda que não completa e claramente definida. Atribuiu-se a este fenômeno os fatores correlatos ao desenvolvimento sócio-econômico como melhores condições de higiene e saneamento (importantes na prevenção de doenças infecto-contagiosas, como o tracoma e a hanseníase) e o maior acesso aos serviços de saúde e programas de prevenção e tratamento (diretamente imbricados com a diminuição dos níveis de glaucoma, catarata e erros refracionais limitantes). Tais aspectos apontam para a necessidade de, conjuntamente aos esforços de prevenção à cegueira e baixa visão, um empenho maior e não menos importante por parte da OMS no combate aos níveis de pobreza de determinados países e comunidades marginalizadas (Ho & Schwab, 2001).

Estabelecendo-se uma projeção da prevalência de deficiência visual mundial a partir dos dados obtidos ao longo dos anos, poderia ser esperado que, de 1990 a 2002, houvesse um acréscimo proporcional do número de cegos. Notoriamente, esse número não apresentou o incremento previsto, especialmente na fração atribuída às doenças infectocontagiosas e causas previsíveis. Esse fenômeno é, em parte, relacionado ao programa em âmbito mundial de prevenção de cegueira denominado *Visão 2020* que consiste em uma iniciativa da OMS em parceria com entidades do governo dos países envolvidos e organizações não governamentais, buscando reduzir a cegueira passível de prevenção (Foster & Resnikoff, 2005).

As ações do programa *Visão 2020* englobam:

- Treinamento de profissionais qualificados e conscientização da população e autoridades políticas a respeito da prevalência da deficiência visual, suas limitações e das possibilidades de prevenção e cura de praticamente 75% dos casos;

- Mobilização de recursos e otimização dos já existentes no desenvolvimento de centros de saúde ocular, advindos do ministério da saúde, organizações não governamentais e iniciativa privada;

- Desenvolvimento tecnológico de centros de saúde ocular especializados com equipamentos e recursos humanos adequados;

- Instituição de políticas de prevenção direcionadas para as patologias mais prevalentes, atividade esta que passa a ser específica para cada país e região (Foster & Resnikoff, 2005).

Diferenças na distribuição etária da deficiência visual influem nos achados de prevalência. Estabelecendo-se estratificação segundo a idade, observou-se que 3,8% dos cegos estavam abaixo dos 14 anos, enquanto 31,7% encontravam-se entre 45 e 59 anos e a maioria (58%), acima dos 60 anos de idade. Novamente, esses dados apresentam variação conforme a região em análise. Particularmente entre os indivíduos acima de 60 anos, a prevalência de cegueira era estimada em cerca de 1,2% em países desenvolvidos, atingindo 6,8% nos países emergentes (Thylefors et al., 1995).

Estudos americanos realizados em 1999 sobre a presença mundial da cegueira em crianças apontavam que 5% pertenciam à faixa etária até os 15 anos, sendo o leucoma corneano a causa mais importante, com ambliopia decorrente. De todas as causas listadas, até 58% poderiam ser prevenidas e 31% dos casos eram passíveis de tratamento, evitando o estabelecimento da deficiência (Steinkuller et al., 1999). As afecções responsáveis pela baixa visão podem ser distintas de acordo com a localidade. Em instituições brasileiras de São Paulo e Salvador, o glaucoma e a retinopatia da prematuridade foram as duas predominantes com 18,3% e 12% respectivamente (Brito & Veitzman, 2000).

Por outro lado, outros estudos apontam uma maior prevalência de cegueira e baixa visão no segmento de 40 a 49 anos, como no *Barbados Eye Study* (22,1%), *Beaver Dam Eye Study* (16,9%) e *Proyecto VER* (33,4%) (Congdon et al., 2004).

Apesar de serem estimados em cerca de 1,4 milhões os cegos abaixo de 15 anos de idade para o ano de 2002, a grande maioria com acuidade menor que 20/400 encontrava-se acima dos 50 anos de idade, constituindo aproximadamente 82%. Resnikoff e colaboradores (2004) fazem uma análise interessante a respeito das discrepâncias sobre a prevalência de cegueira na população global. Entre os vários programas e estudos considerados, observa-se que pouca variação ocorre na faixa etária de 15 a 49 anos, mantendo uma flutuação pequena entre 0,1 e 0,2 segundo a Tabela de Snellen. Abaixo dos 15 anos, essa variação abrangeu de 0,3% em países como Estados Unidos, Austrália e Dinamarca a 0,12% nas nações africanas. Entretanto, é acima dos 50 anos, onde a prevalência de cegueira é maior, que uma flutuação considerável é observada, desde 0,4% em países desenvolvidos até 9% em nações carentes e subdesenvolvidas. Com isso, considera-se que as causas passíveis de prevenção e reversíveis através de tratamento adequado ou de políticas de saúde pública estão intimamente relacionadas com essa diferença, permanecendo apenas as doenças degenerativas observadas nos países desenvolvidos que não são intensamente afetadas por esses programas, como a retinopatia diabética e a degeneração macular relacionada à idade. Quadro semelhante foi encontrado no caso da baixa visão, onde uma prevalência de 3% foi observada em regiões subdesenvolvidas, quase três vezes maior que determinados países da América do Norte e Europa.

Não existe também uma homogeneidade com relação à etiologia, de acordo com a localidade em foco. Em países como Índia ou os africanos, além da prevalência maior de cegueira, doenças passíveis de prevenção ou tratamento precoce utilizando políticas de saúde pública adequadas, como catarata e glaucoma, apresentaram índices também maiores que em países desenvolvidos. Esse panorama abre espaço para que doenças degenerativas como retinopatia diabética e degeneração macular relacionada à idade constituam as doenças mais prevalentes como causa de cegueira nos países economicamente mais desenvolvidos (Thylefors et al., 1995).

Analisando-se as causas de cegueira mundial para o ano de 2002, as principais causas estimadas foram a catarata (47,8%), seguida pelo glaucoma (12,3%) e degeneração macular relacionada à idade (8,7%) (Resnikoff et al., 2004). Após quase uma década, segundo levantamento realizado por Medina e Munõz (2011), a catarata senil continua sendo considerada a principal causa de cegueira reversível no nível mundial, representando problema de saúde pública devido ao seu aumento anual e possibilidade de correção cirúrgica. O glaucoma foi citado como a segunda causa de cegueira mundial, com 20% do total, e a

principal causa de cegueira irreversível, especialmente entre os idosos, indivíduos da raça negra e diabéticos. A retinopatia diabética é responsável por 4,8% dos cegos, sendo que sua incidência entre portadores de diabetes mellitus é estimada em 40%. No entanto, devido à relação com o tempo da doença, pode atingir até 80% naqueles casos com mais de 25 anos do seu início. Os erros refracionais também foram considerados como causa de deficiência visual, encontrando-se uma prevalência populacional de 40%, dos quais apenas 25 a 40% estavam corrigidos e quase 80% apresentavam correções desatualizadas.

O impacto da deficiência visual pode atingir a esfera pessoal, profissional e econômica da população acometida. Estudos populacionais revelam que 85% dos indivíduos acima de 65 anos com acuidade visual corrigida menor que 20/60 apresentam alto grau de dificuldade para ler jornal, 87% com acuidade menor que 20/100 não conseguem definir feições adequadamente e que 50% das pessoas com acuidade menor que 20/200 não conseguem se locomover com segurança (Schimiti et al., 2001).

Se forem contabilizados os custos e perdas, não somente econômicas, mas também sócio-afetivas dentre os indivíduos com algum grau de deficiência, é possível notar o nível de limitação a que são submetidos, sem contar os gastos, tanto para a família, quanto para o estado. Estima-se que a frequência de atendimentos no sistema *home care* chega a ser quatro vezes maior para indivíduos com cegueira e duas vezes maior para indivíduos com baixa visão, quando comparado aos atendimentos domiciliares por outras causas para indivíduos sem deficiência visual. Da mesma forma, os custos anuais do estado americano com o cuidado de pacientes com algum grau de perda visual atinge a cifra de U\$ 5,5 bilhões, representando cerca de U\$1.400,00 para cada indivíduo deficiente ou cego. Ao final de oito anos, um indivíduo com deficiência visual pode acumular uma despesa de cerca de U\$10.000 (Resnikoff et al., 2008). No entanto, se adicionados a estes valores as despesas compensatórias na busca de melhores níveis de qualidade de vida para os indivíduos deficientes, os custos para o governo chegam a U\$16 bilhões anuais, ou seja, U\$4.000,00 para cada indivíduo, gastos estes que devem ser considerados no debate para alocação de recursos na prevenção da deficiência visual. Por outro lado, estima-se que a movimentação econômica com a aquisição de lentes corretivas ou lentes de contato gire em torno de U\$ 2 bilhões por ano (Frick et al., 2007).

Dados anteriores levantados por Chiang e colaboradores (1992) para o ano de 1990, levaram em consideração não somente os gastos públicos, mas também as despesas

particulares, chegando a um custo anual de U\$11.896,00 para cada indivíduo cego. Esses dados englobam também as perdas com a fração em idade economicamente ativa, atribuindo ao governo um gasto de mais de U\$ 4 bilhões ao ano.

No Brasil, poucos são os estudos direcionados para estabelecer a epidemiologia da cegueira ou deficiência visual. Esteves e colaboradores procuraram traçar o perfil de deficiência visual em comunidades carentes de Porto Alegre. Avaliando mais de 1300 pacientes em busca ativa através de unidade móvel, encontraram uma prevalência de cegueira legal de 0,1% tendo a catarata como causa principal com 38,93% (Esteves et al., 1996).

Em estudo realizado no município de Botucatu entre os anos de 1982 e 1984, abrangendo uma amostra de mais de 17 mil habitantes, foi encontrada uma prevalência de cegueira unilateral de 0,54%; os casos de cegueira bilateral atingiram um percentual de 0,16%. Das causas determinadas para esses casos, destaca-se a catarata senil com 16,7%, úlcera corneana com 13,3% e coriorretinite central com 11,1%. O glaucoma crônico simples correspondeu a apenas 6,7% do grupo de cegos (Silva et al., 1986).

A presença de cegueira na população brasileira para o ano 2000 foi determinada por Kara-José e Arieta (2000), estimando-se uma prevalência de 0,5% de cegos, correspondendo a cerca de 640 mil indivíduos com acuidade visual corrigida abaixo de 20/400. Observou-se uma grande heterogeneidade entre as várias comunidades brasileiras, com índices semelhantes aos países desenvolvidos em determinadas regiões com 0,25%, chegando a atingir uma prevalência de 0,75% em outras regiões mais carentes. Os fatores etiológicos intimamente associados com a deficiência visual apontados pelos autores foram a catarata (50%), os erros refracionais (40%) e demais patologias, como glaucoma, retinopatias, degeneração macular e infecções corneanas (10%).

Romani (2005), procurando estabelecer o panorama das doenças oculares em idosos de um município do Rio Grande do Sul, avaliou 187 indivíduos acima de 80 anos, encontrando 45,5% da amostra com baixa visão acentuada, cuja razão principal foi atribuída à catarata senil (54,1%), seguida dos erros refracionais não corrigidos (18,9%). É interessante notar que a degeneração macular relacionada a idade apresentou, nesses casos de idade avançada, uma prevalência maior (acima de 35%), o que não foi observado nos outros estudos mencionados.

O panorama observado para a deficiência visual conforme a idade apresenta diversificação, assim como em outros países. Albuquerque e Alves (2003), avaliando 336 crianças de um hospital infantil especializado em Recife/PE, encontraram cerca de 1,2% com deficiência visual e cegueira. No total da amostra, o estrabismo e as ametropias, em especial a hipermetropia, foram as condições mais frequentes, perfazendo quase 64%.

Os dados estendidos para toda a região das Américas Central e do Sul e Caribe revelam a presença de aproximadamente 100 mil cegos entre 226 milhões de crianças abaixo de 15 anos. Em conformação com estudos americanos, a condição predominante foi o leucoma corneano de causas diversas, com 20% do total. Em alguns países como Argentina e Cuba, principalmente em serviços precários de assistência neonatal, a retinopatia da prematuridade (RDP) passou a ser a afecção em destaque no desenvolvimento da cegueira perinatal, com até 35%, em contraste com a realidade dos países desenvolvidos, onde a RDP representa cerca de 8% dos casos de cegueira (Munoz & West, 2002).

Para a população adulta, especialmente acima de 40 anos, os dados de cegueira apresentam uma variação considerável entre os países da América Latina e dentro de um mesmo país, variando de 1,7% a 5,9% em Barbados e de 0,1% a 6,8% em diferentes estudos e localidades brasileiras. No Peru, esta prevalência atingiu 2,9% na década de 1980, cerca de 2 a 3 vezes maior que nos países desenvolvidos no mesmo período. A catarata e o glaucoma passam a ser as doenças mais importantes, com índices de cerca de 55% e 62% do total de cegos no Brasil e Chile, respectivamente (Munoz & West, 2002).

1.13 ERROS REFRACTIONAIS E DEFICIÊNCIA VISUAL

Algumas causas diretamente relacionadas ou contribuintes para o estado de baixa visão são passíveis de reversibilidade total ou parcial, quando ações de detecção e tratamento são implementadas antes que os danos decorrentes se instalem, transformando a condição em processo definitivo. Relacionados a este aspecto, esforços conjuntos entre o sistema público e entidades filantrópicas e privadas são feitos, visando especificamente programas direcionados para o combate à catarata e ao glaucoma, por exemplo.

Esforços globais conduzidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) são desenvolvidos com o objetivo de atingir a meta de, até 2020, erradicar as causas de cegueira e

deficiência visual passíveis de tratamento e prevenção. As ametropias constituem uma das cinco maiores prioridades da OMS no combate à disfunção visual no planeta. Especificamente para a miopia, sua prevalência mundial tem aumentado nos últimos anos, especialmente em países populosos como a China, que exercem grande impacto nos levantamentos mundiais (McCarty, 2006).

Também no Brasil, as ametropias devem ser alvo de tais ações, uma vez que ocupam espaço considerável no desenvolvimento de limitações e deficiências visuais e seu tratamento é geralmente de alta eficácia e de relativo baixo custo, quando comparado com as perdas sociais e laborais decorrentes.

Com ênfase nos erros refracionais, é importante determinar inicialmente dados abrangentes sobre sua distribuição, bem como discriminar a prevalência de cada um deles. Com isso, é possível estabelecer estratégias específicas para a assistência em saúde pública, de acordo com suas necessidades particulares, basicamente direcionadas para as ametropias mais limitantes ou incapacitantes dentro de uma comunidade ou segmento populacional.

A dificuldade inicial, no entanto, consiste em estabelecer um consenso sobre as definições e limites entre o que seria considerada visão normal e visão não adequadamente corrigida opticamente. Para muitos estudos, esse limite é apresentado como sendo 6/12 (0,3 logMAR) que constitui a visão mínima necessária para revalidar a licença para dirigir, como citado anteriormente. Outros levantamentos consideram 6/10 (0,2 logMAR) como nível aceitável para que o indivíduo tenha o mínimo de limitações possíveis em suas atividades diárias (McCarty, 2006).

O estabelecimento desse limite é importante para a programação de estratégias de combate à deficiência visual corrigível por meio da refração. As definições para deficiência visual, praticadas pela determinação da OMS através da CID-10, levam em consideração a aferição de acuidade com as melhores correções ópticas possíveis. Muitos estudos consideram, para a determinação da prevalência refracional, a definição de acuidade visual não corrigida ou não adequadamente corrigida (*Uncorrected Refractive Error*). Ainda, um outro conceito é definido por meio do termo em inglês *met need* e *unmet need* para representar o nível de 20/40 (0,3 logMAR) como sendo o divisor entre uma condição visual suficiente e insuficiente para as atividades diárias do indivíduo. *Met need* é o termo atribuído para aqueles que apresentam visão inferior a esse limite, mas com suas correções habituais consegue melhorar na sua acuidade. *Unmet need*, por outro lado, constitui o grupo que

apresenta visão inferior a 20/40 e não usa óculos por quaisquer motivos ou os óculos em uso não são suficientes para reverter essa condição. Seguindo esse conceito, em um levantamento realizado em Teerã com 4354 habitantes, foram encontrados 646 participantes com necessidade de correção óptica, sendo que 66% foram classificados como *met need* enquanto 34% foram incluídos no grupo *unmet need*. Por meio de regressão logística para esses casos, foi encontrada uma forte associação entre os indivíduos classificados como *unmet need* e fatores como idade, atividade profissional e tipo de erro refracional, principalmente a miopia (Fotouhi et al., 2006).

Estudos com foco nos fatores relacionados com o desenvolvimento das ametropias apontam para uma forte influência genética. Tanto para a miopia, como para a hipermetropia, evidências indicam uma transmissão hereditária em torno de 90% e 89% respectivamente. Contudo, para o astigmatismo essa relação não foi tão pronunciada, atingindo apenas um quarto do observado nas ametropias esféricas. Esse padrão apresentado pelo componente cilíndrico sugere uma possível herança autossômica ou a participação de fatores ambientais relacionados com essa ametropia (Hammond et al., 2001).

Se considerarmos os erros refracionais como fatores responsáveis pela deficiência visual, aproximadamente 153 milhões de indivíduos são acometidos em todo o mundo, dos quais cerca de oito milhões são considerados cegos. Somando-se então com a população de deficientes visuais descrita inicialmente, estima-se que 314 milhões de pessoas apresentem algum grau de deficiência visual, independente da causa básica. Assim, as ametropias constituem uma parcela significativa das causas de deficiência visual reversível, sendo passíveis de reabilitação (Resnikoff, 2004).

Os erros refrativos não adequadamente corrigidos são considerados como a segunda causa de deficiência visual capaz de ser prevenida. A fim de determinar a parcela desses deficientes que são efetivamente tratados apenas com correção óptica, Ntim-Amponsah realizou um estudo transversal com amostragem sistemática em pacientes ingressantes no Hospital Escola Korle-Bu em Guana. Considerando os indivíduos com visão abaixo de 20/60, determinou aqueles que obtiveram melhora com a fenda estenopéica. Este grupo representou 4,8% da amostra total e 44,3% do grupo que apresentava baixa visão (Ntim-Amponsah, 2007). Estudo semelhante foi realizado por Barnes e colaboradores (2011), procurando-se analisar a prevalência de baixa visão e dos erros refrativos em uma comunidade pequena da ilha de Ta'u, no Oceano Pacífico. Novamente por meio de exame com fenda estenopéica,

agora em indivíduos acima de 40 anos, foi determinado o número de habitantes que apresentaram melhora de acuidade, deixando a faixa de deficiência visual. Dos 124 participantes, 10,5% foram classificados como deficientes e 4,8% como cegos. Foram considerados hipermetropes e míopes, 4% e 3,2% da amostra respectivamente.

Jobke e colaboradores (2008) avaliaram a prevalência e a incidência do surgimento das ametropias. Por meio de uma amostra de 516 estudantes e seus respectivos pais, foi aplicado um questionário sobre o tipo e a intensidade de ametropia presente nos participantes. A determinação refracional baseou-se apenas em questionário aplicado, sem realização de exame oftalmológico. A miopia esteve mais presente entre os homens e não houve diferença significativa entre os sexos para a hipermetropia. Contudo, tal diferença foi relatada para a idade, onde a primeira faixa etária apresentou uma frequência de hipermetropes de 9,8% e com decréscimo subsequente. Também não foi encontrada diferença significativa entre as prevalências do astigmatismo para os diversos grupos etários. A faixa de incidência para a miopia foi reconhecida em 12,2 anos. Já para a hipermetropia, a idade para a manifestação foi de 5,7 anos.

Dentro do estudo realizado em Barbados do qual participou uma população de 4709 nativos portadores de cor da pele negra, foi encontrada prevalência para a miopia de 21,9% com leve predomínio do sexo masculino. A frequência para a hipermetropia foi de 46,9%, mais observada em mulheres. Para a amostra considerada, encontrou-se um aumento da frequência da miopia após os 60 anos de idade e um declínio do número de hipermetropes após esta mesma faixa etária (Wu et al., 1999). Corroboram com esses índices, pesquisas realizadas em Wisconsin (EUA) onde houve um predomínio da hipermetropia (49%) sobre a miopia (26,2%). Entretanto, a mesma evolução não foi apresentada com a idade, onde houve uma redução na frequência da miopia nos indivíduos mais velhos (Katz et al., 1997).

O grupo australiano que desenvolveu o *Blue Mountain Eye Study* avaliou uma população de 3654 habitantes entre 49 e 87 anos de idade, com o objetivo de identificar características individuais e socioeconômicas relevantes para a determinação dos erros refrativos. Através de amostra por conveniência, foram realizadas entrevista e exame oftalmológico completo. O parâmetro mensurado foi a acuidade visual em padrão logMAR, considerando-se os casos de acuidade visual não adequadamente corrigida como sendo aqueles abaixo de 0,18 logMAR (20/30 Snellen) e que obtiveram melhora de duas ou mais linhas de visão com a correção da ametropia. Forte associação foi encontrada entre a visão

não corrigida e a hipermetropia, sendo que o mesmo não foi observado para a miopia. Outras características como morar sozinho ou receber pensão governamental e, principalmente tempo longo em relação ao último exame oftalmológico realizado, foram associados com a visão não adequadamente corrigida. Motoristas em atividade foram considerados com baixa prevalência para essa característica (Thiagalingam et al., 2002).

Um estudo de base populacional foi desenvolvido no Timor Leste em 2007 com 1414 indivíduos acima de 40 anos, selecionados por meio de amostragem sistemática e submetidos à entrevista e exame em clínicas especializadas na triagem de catarata. O objetivo foi investigar a prevalência dos erros refracionais na população, principalmente a presbiopia, e estabelecer o grau de cobertura de correções refracionais vigentes. A necessidade de correção óptica para a miopia teve prevalência maior entre indivíduos alfabetizados e moradores da zona urbana, quando comparado com analfabetos e habitantes da zona rural. Essa diferença não foi encontrada para o sexo. No entanto, o uso de óculos para perto foi maior entre os homens. A baixa acuidade visual não adequadamente corrigida foi mais prevalente acima dos 70 anos de idade (Ramke et al., 2007).

Trabalho semelhante, porém de maior magnitude foi desenvolvido em Bangladesh com 11750 habitantes. A prevalência de miopia para essa amostra foi de 22,1% enquanto que para a hipermetropia essa proporção ficou em 20,6%. Baseando-se em um limite de 20/40, foi estimada uma prevalência de 7,18% para indivíduos com *unmet need*. Dentre a população que necessitava de correção, apenas 20,9% dos homens e 30,2% das mulheres usavam óculos. Esse índice também foi duas vezes maior para os moradores da zona urbana em relação aos habitantes da zona rural. Bourne e colaboradores (2007) estabeleceram um comparativo com o estudo do Timor Leste, principalmente com base nas definições de corte para ametropias e deficiência visual. Neste último, o limite adotado para a disfunção de visão foi 20/40 e 20/60, contra 20/200, determinado no primeiro.

Outro estudo populacional de alta magnitude foi desenvolvido na Califórnia. *Los Angeles Latino Eye Study* foi uma pesquisa realizada com 6129 latinos ou descendentes diretos, habitantes dos EUA. 15,1% apresentavam erros refrativos não ajustados, sendo que a maioria (57%) estava associada com deficiência visual moderada e aumentava com a idade, além de não demonstrar relação com o sexo. Os casos de erros refracionais que efetivamente se beneficiavam com as correções prescritas no estudo (*unmet need*) apresentaram prevalência variando de 8,9% a 9,6%, de acordo com particularidades da definição adotada. Também não

foi encontrada diferença entre sexos para esse parâmetro, que por sua vez, também aumentou sua prevalência com a idade. Através de análise univariada, foram determinados possíveis indicadores de risco com os erros refracionais não corrigidos. Ganho financeiro anual, desemprego, ser solteiro, baixa escolaridade, presença de plano de saúde e falta de acesso a exame oftalmológico periódico foram os indicadores com associação positiva. Para os casos *unmet need*, alguns fatores associados foram a baixa renda anual, baixa escolaridade e cultura, nascido fora dos EUA e falta de acesso à assistência oftalmológica nos últimos 12 meses (Varma et al., 2008).

Um estudo realizado por Katz e colaboradores (1997) em Baltimore (USA) procurou estabelecer a prevalência dos erros refrativos em uma amostra de 5036 habitantes de dezesseis regiões diferentes. Através de amostragem sistemática e aleatória, foram selecionados para entrevista e exame oftalmológico os indivíduos acima de 40 anos de idade e não submetidos à cirurgia refrativa ou facectomia previamente. Os indivíduos de cada região foram divididos em dois grupos de acordo com a cor da pele (brancos e negros). A hipermetropia ($0,50D < EE < 2,00D$) e a alta hipermetropia ($EE \geq 2,00D$) apresentaram maior prevalência acima dos 60 anos de idade para os dois grupos, chegando a 38% para os negros entre 70 e 79 anos e a 36,6% para os brancos acima de 80 anos. A prevalência apresentada para a miopia ($EE < -0,50D$) foi menor a partir dos 50 anos de idade, também para ambos os grupos. Entre 40 e 49 anos, foram encontrados 27,4% e 28,8% de míopes entre negros e brancos, respectivamente. A análise multivariada, por meio de *Odds Ratio*, determinou uma associação entre anos de educação e a miopia, principalmente em brancos, e associação inversa com a hipermetropia, tanto para brancos como negros, principalmente entre presbítas jovens.

Em alguns países, a prevalência de erros refrativos não corrigidos é maior, sendo motivo de atenção por parte de programas de prevenção em saúde pública estimulados pela OMS. Na Índia, essa condição é responsável por 16% da cegueira e 46% da deficiência visual presente no país. Esses dados são uma realidade mais intensa na população rural indiana e vários fatores são identificados como barreiras para a implementação do tratamento adequado, como citado por Marmamula e colaboradores (2011) em uma amostra de 3095 indivíduos. Os principais foram a limitação econômica e a dificuldade de acesso aos centros de diagnóstico e tratamento, mais relacionada com a baixa visão para longe, e o não reconhecimento da real necessidade dos óculos, associada principalmente com a presbiopia, avaliada após os 35 anos de idade. O mesmo grupo já havia desenvolvido outra linha de pesquisa com a população urbana indiana. Através de amostragem estratificada, foram coletadas informações de

indivíduos abaixo e acima de 30 anos de idade, com uma prevalência para a miopia de 19,39% e para a hipermetropia de 9,83%, sendo a primeira com maior associação com a esclerose cristalíniana e o grau de escolaridade e a segunda com o incremento da idade, mulheres e nível socioeconômico mais alto (Dandona et al., 1999).

Com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre o comportamento do astigmatismo, Rayes e colaboradores avaliaram retrospectivamente a documentação de mais de 43 mil olhos. Encontraram 47,6% da amostra com astigmatismo, sendo que 64,3% eram mulheres. A maioria, ou seja, 67,8%, apresentavam a ametropia de baixo grau, considerada até -1,00D, sendo mais prevalente nas faixas etárias mais baixas (11 a 30 anos). Por outro lado, cilindros de média intensidade (entre 1,25 e 3,00D) foram muito mais presentes em faixas mais avançadas, especialmente acima de 80 anos. Foi observada uma nítida inversão do eixo cilíndrico em dependência da idade, onde o astigmatismo a favor da regra foi encontrado predominantemente em indivíduos mais jovens, ocorrendo um decréscimo progressivo dessa prevalência nos anos subsequentes. O inverso se sucedeu com o cilindro contra a regra, com baixa frequência entre indivíduos mais jovens e alta frequência após os 70 anos (Rayes et al., 2007).

Populações em que o astigmatismo apresenta uma prevalência alta podem fornecer informações importantes sobre seu comportamento. Estudos realizados em 2010 com comunidades específicas, como a reserva indígena norte americana de Tohono O'odham, revelaram uma frequência alta de astigmatismo acima de 2,00D, variando de 23,1% a 30,3%, sendo maior no primeiro ano de vida e, paradoxalmente, menor no segundo, retornando a níveis mais elevados nos anos subsequentes. O eixo do cilindro manteve-se a favor da regra na grande maioria da amostra (Harvey et al., 2010).

O mesmo grupo desenvolveu estudo semelhante com participação de 1326 crianças, adolescentes e jovens da mesma comunidade indígena de Tohono O'odham. Foi estimado então, em meio à faixa etária de 5 a 16 anos, a presença de 41,8% de indivíduos com cilindro negativo além de 1,00D, ressaltando o aspecto da bilateralidade do astigmatismo em 66,8% dos casos. O eixo do astigmatismo encontrado esteve a favor da regra em 98% das crianças estudadas, comprovando o predomínio do eixo astigmata horizontal na infância. No entanto, apesar da alta prevalência de astigmatismo, apenas 6,9% da amostra e 14,1% dos indivíduos com mais de 1,00D da ametropia eram usuários de correções ópticas na ocasião do estudo, revelando a necessidade de detecção mais minuciosa dos erros refrativos e tratamento

adequado, principalmente em crianças na fase de desenvolvimento visual (Harvey et al., 2006).

Procurando determinar o perfil dos erros refracionais em crianças e jovens americanos, Kleinstejn e colaboradores (2003) estudaram em 2003 uma amostra de 2523 indivíduos de 5 a 17 anos. A miopia apresentou uma prevalência de 9,2% neste grupo contra 12,8% de hipermetropes e 28,4% de astigmatas. Apesar disso, 49,5% das crianças eram emétopes. O limite de corte adotado pelos autores foi maior ou igual a -0,75D para miopia, maior ou igual a +1,25D para hipermetropia e maior ou igual a -1,00D para astigmatismo. Correlação com a idade da amostra foi estabelecida, sendo que a miopia apresentou aumento de prevalência em crianças mais velhas e a hipermetropia demonstrou comportamento contrário, reduzindo a frequência com o tempo. Quanto ao sexo, foi observado um predomínio da miopia em meninas (11,5%) contra 7,1% em meninos e uma diferença muito pequena para a hipermetropia (13,1% em meninas e 12,6% em meninos). Significância estatística também pode ser comprovada quando estudada a etnia. Em asiáticos, a miopia foi mais prevalente (18,5%), seguidos pelos hispânicos (13,2%), enquanto brancos e afroamericanos permaneceram com 6,4% cada. No entanto, os brancos apresentam uma frequência maior de hipermetropia com 19,3% seguida dos hispânicos com 12,7%.

As perdas econômicas também foram identificadas em associação com erros refracionais não corrigidos. Segundo análise sistemática desenvolvida por Smith e colaboradores (2009), as ametropias não corrigidas de forma adequada e cursando principalmente com limitação visual para longe, são responsáveis pela perda anual de mais de US\$120 bilhões. Embutida nesta cifra está a parcela que é perdida com as limitações socioeconômicas da baixa visão. As cifras apresentadas não foram iguais para todas as regiões incluídas no estudo. Devido ao custo de vida e necessidades diferentes para zonas heterogêneas, os indivíduos com deficiência visual na América do Norte têm perda econômica significativamente maior que nos países europeus.

Dados populacionais discriminando as ametropias na população brasileira ainda são bastante escassos, seja pela dificuldade de boa parte ao acesso a centros de diagnóstico especializados, seja pelas limitações e intempéries ao se organizar estruturas de assistência que vão ao encontro das populações carentes, ou por diversos outros fatores ainda indeterminados.

No Brasil, até o ano 2000, estimava-se que, dos indivíduos que apresentavam algum grau de deficiência visual, 42,7% tinham como causa os erros refracionais, 23,59% a catarata, 5,4% degeneração macular relacionada à idade e 4,02% glaucoma (Arieta et al., 2003).

Jeveaux e colaboradores (2008) procuraram identificar as doenças oculares em crianças carentes do complexo de favelas do Alemão, no Rio de Janeiro. Dentre 127 crianças entre 3 e 6 anos de idade, com acuidade visual menor que 0,8 em ambos os olhos, 44,4% obtiveram melhora da acuidade visual com a prescrição de óculos, sendo que 17% eram hipermetropes e 4,11% apresentavam ambliopia já instalada. Anteriormente, Couto Júnior e colaboradores (2007) haviam estudado as afecções oculares presentes em crianças cariocas no ano de 2001. Foi estimada uma prevalência de ametropias em torno de 3,5% em 1800 crianças, sendo que a hipermetropia isolada acima de +1,00D foi a predominante com 1% do total, seguida do astigmatismo hipermetrópico com 0,78%. A ambliopia esteve presente em 2% desta amostra, sendo a causa principal da deficiência os erros refracionais não corrigidos, com 0,67%.

Estudo semelhante realizado com crianças de classe média, em duas amostras distintas, revelou a presença da hipermetropia baixa (menor ou igual a +2,00D) como condição mais comum na primeira, com prevalência de 55,92%, e o astigmatismo hipermetrópico composto na segunda, com 30,79% dos casos. Os autores consideraram como critérios para inclusão, ametropias acima de 0,5D, tanto para positivas, negativas ou cilíndricas. A ambliopia foi conceituada como diferença de uma ou mais linhas de visão quando comparados ambos os olhos, sendo encontrada em 6,9% da segunda amostra. Já a anisometropia foi considerada como diferença maior ou igual a uma dioptria entre eles ocorrendo em 1,26% da primeira e 2,8% da segunda amostra. No entanto, apenas 14,11% das crianças com ametropias necessitaram de correção óptica na primeira amostra e 11,74% na segunda. Das crianças com astigmatismo, 92,25% apresentavam eixo a favor da regra (Beer et al., 2003).

Em uma sequência de 788 pacientes avaliados no centro de referência do idoso pelo governo do estado de São Paulo em 2002, 43,5% dos participantes foram considerados portadores de acuidade visual dentro da normalidade. Entretanto, 50,5% apresentavam algum grau de queda visual. Segundo os autores, 4,7% eram considerados deficientes visuais e 1,3% foram classificados como cegos (Cinoto et al., 2006).

Recentemente, um estudo populacional realizado, envolvendo o município de Botucatu/SP, utilizou uma amostra aleatorizada de 2454 indivíduos, mostrando o comportamento dos erros refracionais de acordo com subgrupos específicos. Observou-se uma tendência para a miopia entre os descendentes de asiáticos, diferentemente dos demais grupos étnicos, que apresentaram equivalente esférico positivo. Com relação à idade, a miopia ($EE < -0,50D$) apresentou uma distribuição bimodal, com pico de prevalência de 29% na faixa etária de 30 a 39 anos e novo pico após os 70 anos, com 21%. A hipermetropia também apresentou um padrão de distribuição semelhante, com prevalência de 86,9% na primeira década de vida e 65,9% na faixa etária de 60 a 69 anos. O astigmatismo ($DC < -0,50$) revelou um padrão linear de distribuição, com prevalência de 50,4% na amostra, sendo mais observado na população acima dos 70 anos de idade (71,7%). Perfil semelhante ao astigmatismo foi encontrado para a anisometropia, com baixa prevalência na primeira década de vida (18,3%), chegando a 47,9% entre 60 a 69 anos e 55% após os 70 anos de idade (Schellini et al., 2009).

Avaliando-se os estudos conduzidos com base em populações brasileiras é possível observar que muito poucos abrangem amostras significativas e que forneçam resultados representativos sobre o perfil refracional e sua influência na acuidade visual. A maioria versa sobre categorias restritas, não compreendendo segmentos abrangentes, além de não fornecer aspectos comparativos com estudos internacionais de base populacional. Em termos de amostragem aleatória ou probabilística, esse número ainda torna-se menor.

A população estudada por Schellini e colaboradores (2009) foi selecionada de forma probabilística. Entretanto, representava apenas a população de um único município. Pretende-se agora, analisar uma amostra maior, pertencente a uma região mais abrangente, a fim de avaliar as características dos erros de refração e suas repercussões na visão em um contingente populacional mais representativo. Com isso, pretende-se determinar as características refracionais e sua influência na acuidade visual de uma população brasileira, possibilitando condições para que iniciativas similares, com foco na assistência e pesquisa, sejam realizadas. Também, procura-se inserir um estudo brasileiro de semelhantes proporções aos já desenvolvidos em comunidades internacionais, favorecendo os aspectos comparativos com outros países sobre o perfil refracional.

2 OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo são:

1. Caracterizar a distribuição dos erros refracionais e seus componentes em uma população de nove municípios localizados ao sul do centro-oeste do estado de São Paulo – Brasil, identificando o perfil dessa distribuição de acordo com segmentos específicos da amostra e suas possíveis associações.
2. Determinar a prevalência da deficiência visual (baixa visão e cegueira) reversível por meio de correção óptica e caracterizar a melhora da visão com essa correção e suas possíveis associações com características individuais e refracionais.

3 MÉTODOS

3.1 O PROJETO UNIDADE MÓVEL

O presente estudo foi desenvolvido por meio do levantamento de parte dos dados coletados no Projeto de Prevenção da Cegueira na Comunidade, uma iniciativa para pesquisa e assistência à saúde ocular em municípios da região centro-oeste do estado de São Paulo. O projeto foi elaborado e executado pelo Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina de Botucatu, com recursos provenientes da Fundação de Amparo a Pesquisa (FAPESP), dentro do eixo de Políticas Públicas e coordenado pela Prof^a. Titular Silvana Artioli Schellini.

Com o objetivo de viabilizar o projeto, um veículo do tipo ônibus foi adaptado para funcionar como transporte da equipe e de equipamentos oftalmológicos para o diagnóstico das afecções oftalmológicas, em atendimento ambulatorial. Isso permitiu que as dificuldades de locomoção e acesso ao exame médico oftalmológico fossem, em parte, reduzidas. A fim de garantir a eficácia das diversas fases do exame, a equipe participante foi treinada e padronizada para o atendimento populacional, garantindo a homogeneidade dos protocolos de diagnóstico e conduta.

O objetivo principal do projeto “Mãe” foi a promoção da saúde ocular, por meio da detecção e tratamento de afecções oftalmológicas, utilizando estratégias de prevenção e promoção da saúde. A população beneficiada recebeu informações sobre as doenças oculares mais comuns, atendimento oftalmológico clínico completo e instituição do tratamento, quando necessário. Quando houve necessidade de tratamento cirúrgico, realização de exames mais sofisticados ou acompanhamento, os indivíduos foram direcionados para o hospital universitário em Botucatu.

As Secretarias de Saúde de cada município interessado na implementação do projeto se manifestaram, forneceram os dados necessários para a amostragem e se posicionaram como parceiras para que a população fosse atingida e examinada, atuando inclusive na divulgação e deslocando recursos humanos para facilitar a dinâmica do atendimento.

O modelo empregado, baseado na busca ativa por meio da unidade móvel, permitiu diagnosticar as alterações oculares presentes na população geral, assim como tratar precocemente condições potencialmente limitantes, antes da instalação de danos irreversíveis.

3.2 CARACTERÍSTICAS DOS MUNICÍPIOS PARTICIPANTES DO ESTUDO

Formatado: Português (Brasil)

O estado de São Paulo compreende 645 municípios, agrupados em 15 regiões administrativas e 42 regiões de governo, estabelecidas através de legislação estadual. A Secretaria de Saúde do estado de São Paulo, por sua vez, também realizou o agrupamento dos municípios paulistas em 17 departamentos regionais de saúde (DRS), atendendo ao Decreto de número 51.433, publicado em 28 de dezembro de 2006 no Diário Oficial do Estado. As DRS são responsáveis por desenvolver e coordenar as atividades da Secretaria de Saúde no âmbito regional e promover a articulação intersetorial com os municípios e organismos da sociedade civil.

Foram incluídos no presente estudo, nove municípios localizados no sul do centro oeste paulista e pertencentes à área de abrangência da DRS VI. Esta, por sua vez, engloba 68 municípios, apresenta sede em Bauru e tem a Faculdade de Medicina de Botucatu como referência para o atendimento terciário. Os municípios participantes foram inicialmente convidados e aceitaram fazer parte da pesquisa. A localização em latitude e longitude, a distância de cada uma das nove cidades em relação à capital do estado de São Paulo e ao município de Botucatu são apresentadas na tabela 1.

A disposição geográfica dos municípios da DRS VI e suas interrelações territoriais são observadas na figura 18. Também é apresentada a distribuição populacional para o ano de 2010. Especificamente para o estudo, dentro da representação gráfica podem ser identificados três agrupamentos de cidades, sendo dois deles pertencentes à região de Botucatu, formados por Areiópolis e Pratânia e outro por Bofete, Conchas e Pereiras. Um terceiro contém quatro municípios da região de Avaré: Itai, Taguai, Arandu e Manduri.

Tabela 24 - Localização dos municípios participantes e a distância em relação à capital paulista e Botucatu.

Municípios	Localização		Distância à capital (km)	Distância até Botucatu (km)
	Latitude sul	Longitude oeste		
Arandu	23°08'11''	49°03'16''	283	89
Areiópolis	22°40'09''	48°39'47''	273	35
Bofete	23°05'53''	48°15'31''	190	44
Conchas	23°00'48''	48°00'22''	182	59
Itaí	23°24'49''	49°05'34''	308	115
Pereiras	23°04'24''	47°58'32''	171	66
Pratânia	22°48'34''	48°39'57''	270	33
Manduri	23°00'10''	49°19'28''	317	124
Taguaí	23°27'07''	49°24'38''	349	157

Fonte: Google Earth, 2012.

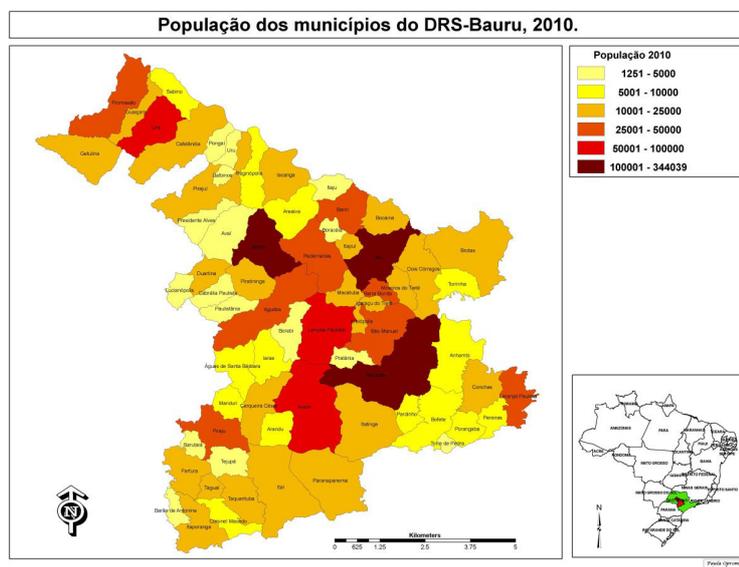


Figura 18 – Localização geográfica e distribuição populacional dos Municípios que fazem parte da DRS VI – Bauru. Fonte: Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo.

Algumas características dos municípios incluídos, bem como aspectos históricos de sua formação, são apresentados a seguir.

3.2.1 Arandu

Município relativamente novo, constituiu inicialmente um núcleo urbano considerado subdistrito de Avaré. A emancipação como município independente ocorreu em 1964. Sua economia é predominantemente rural, com a produção de arroz, batata, banana, cana-de-açúcar e laranja, apesar de que o cultivo do café inicialmente teve papel importante no seu desenvolvimento regional.

Possui uma área territorial de 286,33 km² e apresentando uma população de 6377 habitantes, o que corresponde a uma densidade demográfica de 22,27 hab/km². Cerca de 74% residem em perímetro urbano e a taxa de alfabetização permanece em torno de 87,12%.

3.2.2 Areiópolis

Surgiu a partir de um conglomerado de propriedades agrícolas que inicialmente foi denominado de Vila de Areia Branca, de mesmo nome do seu principal rio. Em 1906 passou a ser chamada de Areiópolis, permanecendo como distrito pertencente a São Manuel. Somente em 1959, conseguiu seu desmembramento como município independente.

Possui uma área de 85,9 km² e uma população estimada em 2004 de 10.452 habitantes, representando uma densidade demográfica de 119,86 hab/km². Do total populacional, 83,14% estão localizados em perímetro urbano e a taxa de alfabetização da cidade é de 85,60%.

Sua economia baseia-se predominantemente na agricultura de café e cana de açúcar e também na pecuária, apesar de abrigar algumas poucas indústrias na região como fábrica de doces e estruturas metálicas.

3.2.3 Bofete

Sua história inicia-se com a instalação na região de sertanistas provenientes de Minas Gerais em 1840. Com o crescimento populacional na região, criou-se o distrito que logo após foi convertido em município no ano de 1880. No entanto, recebeu o nome atual somente em 1921. A cidade de Bofete sofreu um grande êxodo rural por volta de 1940, decorrente da

queda abrupta na economia agrária, secundária a problemas com o solo da região que se tornara improdutivo devido a episódios recorrentes de desmatamento e queimadas sem planejamento. Com isso, a população da época se restringiu a apenas 6000 habitantes.

Atualmente, engloba um território de 653,36 km², uma população de 8223 habitantes e densidade demográfica de pouco mais de 11 hab/km². A taxa de alfabetização permanece em 87,71% e pertencem ao perímetro urbano cerca de 71,11% da população.

A principal atividade econômica local é a agropecuária e a silvicultura, destacando-se o eucalipto.

3.2.4 Conchas

O município originou-se a partir da instalação local de tropeiros viajantes pela estrada de ligação entre Botucatu e Tietê. Fixando suas residências ao redor do ribeirão local, o conglomerado foi elevado a distrito em 1896 e recebeu sua autonomia político administrativa em 1916.

Apresenta uma área de 468,24 km² e população estimada para 2004 de 16450 habitantes, densidade demográfica de 31,83 hab/km², dos quais 75,66% estão no perímetro urbano. Sua taxa de alfabetização atinge 92,28%.

3.2.5 Itaí

É originado do antigo povoado de Santo Antônio da Ponta da Serra pertencente ao município de Itapeva. Com seu crescimento, foi transformado em vila em 1891 e em município somente em 1920. Itaí é derivado do tupi-guarani que significa “pedra do rio” em menção à sua localização adjacente ao rio Paranapanema e à represa de Jurumirim.

Abrange uma área relativamente extensa, com 1112 km². No entanto, sua população para 2004 é de 22690 habitantes, correspondendo a uma densidade demográfica de apenas 18,91 hab/km². Reside no perímetro urbano 70,38% da população e a taxa de alfabetização é de 87,51%.

3.2.6 Pereiras

Seu início parece relacionar-se com a formação na região de grandes fazendas voltadas para o cultivo do café e algodão, este último atendendo as necessidades da indústria têxtil inglesa e norte-americana. Chegou a tornar-se um dos principais polos de fornecimento de matéria-prima, contribuindo para o aceleramento da economia regional. Como característica histórica e sócio-cultural, destaca-se a imigração italiana no final do século XIX, organizada em pequenas propriedades rurais, que contribuiu de forma marcante com a expansão comercial e industrial.

O município atualmente abrange uma área de 222,72 km² e uma população de 7139 habitantes, representando uma densidade demográfica de 28,03 hab/km². A maior parcela, ou seja, 66,9% da população é considerada urbana e a taxa de alfabetização gira em torno de 88,62%.

Como atividade econômica, Pereiras hoje se destaca na avicultura e na agropecuária, com ênfase especial na criação e industrialização do frango de corte que mobiliza e gera empregos de forma direta e indireta para mais de 3000 pessoas da região.

3.2.7 Pratânia

Seu núcleo original teve início nas terras da fazenda da Prata formando-se um pequeno povoado que foi elevado à condição de distrito de Botucatu em 1899 e depois de São Manuel, em 1938. No entanto, somente em 1993 obteve autonomia político-administrativa.

Possui uma área territorial de 179,82 km² e 4274 habitantes, perfazendo uma densidade demográfica de 21,97 hab/km². Corresponde à população urbana, 66,86% do total e a taxa de alfabetização é de 87,24%.

A economia pratina é fundamentada principalmente na produção e comércio de produtos e artigos de couro como roupas, calçados, chapéus, selas e macacões.

3.2.8 Manduri

Apresentou marco importante para o seu surgimento, o avanço da estrada de ferro Sorocabana, em 1905. Passou a ser considerado distrito em 1907 e município independente somente em 1944.

Estabelecida em uma área de 228,86 km², sua demografia compreende 8781 habitantes contabilizados para o ano de 2004 e, portanto, uma densidade de 36,13 hab/km², sendo que 77,02% estão localizados em área urbana. Apresenta alta taxa de alfabetização, em torno de 90,94% e a principal atividade econômica da região é a cultura do café e o ramo da confecção.

3.2.9 Taguaí

Sua origem data de 1890 com a instalação na região de famílias advindas de Ribeirão Preto, sendo elevada à condição de distrito em 1912 com o nome de Ribeirópolis. Assumiu autonomia político-administrativa em 1959 com a criação do município de Taguaí.

Possui uma área territorial de 145,33 km² e população de 8002 habitantes com densidade demográfica de 55,06 hab/km².

3.3 DELINEAMENTO E AMOSTRAGEM

O estudo foi caracterizado como de seção transversal, tomando-se por base uma amostragem populacional probabilística e sistemática. A coleta dos dados ocorreu entre março de 2004 e julho de 2005.

A unidade amostral escolhida foi a residência, sendo que o número esperado de casas a serem visitadas inicialmente foi de 3600 unidades, correspondendo à aproximadamente 8000 indivíduos, e significando um erro amostral de 1%. O contingente de casas incluídas por município foi distribuído proporcionalmente ao número de habitantes de cada um, tendo os dados do IBGE como referência (Censo Demográfico, 2000).

Para a seleção das residências participantes, foi utilizada a técnica de amostragem sistemática. Tomando-se por base os dados demográficos do censo local de cada cidade (IBGE, 2000) e sua respectiva representação cartográfica, foram organizadas esquematicamente todas as casas em planta baixa e subdividindo-se o município em quadrantes, facilitando a observação da disposição residencial.

A primeira casa de cada quadrante incluída na amostra foi escolhida através de sorteio. Após, considerou-se a quinta residência na sequência e as demais foram selecionadas

conforme a mesma padronização. Com isso, todas as casas selecionadas para a participação do estudo foram identificadas.

Uma carta foi enviada para cada endereço selecionado, convidando os moradores a participar do estudo. Em seguida, procurou-se estabelecer contato telefônico para agendamento de uma visita. O convite também foi reforçado pelos agentes de Saúde dos próprios municípios que explicavam sobre a necessidade e importância de comparecimento.

Todas as pessoas residentes no domicílio, com pelo menos um ano de idade completo e presentes no momento da entrevista eram consideradas incluídas. Em caso de recusa, independentemente do motivo, ou de se ter como selecionada uma residência desabitada ou mesmo um estabelecimento comercial, a casa inicialmente selecionada era então excluída da amostra. Em seu lugar, considerou-se como regra selecionar a residência imediatamente à direita, procedendo-se a rotina de contato e convite. Se esta também não concordasse em participar do estudo, procurou-se incluir, então, a que estivesse à esquerda da primeira casa selecionada e assim por diante.

Critério de inclusão: foram considerados elegíveis para o estudo todos os residentes permanentes e não institucionalizados e que eram efetivamente moradores das casas eleitas para a pesquisa.

Critério de exclusão: foram excluídas as crianças com idade inferior a um ano e aqueles indivíduos que haviam sido submetidos previamente à cirurgia de catarata ou a cirurgias refrativas.

3.3.1 Coleta de dados

Uma vez definidas e confirmadas as residências participantes, foi programada a data para a realização das entrevistas e os exames padronizados. No dia agendado, foram considerados apenas os indivíduos moradores, com pelo menos um ano de idade e que estivessem presentes no momento da entrevista.

A equipe designada para o trabalho com a população e coleta de dados foi constituída por cinco profissionais, sendo quatro oftalmologistas e um tecnólogo oftálmico. Também participaram profissionais para adequação da logística do atendimento, em geral funcionários

da Secretaria de Saúde dos municípios e um motorista. Todos foram previamente treinados e adequados ao estudo proposto, procurando-se atribuir sempre ao mesmo profissional tarefas específicas a serem reproduzidas em todos os municípios, seja no recrutamento amostral ou nos vários estágios do exame oftalmológico, no sentido de minimizar variações interpessoais entre os examinadores. Para alguns dados de exame, as variáveis foram coletadas por dois examinadores diferentes, com o objetivo de reduzir ainda mais variações interpessoais.

Por meio de questionário aplicado e preenchido pela equipe executora no dia da visita ao domicílio, foram obtidas informações referentes a história clínica e oftalmológica de cada participante, abrangendo dados demográficos e detalhes dos antecedentes da saúde geral e ocular do indivíduo, assim como da família.

Dentro do questionário respondido pelo participante, foram coletados dados sobre as características gerais, como sexo, a cor da pele autorreferida e a idade. Foram abordadas também as queixas e subdivididas em primária (a mais importante) e secundária para cada olho, de acordo com a gravidade do sintoma. A sintomatologia referida foi categorizada dentro de grupos específicos, sendo considerados para o estudo, as queixas relacionadas com a visão e erros de refração.

Os antecedentes sistêmicos foram incluídos, procurando-se categorizar as afecções mais frequentes como Diabetes Mellitus, Hipertensão Arterial e associação entre as duas, além de outras condições relevantes.

Da mesma forma, consideraram-se os antecedentes oculares referidos, agrupados de acordo com o segmento acometido (alterações palpebrais, do segmento anterior, vítreo-retinianas e da motilidade ocular). O mesmo sucedeu com os antecedentes oculares familiares, pesquisando-se potenciais causas de cegueira.

O exame de acuidade visual foi realizado utilizando-se de uma tabela com optotipos padrão Snellen, pretos em fundo branco, a uma distância medida de 5 metros e sob iluminação fluorescente adequada no local de exame, ou seja, capaz de oferecer o máximo de contraste entre o optotipo e seu fundo. Em todas as cidades estudadas, foi utilizado o mesmo padrão de tabela de optotipos, repetindo as condições de iluminação e distância e pessoal responsável pela verificação da acuidade visual. Depois de feita a aferição da acuidade visual no padrão Snellen, realizou-se a conversão do valor encontrado para padrão logMAR, a fim de favorecer a análise estatística. Essa conversão seguiu a regra apresentada por Holladay,

onde o valor em logMAR corresponde ao logaritmo negativo do valor encontrado em padrão Snellen (Holladay, 1997).

O exame refratométrico, bem como toda a propedêutica oftalmológica, foi realizado dentro da Unidade Móvel (Figura 19), procurando-se manter o mesmo padrão ambiental para a realização do exame em todos os municípios. Os examinadores atuantes em cada fase do protocolo repetiram o procedimento padronizado para todas as cidades.



Figura 19 - Unidade móvel de atendimento oftalmológico nos municípios. Vista geral (acima) e do seu interior (abaixo).

Foi aferida a acuidade visual de ambos os olhos separadamente, utilizando-se um ocluser posicionado na frente do olho contralateral ao examinado. Era considerada para a acuidade, a menor linha da tabela em que o indivíduo pudesse identificar todos os optotipos, ou incorresse em, no máximo, dois erros entre os cinco optotipos presentes em cada linha. A determinação da acuidade foi realizada, inicialmente, sem correção óptica e repetida após o

exame de refratometria, agora com a melhor correção possível. Também foi registrada a visão com os óculos vigentes, caso o examinado os usasse. Foram encaminhados para o exame refracional todos aqueles que não atingissem a acuidade de zero logMAR (20/20 Snellen).

A primeira etapa do exame de refratometria foi a refração objetiva, realizada para ambos os olhos alternadamente, por meio de um aparelho de auto-refração, modelo KR 7000 (Topcon, Tóquio, Japão) e confirmada com a retinoscopia (Welch Allyn Inc., NY, USA). Esta, por sua vez, foi realizada com o paciente posicionado no refrator manual, solicitando-se que focalizasse o maior optotipo da tabela com o olho contralateral. O examinador, posicionando o retinoscópio a uma distância de aproximadamente 66 cm, procurava ajustar as melhores lentes corretivas no refrator. A partir desses valores dióptricos encontrados com o método objetivo, procedia-se a refração subjetiva, por meio do aumento ou redução do poder dióptico esférico e cilíndrico da lente anteposta, bem como a variação do eixo cilíndrico, utilizando-se a técnica do cilindro cruzado de Jackson, a fim de atingir a máxima nitidez do menor optotipo identificável pelo indivíduo examinado. Essa fase foi realizada pelos mesmos examinadores que inicialmente realizaram a retinoscopia. Agora, com a correção óptica mais adequada obtidas com o exame refratométrico, a acuidade visual era mais uma vez aferida em ambos os olhos separadamente (Figura 20).



Figura 20 - Exame refratométrico subjetivo sendo realizado por membro da equipe (esquerda) e exame biomicroscópico (direita), no interior da Unidade Móvel.

Nas situações em que o indivíduo examinado era incapaz de identificar o maior optotipo a cinco metros com a refração subjetiva, a acuidade visual era então medida a um metro de distância da tabela. Se mesmo assim era incapaz de identificar o maior optotipo, a acuidade visual passava a ser classificada como: contagem de dedos (CD), movimentos de mãos (MM), percepção luminosa (PL) ou ausência de percepção luminosa (SPL).

A pressão intraocular (PIO) foi verificada utilizando-se um tonômetro pneumático de não contato (tonômetro computadorizado CT-60, Topcon, Tóquio, Japão), sendo sempre realizadas três medidas e tomando-se a média delas. Quando a PIO era maior que 25 mmHg, procedia-se a avaliação da pressão utilizando um tonômetro do tipo Goldman (Haag Streit, Suíça), acoplado a lâmpada-de-fenda.

Ao serem examinadas crianças abaixo de cinco anos de idade, consideradas não informantes, nem a acuidade visual ou a pressão intraocular foram registradas. Nestes casos, apenas a refração objetiva sob cicloplegia foi adquirida, sendo este o procedimento utilizado em todos os indivíduos abaixo desta faixa etária.

A cicloplegia foi realizada nos indivíduos com 39 anos ou menos, antes da refratometria, utilizando uma gota de ciclopentolato 1% (Allergan Produtos Farmacêuticos LTDA, Guarulhos-SP) em cada olho, iniciando o exame após 30 minutos da instilação. Aqueles com 40 anos ou mais foram submetidos apenas à dilatação pupilar após o exame refratométrico, com uma gota de tropicamida 1% (Alcon Laboratórios do Brasil LTDA, São Paulo-SP) a cada 5 minutos, no total de três gotas.

Sob dilatação pupilar, os pacientes foram submetidos ao exame de biomicroscopia utilizando-se uma lâmpada-de-fenda (Shinn Nippon, Toquio, Japão) à procura de qualquer doença ou condição compatível com queda de acuidade visual, quando esta esteve presente.

Após, cada indivíduo foi submetido à biomicroscopia de fundo, utilizando-se a lâmpada de fenda e uma lente de 90 dioptrias (D) (Volk Optical Inc., Ohio, USA), e à oftalmoscopia indireta, utilizando-se para tanto, um oftalmoscópio binocular indireto (Welch Allyn Inc., NY, USA) associado a uma lente de 20 D (Volk Optical Inc., Ohio, USA). Qualquer patologia ou alteração observada compatível com queda visual foi, então, registrada.

Os diagnósticos de cada indivíduo foram realizados após a conclusão do exame oftalmológico completo, sendo classificados em primário ou secundário conforme o papel de cada patologia na baixa acuidade visual.

Da mesma forma, as modalidades de tratamento instituídas foram classificadas em primária ou secundária de acordo com o diagnóstico correspondente a que foi direcionado.

Todos os dados obtidos foram categorizados como variáveis, transferidas e armazenadas em uma planilha Excel para posterior análise estatística.

Para a presente pesquisa foram extraídos os dados relativos aos erros refracionais.

3.4 CRITÉRIOS DE CATEGORIZAÇÃO

3.4.1 *Faixas Etárias*

Para termos de classificação, foi considerada a idade, em anos completos, apresentada no dia da entrevista. As faixas etárias, por sua vez, foram segmentadas em décadas de vida:

- 1 a 9 anos;
- 10 a 19 anos;
- 20 a 29 anos;
- 30 a 39 anos;
- 40 a 49 anos;
- 50 a 59 anos;
- 60 a 69 anos e
- 70 anos ou mais.

3.4.2 *Sexo*

Foi classificado em masculino ou feminino.

3.4.3 *Raça*

Tomando-se por base a cor da pele autorreferida, ou seja, aquela que o indivíduo julgava ter, foram reconhecidas quatro categorias:

- brancos;
- pardos;
- negros e
- amarelos.

3.4.4 Queixas ou Sintomas

As queixas relatadas foram armazenadas como principal e secundária e após categorizadas em quatro segmentos. Porém, para o estudo refracional foram consideradas somente as três primeiras.

- Astenopia: foram incluídas nesta categoria, todos os sintomas de dor, ardência e desconforto relacionados com o esforço visual;
- Baixa acuidade visual para longe (BAVPL): dificuldade em reconhecer objetos e caracteres do cotidiano a uma distância superior a cinco metros;
- Baixa acuidade visual para perto (BAVPP): dificuldade em reconhecer caracteres em atividades usuais próximas como leitura de livros e jornais ou tela de computador;
- Sintomas relacionados com a superfície ocular: hiperemia, sensação de olho seco ou corpo estranho, prurido e secreção.

3.4.5 Antecedentes ou Doenças Sistêmicas

Os antecedentes sistêmicos referidos foram classificados em três categorias:

- Hipertensão arterial sistêmica (HAS): referida pelo indivíduo. Foram considerados para esta categoria todos aqueles que manifestavam desenvolver, com frequência, níveis pressóricos de 140 mmHg e/ou 90 mmHg para as pressões sistólica e diastólica respectivamente ou acima desses valores. Segundo os critérios estabelecidos pela *European Society of Hypertension* (ESH) e pela *European Society of Cardiology* (ESC), acima desses níveis pressóricos e, de acordo com outros fatores predisponentes, são maiores os riscos de desenvolvimento de lesões cardiovasculares (Mancia et al., 2007).
- Diabetes Mellitus (DM): foram incluídos nesta categoria os indivíduos que já apresentavam o diagnóstico estabelecido de DM, considerando um nível mínimo de glicemia sanguínea em jejum superior a 126 mg/dl sem o tratamento adequado ou acima de 200 mg/dl após a injeção de glicose, seguindo os critérios definidos pela OMS desde 1999 e também considerados pela *American Association of*

Clinical Endocrinologists (AACE) mais recentemente (WHO, 1999; Handelsman et al., 2011).

- Outros: foram incluídos nesta categoria todos os outros antecedentes sistêmicos mencionados. Devido à frequência muito baixa, todos os demais antecedentes foram agrupados em um segmento único como artropatias, osteopatias, demais distúrbios metabólicos, reumatológicos, neurológicos, etc.

3.4.6 Antecedentes Oculares

Tanto para os antecedentes oculares como para os antecedentes oculares em familiares, precedeu-se a classificação conforme a anatomia das estruturas acometidas:

- Alterações palpebrais: como ptose, entrópio, calazio, etc;
- Alterações do segmento anterior: como glaucoma e catarata;
- Alterações vítreo retinianas: dentre elas, descolamento de retina, cicatrizes de coreoretinites, etc;
- Alterações de motilidade ocular: como estrabismo e nistagmo.

3.4.7 Acuidade Visual

A acuidade visual foi segmentada em quatro estratos definidos, com o objetivo de oferecer uma melhor observação das variáveis dentro dessas categorias. Assim, são apresentados os seguintes segmentos de acuidade:

- $AV \geq 0,15 \text{ logMAR}$ (ou 0,7 Snellen): casos considerados com boa visão;
- $0,15 \text{ logMAR}$ (ou 0,7 Snellen) $> AV \geq 0,5 \text{ logMAR}$ (ou 0,3 Snellen): limitação ou perda moderada da visão;
- $0,5 \text{ logMAR}$ (ou 0,3 Snellen) $> AV \geq 1,3 \text{ logMAR}$ (ou 0,05 Snellen): casos considerados com baixa visão;
- $AV < 1,3 \text{ logMAR}$ (ou 0,05 Snellen): cegueira.

As categorias para deficiência visual e cegueira foram baseadas nas definições adotadas pela OMS e publicadas na Classificação Internacional de Doenças, décima revisão (CID-10) (WHO, 1993).

Vale ressaltar que a evolução numérica para os dois sistemas decimais são inversas. Portanto, para a notação em logMAR, quanto maior o número, menor é a acuidade visual. Um quadro composto pelos valores de acuidade em logMAR com seus correspondentes em padrão Snellen é apresentado ao final, facilitando a conversão e o raciocínio nas diversas notações (Anexo A).

3.4.8 URE e Unmet Need

URE (Uncorrected Refractive Error): indivíduos que apresentavam AVSC < 0,15 logMAR (0,7 Snellen) e passavam a desenvolver AVCC \geq 0,15 logMAR após a correção refracional.

UREN (Unmet Refractive Error): indivíduos que apresentavam baixa visão ou cegueira (ou seja AVSC < 0,5 logMAR ou 0,3 Snellen) e passavam a desenvolver AVCC > 0,5 logMAR após a correção refracional.

3.4.9 Erros Refracionais

Foram utilizadas neste estudo, as definições de ametropias já caracterizadas em estudos anteriores envolvendo erros refracionais e adotadas no *Baltimore Eye Study*, considerando o equivalente esférico (EE) para a classificação (Katz et al., 1997):

- Emetropia: $-0,5 \text{ D} < \text{EE} < 0,5 \text{ D}$;
- Miopia: $\text{EE} \leq -0,5 \text{ D}$;
- Hipermetropia: $\text{EE} \geq 0,5 \text{ D}$;
- Astigmatismo: $\text{DC} \leq -0,50 \text{ D}$. Foi adotado o cilindro de valor negativo.

Ainda, foram caracterizadas altas ametropias como:

- Alta miopia: $\text{EE} \leq -3,0\text{D}$;
- Alta hipermetropia: $\geq 3,00\text{D}$.

Se a diferença do EE entre ambos os olhos do paciente estudado excedesse 1,00 D, caracterizava-se a anisometropia.

A inclinação do eixo do astigmatismo foi categorizada em três grupos:

- A favor da regra ou horizontal: eixo entre 0 e 19 graus e entre 160 a 180;
- Contra a regra ou vertical: eixo entre 70 e 109 graus;
- Oblíquo: eixo entre 20 e 69 graus e entre 110 a 159 graus.

3.4.10 Diagnósticos Ametrópicos

Os vários diagnósticos oculares foram organizados em categorias menores. Para efeito do estudo de refração, estão relacionados apenas os erros refracionais, também descritos conforme as conjunções definidas na fase introdutória, em cinco categorias:

- Astigmatismo Miópico (astig miópico);
- Astigmatismo Hipermetrópico (astig hipermetr.);
- Astigmatismo Misto (astig misto);
- Miopia Isolada;
- Hipermetropia Isolada (hiperm.).

O tratamento para os casos de ametropia foram segmentados em quatro categorias básicas:

- Expectante: não foi indicado tratamento para o caso;
- Correção Óptica: foram prescritas correções ópticas ajustadas para o indivíduo, obtendo-se melhora da acuidade visual;
- Deficiência Visual: apesar da prescrição de correção óptica adequada, a acuidade visual não apresentou melhora, mantendo-se na categoria de deficiência visual;
- Cegueira: a prescrição de óculos não foi capaz de remover o indivíduo da condição de cegueira.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise das comparações do olho direito com suas associações demográficas produziu resultados similares aos encontrados com o olho esquerdo em análise preliminar, reforçado ainda, por uma alta correlação entre os valores comparados de ambos os olhos, caracterizado pelo índice de Spearman ($r=0,88$). Por este motivo, foram registrados apenas os achados obtidos com o estudo do olho direito. Nas situações em que as categorias de acuidade

visual eram diferentes entre ambos os olhos, considerou-se, então, a acuidade e demais dados do melhor olho, principalmente para a caracterização da deficiência visual, seguindo os critérios definidos pela OMS.

Os cálculos de prevalência da miopia, hipermetropia, astigmatismo e seu eixo em indivíduos com diferentes características demográficas foram realizados, utilizando-se o intervalo de confiança (IC) de 95%.

A análise descritiva foi realizada por meio de média, mediana e respectivas medidas de dispersão (desvio padrão e intervalo interquartilico). Ainda para o estudo descritivo, os dados de proporção e prevalência foram apresentados em gráfico, conjuntamente com o intervalo de confiança.

Foi realizada a análise univariada para determinar a presença de associação estatisticamente significativa entre idade, sexo, cor da pele, antecedentes sistêmicos, eixo astigmata e os erros refracionais, bem como entre esses fatores e os resultados de melhora visual com correção óptica. Modelos de regressão logística foram elaborados a fim de investigar a combinação de preditores das ametropias em um modelo multivariado. Para o estudo univariado e de regressão logística, foram consideradas como variáveis dependentes os erros refracionais e os critérios de melhora de acuidade visual, em suas respectivas análises.

As análises univariadas e multivariadas foram realizadas utilizando-se um software de pacote estatístico disponível comercialmente (*SPSS for Windows*, versão 15, SPSS Inc., Chicago, IL). Para a regressão logística, foi calculado o *Odds ratio* (OR) com IC de 95% para os preditores.

Os valores de probabilidade (p) foram considerados estatisticamente significativos quando eram menores que 0,05.

3.6 IMPLICAÇÕES ÉTICAS ENVOLVIDAS NA PESQUISA

O estudo em questão foi aprovado pelo Comitê de Ética Médica e Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu, e foi conduzido de acordo com as normas da Declaração de Helsinki. No momento da entrevista inicial, cada indivíduo ou seu responsável foi esclarecido em detalhes sobre a pesquisa e assinou um termo de consentimento informado, declarando sua livre participação no estudo. O tratamento das condições encontradas no transcorrer do exame foi oferecido aos participantes pelo serviço de saúde ocular que

usualmente já atendia a família na cidade ou pelo serviço oftalmológico da Faculdade de Medicina de Botucatu, conforme a complexidade presente.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DA AMOSTRA

O número total de residências visitadas e incluídas no estudo foi de 3.012 e fizeram parte efetivamente, 7.654 habitantes que cumpriram todo o protocolo, desde a convocação até a conclusão dos exames e conduta. A diferença entre o pretendido e o que foi realizado expressa casos que, de alguma forma, não preencheram os critérios de inclusão, como crianças abaixo de um ano de idade ou indivíduos que fizeram cirurgias intraoculares previamente, em especial pós-operados de facectomia com ou sem implante de lente intraocular ou cirurgias refrativas. No entanto, o principal evento que contribuiu com a redução do número de participantes foi a ausência de alguns membros familiares no momento da entrevista, predominantemente por compromissos laborais ou escolares, ou mesmo por acreditarem não ser necessário o exame, devido a ausência de queixas oculares. Considerando-se apenas os efetivos participantes, a amostra resultante compreendeu um erro amostral de apenas 1,1%, próximo ao idealizado inicialmente.

Os municípios tiveram uma contribuição relativamente homogênea na frequência de participação, variando de 9,04% a 13,3%. Manduri, Itai e Conchas foram, respectivamente, as cidades com o maior número de indivíduos no estudo. Pratânia, apesar de representar uma parcela pequena nessa frequência com 9,11%, foi o município com maior participação populacional, onde incluiu-se 17,64% do total de habitantes. Os dados demográficos estimados de habitantes e residências, assim como a participação dos municípios na amostra, são apresentados na tabela 2.

Uma parcela significativa da amostra, ou seja, 62,7% pertenciam ao sexo feminino. Com relação à cor da pele, consideravam-se portadores de pele branca 7049 indivíduos, correspondendo a 92,1% dos indivíduos amostrados. Apenas 6,5% classificavam-se como pardos e um número muito reduzido, como negros (1%) ou amarelos (0,4%).

Tabela 2 - População estimada, participação populacional na amostra, total de residências e amostra residencial para cada município participante.

Municípios	População*	Amostra N (%)	Total Residencial*	Amostra Residencial
Arandu	6065	746 (9,75)	1756	379
Areiópolis	10296	758 (9,90)	695	248
Bofete	7356	692 (9,04)	1753	315
Conchas	14904	1013 (13,23)	1920	370
Itaí	21039	1020 (13,33)	2200	368
Pereiras	6226	895 (11,69)	2652	336
Pratânia	3950	697 (9,11)	2467	332
Manduri	8271	1020 (13,33)	2356	330
Taguaí	7468	813 (10,62)	2481	334
Total	85575	7654 (100)	18280	3012

Fonte: *IBGE, Censo demográfico de 2000

Observou-se a média para a idade de 36,89 anos, com variação de 1 a 96 anos e desvio padrão (DP) de 21,08. A mediana para a idade foi de 40 anos (IQ 21 – 59). Foi encontrada uma frequência maior de indivíduos na segunda e quinta décadas de vida, com 15,48% e 17,12%, respectivamente, e uma frequência progressivamente mais baixa nas últimas faixas etárias.

Analisando-se a distribuição de frequência amostral de acordo com a idade e sexo, é possível identificar, em praticamente todas as faixas etárias, um predomínio do sexo feminino. Essa diferença é mais pronunciada na terceira e quarta décadas de vida, atingindo 43,5%, fenômeno decorrente da baixa participação masculina nestes dois segmentos, com apenas 28% em cada. Nota-se uma menor discrepância entre os sexos na primeira década, onde a diferença foi de apenas 3,87%.

A estrutura manifestada pela pirâmide etária da amostra revela uma base e topo mais estreitos que o seu centro, com uma frequência maior na quinta década de vida. A evolução

para as faixas imediatamente subsequentes a primeira não é gradual como observado nas faixas avançadas.

Os municípios que mais se assemelharam à distribuição geral foram Arandu, Bofete e Pereiras, com uma base bastante estreita na primeira faixa e aumento abrupto a partir da segunda, além de redução progressiva para as décadas mais avançadas. Especificamente para as duas últimas cidades, nota-se um destaque maior na frequência da quinta faixa etária, com destaque para o sexo feminino.

Outros dois municípios apresentam uma distribuição semelhante entre si. Manduri e Conchas demonstram uma base estreita, mas com aumento progressivo, atingindo uma maior frequência na quinta década de vida, quando começa a declinar no sentido de novo estreitamento para idades mais avançadas. Mais uma vez, esse aspecto é melhor observado entre as mulheres.

O terceiro grupo, constituído por Areiópolis, Itai e Pratânia, esboça características semelhantes na distribuição da amostra. Apesar da base estreita na primeira faixa nas duas últimas cidades, a distribuição da frequência amostral é maior nas idades mais jovens, sofrendo progressiva redução para as décadas mais avançadas. Areiópolis foi o único município que não apresentou estreitamento em sua base, mostrando um padrão semelhante ao observado para pirâmides de países com alta taxa de natalidade e baixa expectativa de vida.

A pirâmide de Taguaí compartilhou algumas características do primeiro e terceiro grupos mencionados. Também com uma base estreita e aumento abrupto da frequência observada para a segunda década, a variação para os segmentos etários seguintes é mais discreta, a não ser pela acentuada redução da sexta para a sétima faixa etária. Essa última característica é encontrada também na distribuição de Arandu.

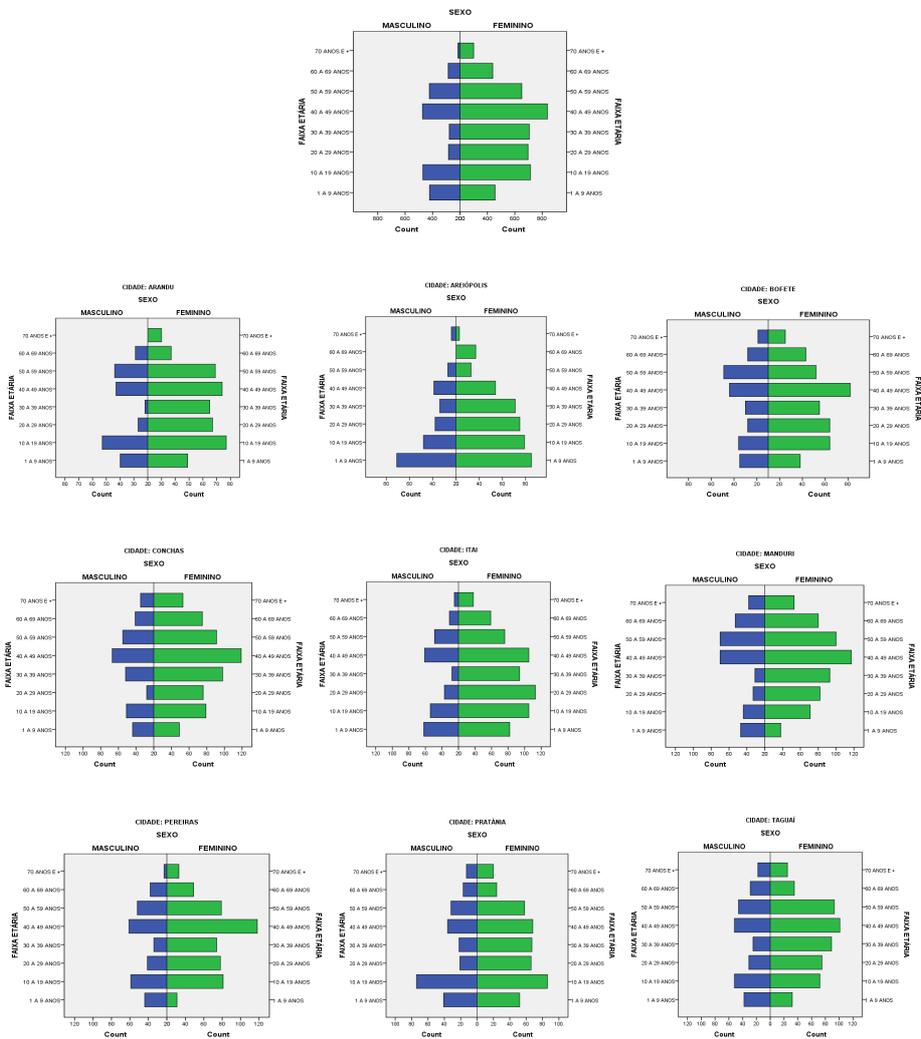


Figura 21 – Distribuição da amostra de acordo com a idade e sexo, no contingente total e separada por município.

A distribuição da amostra, de acordo com o sexo e faixas etárias, é apresentada por meio da figura 21 para o contingente total e também separada por municípios. A seguir, é apresentada a mesma representação gráfica para a população total dos municípios envolvidos, segundo dados do IBGE, Censo de 2000, a fim de facilitar a comparação dos estratos etários entre amostra e população geral.

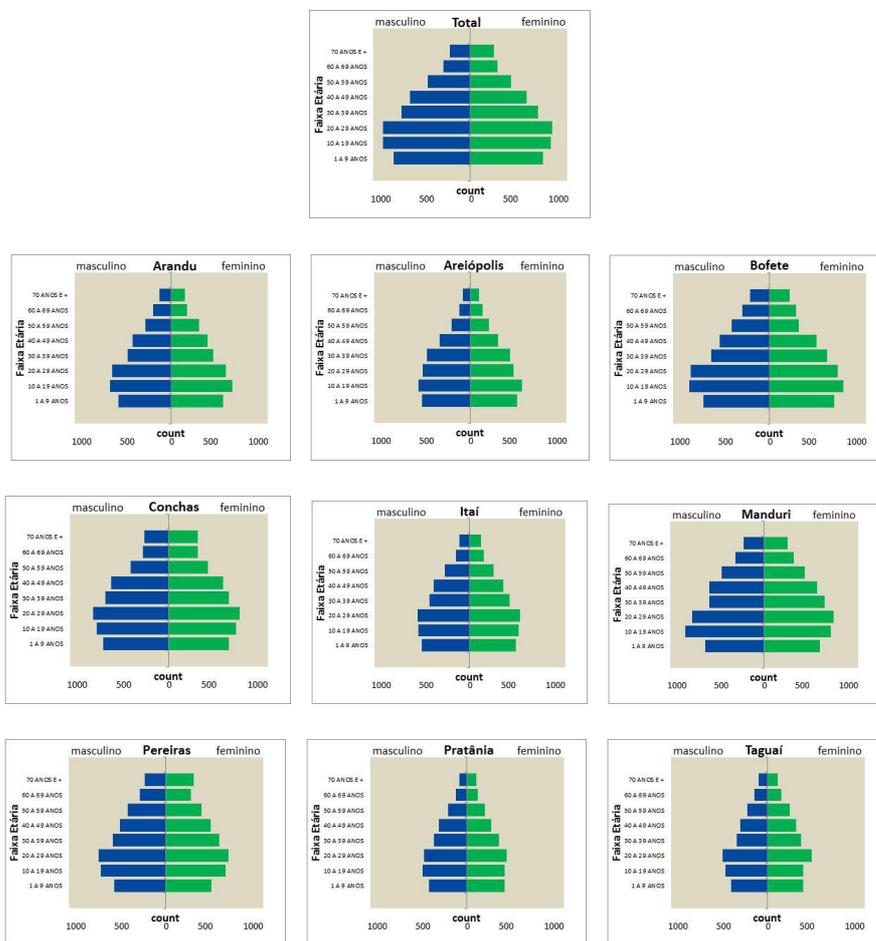


Figura 22 – Distribuição da população dos municípios do estado, de acordo com a idade e sexo.
Fonte: IBGE, Censo de 2000.

4.2 CARACTERÍSTICAS FORNECIDAS PELO INQUÉRITO

A principal queixa encontrada no estudo foi a astenopia, observada em 59,6% dos participantes, seguida das alterações relacionadas com a superfície ocular com 44,7%. Outras duas sintomatologias frequentemente manifestadas se destacaram: a baixa acuidade visual para perto (BAVPP) com 39,6% e a baixa acuidade visual para longe (BAVPL) encontrada em 23,8% dos indivíduos.

Especificamente com relação à idade, é possível identificar uma maior frequência de BAVPL na terceira e quarta décadas de vida, quando 23,06% e 30,99% dos indivíduos apresentavam esta queixa, bem acima das demais faixas.

Por outro lado, dada à presbiopia, a BAVPP foi predominante a partir dos 40 anos, com um pico alto nessa época e decrescendo nos estratos seguintes. A frequência de BAVPP permanece baixa até a quarta década, atingindo no máximo 4,08%. Nas faixas etárias seguintes, a proporção torna-se bem maior, chegando a 89,42% entre 40 e 49 anos e queda progressiva a seguir, com 58,82% após os 70 anos de idade.

A astenopia apresentou um perfil contrário à presbiopia, revelando sua maior frequência nas primeiras décadas, com 96,14% entre 1 e 9 anos e 85,92% na segunda década de vida. Após os 40 anos, observa-se queda importante na queixa de astenopia, seguindo padrão semelhante ao observado para a BAVPL. As queixas relacionadas à superfície ocular mantiveram-se constantes em todas as faixas etárias. A figura 23 mostra essa evolução das queixas oculares conforme a idade.

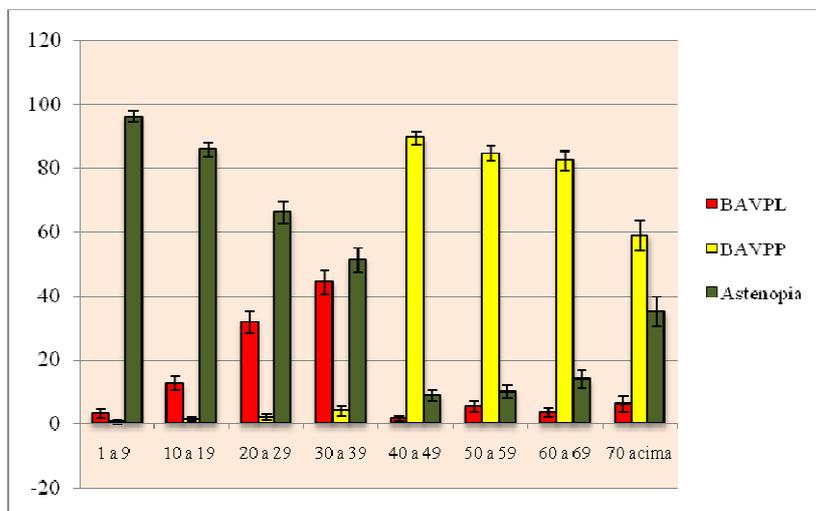


Figura 23 – Frequência relativa e intervalo de confiança (95%) das queixas oculares apresentadas, segundo a faixa etária (em anos) em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

Não foram relatados antecedentes de doença sistêmica por 75,7% dos participantes do estudo. A hipertensão arterial foi a afecção mais reportada, ocorrendo em 18,5% da amostra que participou da pesquisa. Foi mencionado DM por apenas 195 indivíduos, representando

2,5% da amostra. Apenas 3% do total dos participantes apresentavam, concomitantemente, hipertensão arterial e diabetes apenas 3% do total dos participantes.

O tabagismo foi encontrado como hábito em 1,8%, seguido do alcoolismo, referido por apenas 0,1% dos participantes.

Poucos indivíduos referiram algum antecedente ocular. Somente 4,8% relatavam afecções relacionadas com o segmento anterior do olho, 1,6% mencionaram alterações vítreo-retinianas e 0,4% algum tipo de estrabismo ou outras disfunções da motilidade ocular extrínseca. Ainda, quase a totalidade, ou seja, 99,8% desconheciam a presença de quaisquer doenças oculares em familiares.

A pressão intraocular foi verificada em 5771 indivíduos, encontrando-se uma extensa variação, com valores extremos de 5 a 32 mmHg e amplitude de 27 mmHg, média de $13,24 \pm 2,97$ mmHg (95% IC: 13,17 – 13,30). Comparando-se a pressão entre dois grupos etários, observa-se que a média apresentou-se menor para indivíduos abaixo de 40 anos de idade, com $12,74 \pm 2,85$ mmHg (95% IC: 12,62 – 12,86) contra $13,56 \pm 3,01$ mmHg (95% IC: 13,46 – 13,66) para os acima daquela faixa etária.

4.3 REFRACTIONOMETRIA

Os dados refratométricos foram, em sua maioria, caracterizados através das informações adquiridas por meio da autorefração e utilizando-se o equivalente esférico objetivo. No total da amostra, observou-se uma média refracional de $0,0414 \pm 1,96$ D, com alta amplitude (36,19 D) e extremos de -23,75 D a 12,44 D.

No entanto, se desmembrado o equivalente em seus componentes esférico e cilíndrico, observa-se uma média para o primeiro de $0,3818 \pm 1,88$ D, com amplitude de 37,12D e extremos de -23,85D e 13,87D. Já, para o componente cilíndrico, foi encontrada uma média de $-0,683 \pm 0,85$ D, com amplitude de 15,12D e extremos de -15,12D a 0,00D.

O equivalente esférico distribuído conforme sexo possui média de $-0,0087 \pm 1,75$ D para os homens. A distribuição expressa uma amplitude de 27,44D e extremos de -17,81 a 9,63D. Para as mulheres, a média obtida foi de $0,0711 \pm 2,07$ D e amplitude de 36,19D com extremos de -23,75 a 12,44D. Entretanto, estudando-se a mediana encontrada para ambos os

sexos, observa-se uma dispersão mais acentuada no sexo feminino, apesar dos valores centrais semelhantes. A figura 24 expressa essa tendência, analisando a distribuição ao redor da mediana para homens e mulheres.

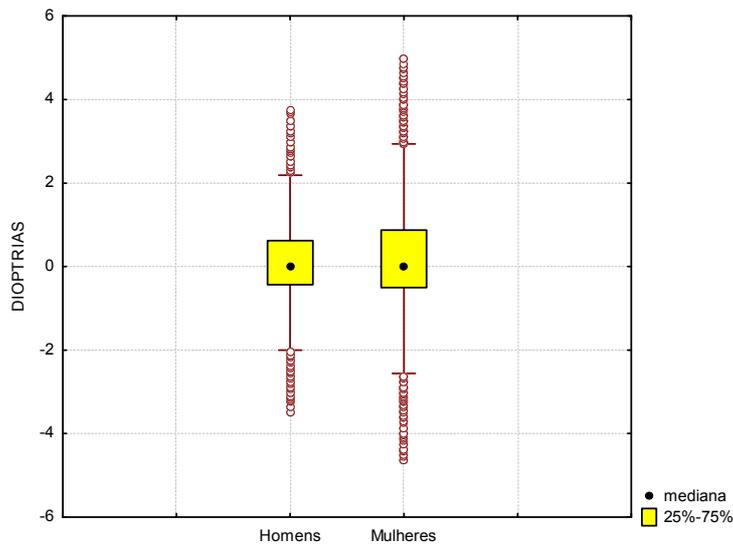


Figura 24 – Distribuição da mediana dos equivalentes esféricos (em dioptrias) de acordo com o sexo em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

Ainda considerando-se as diferenças entre sexos, agora de acordo com os critérios definidos para este estudo com relação às ametropias, foram identificados 24,29% dos homens (IC 95% 22,71 - 25,86) e 26,36% das mulheres (IC 95% 25,11 – 27,60) com miopia, sendo a média para o EE de $-1,88 \pm 2,16$ D e $-1,97 \pm 2,49$ D, respectivamente. Apresentavam hipermetropia 31,61% dos homens (IC 95% 29,90 – 33,31) contra 34,03% das mulheres (IC 95% 32,68 – 35,37), obtendo-se média para o EE de $1,40 \pm 1,16$ D para os homens e $1,73 \pm 1,31$ D para as mulheres. Foram considerados emétopes 44,09% dos indivíduos do sexo masculino (média para o EE de $0,01 \pm 0,21$ D) e 39,59% das mulheres (média para o EE de $0,004 \pm 0,22$ D). Os dados encontrados sobre a mediana e valores de dispersão para ambos os sexos estão caracterizados na figura 25.

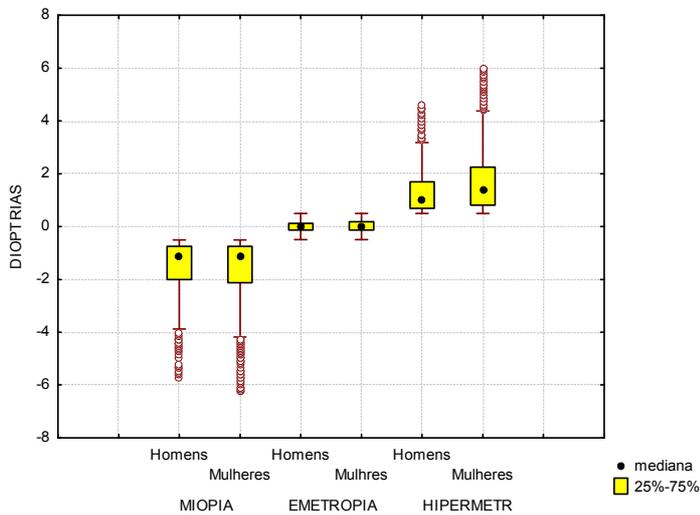


Figura 25 – Distribuição da mediana dos valores refracionais e dispersão para ambos os sexos em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

As características de distribuição dos erros refracionais também foram analisadas de acordo com os municípios (Figura 26 e 27). Pereiras foi o município que apresentou destaque na frequência para hipermetropia em relação aos demais municípios. Para as demais proporções, observa-se uma maior prevalência da hipermetropia sobre a miopia.

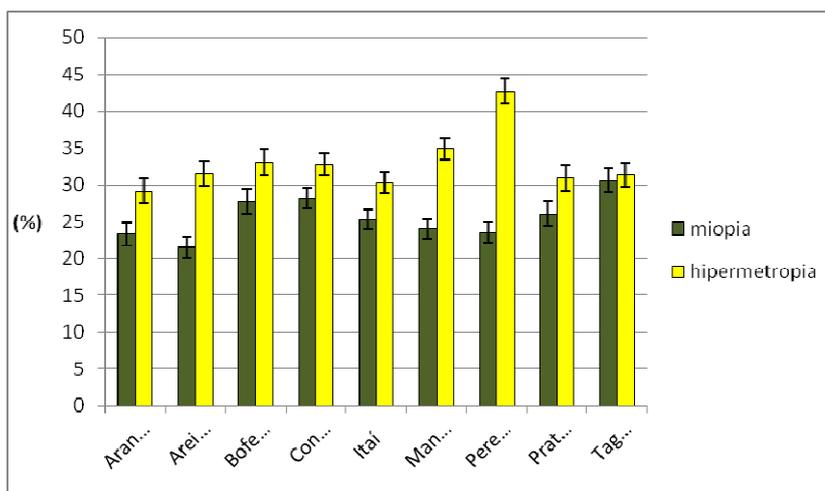


Figura 26 – Distribuição da frequência e IC (95%) do equivalente esférico (%) para a miopia e hipermetropia de acordo com os municípios em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

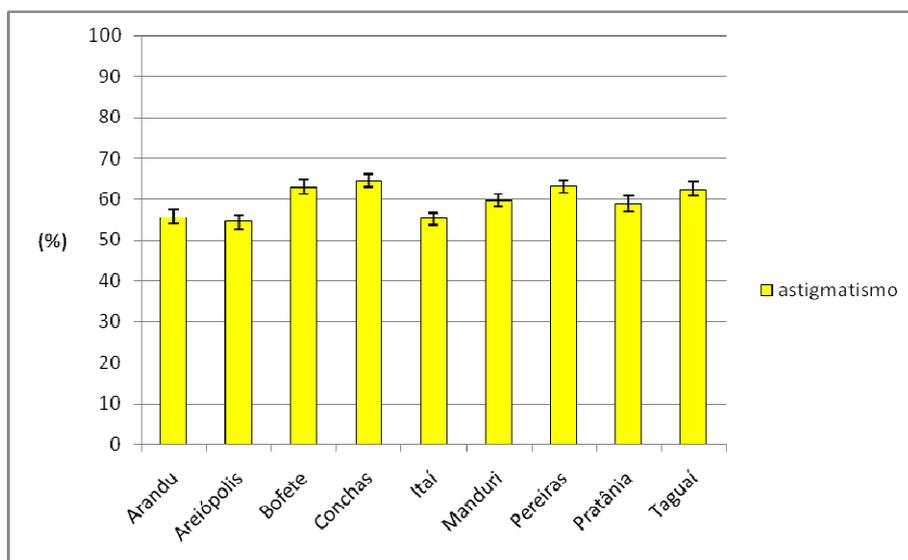


Figura 27 – Distribuição da frequência e IC (95%) do astigmatismo de acordo com os municípios em habitantes do sul da região do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

Quando analisada a média para o equivalente esférico (EE) de acordo com a idade, observa-se uma tendência para a miopia nas faixas etárias mais jovens, porém com mudança em direção à hipermetropia com a evolução da idade. Para a primeira década de vida, encontrou-se uma média para o EE de $-0,04 \pm 1,28$ D e evolução progressiva da miopia até a terceira década, quando é possível observar o seu ápice ($-0,72 \pm 2,35$ D). Na quarta década, a média ainda mantém-se negativa, com $-0,38 \pm 1,85$ D, mas com evidente inversão no sentido da hipermetropia. Na quinta década, encontra-se média de $0,08 \pm 1,88$ D e aumento após até a sétima década, atingindo $0,97 \pm 1,89$ D, com nova queda em seguida, observando-se uma média de $0,60 \pm 2,04$ D após os 70 anos de idade. A média apenas para o componente esférico acompanhou o perfil para o EE, porém em nível superior, de modo que a média para a primeira faixa etária é positiva, em contraposto ao observado para o EE que se inicia com média negativa. Ainda, observando-se apenas o componente cilíndrico, é possível notar uma acentuação do astigmatismo com o decorrer da idade em dois momentos específicos: o primeiro, entre a segunda e terceira décadas e o segundo, a partir dos 50 anos e após, período de estabilização.

Contudo, apesar da distribuição das médias apresentarem as diferenças verificadas, os valores de desvio padrão revelam grande superposição dos intervalos entre as categorias,

como apresentado na figura 28. O mesmo pode ser observado para a mediana comparada nos diversos grupos etários (Figura 29).

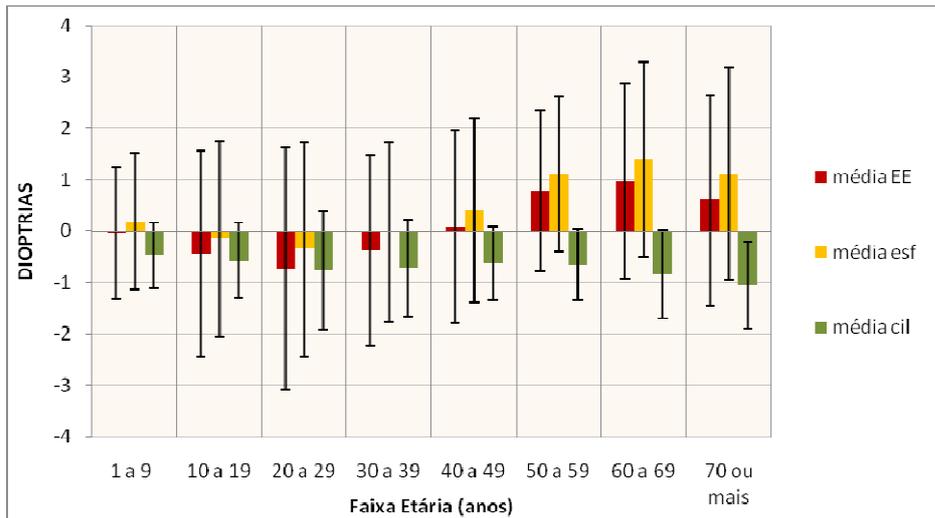


Figura 28 – Distribuição da média e desvio padrão para o equivalente esférico, componentes esférico e cilíndrico, de acordo com a faixa etária, em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

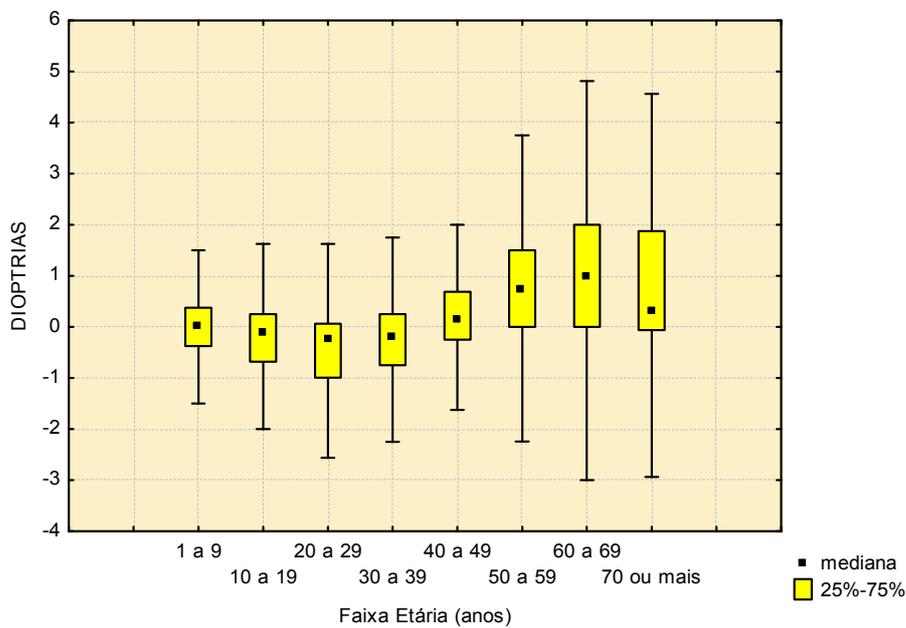


Figura 29 – Distribuição da mediana e dispersão para o equivalente esférico conforme as faixas etárias em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

Considerando-se os valores para a classificação das ametropias, a média para a hipermetropia oscilou entre $1,30 \pm 1,26$ D e $1,56 \pm 1,67$ D até a sexta década, com elevação após esta faixa, atingindo $2,11 \pm 1,54$ D após os 70 anos. A média para o EE nos indivíduos classificados como míopes variou de $-1,57 \pm 1,21$ D (primeira década) até $-2,15 \pm 1,63$ D (sétima década). O astigmatismo manteve média entre $-0,92 \pm 1,21$ D e $-1,16 \pm 1,32$ D.

A mediana, por não sofrer influência de valores discrepantes, apresentou uma evolução mais homogênea. Para os indivíduos hipermetropes, a mediana manteve-se constante, por volta de 1D até a quinta década de vida, com aumento progressivo nos anos seguintes, atingindo 1,85D aos 70 anos. A miopia apresentou evolução semelhante, mantendo-se constante entre -1D e -1,12D até a quinta década, com aumento após, sendo observada mediana de -1,62D aos 60 anos de idade. O astigmatismo manteve-se também constante até a sexta década, entre -0,75D e -0,87D, chegando a -1,25D após os 70 anos.

4.4 PREVALÊNCIA DOS ERROS REFRACTIONAIS

Considerando-se a classificação de acordo com os limites refracionais estabelecidos, a miopia esteve presente em 22,5% da amostra, sendo 21,5% em homens e 23,4% nas mulheres, com média refracional de $-2,05 \pm 2,24$ D e $-2,1 \pm 2,6$ D, respectivamente. Apresentaram hipermetropia 29,4% dos participantes, dos quais 27,7% eram homens e 31,1% mulheres, obtendo-se média de $+1,53 \pm 1,19$ D para os homens e $+1,84 \pm 1,32$ D para as mulheres.

Foi observada prevalência maior da miopia na terceira década de vida, com uma frequência de 43,31% (IC95% 37,5 – 49,1) para os homens e 42,1% (IC95% 38,4 – 45,7) para as mulheres. Após, observa-se um progressivo decréscimo nas faixas subsequentes, com novo aumento na sétima década de vida, onde foi encontrada uma frequência de 22,3% (IC95% 16,7 – 27,8) para homens e 20,6% (IC95% 16 – 25,1) para mulheres (figura 30).

A hipermetropia apresentou baixa prevalência nas faixas etárias inferiores a 40 anos de idade, com aumento importante após a quinta década de vida, atingindo uma frequência de 55,6% (IC95% 50,9 – 60,3) e 65,6% (IC95% 61,9 – 69,2) entre homens e mulheres da sexta faixa etária (figura 31).

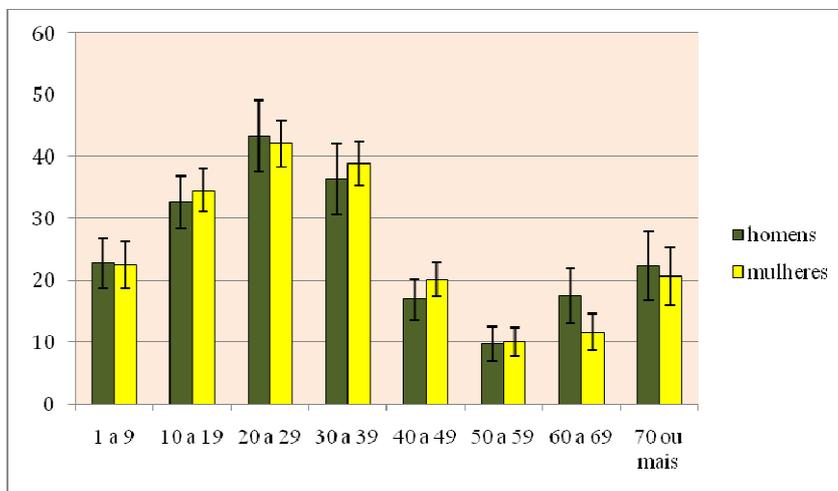


Figura 30 – Prevalência (%) e intervalo de confiança da distribuição de miopia segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

A prevalência do astigmatismo na amostra segundo faixa etária e sexo é apresentada na figura 32. Observou-se um leve e progressivo aumento na distribuição de frequência conforme a idade, sem diferenças pronunciadas entre homens e mulheres, atingindo 71,1% (IC95% 65 – 77,1) e 74,3% (IC95% 69,3 – 79,2) respectivamente, após os 70 anos de idade. A média para o cilindro manteve-se em torno de $-1,16 \pm 1,32$ D, com leve intensificação após a oitava década, atingindo $-1,41 \pm 0,98$ D.

Especificamente para os casos de alta miopia, encontrou-se uma maior frequência dentro da terceira faixa etária, principalmente no sexo masculino, com 8,8% (IC 95% 5,50 – 12,09). A alta hipermetropia destacou-se mais entre as mulheres após os 60 anos de idade, com uma prevalência de 15,48% (IC 95% 12,10 – 18,87) (Figuras 33 e 34).

A anisometropia apresentou prevalência de 13,17% (IC 95% 12,41 – 13,92), distribuída de forma semelhante para ambos os sexos, com maior proporção após os 60 anos de idade (Figura 35).

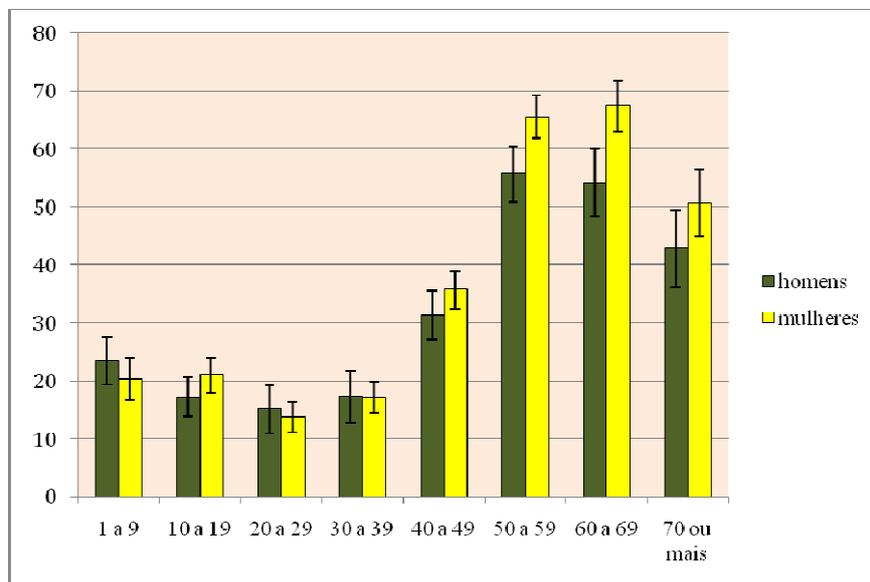


Figura 31 – Prevalência (%) e intervalo de confiança da distribuição de hipermetropia segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

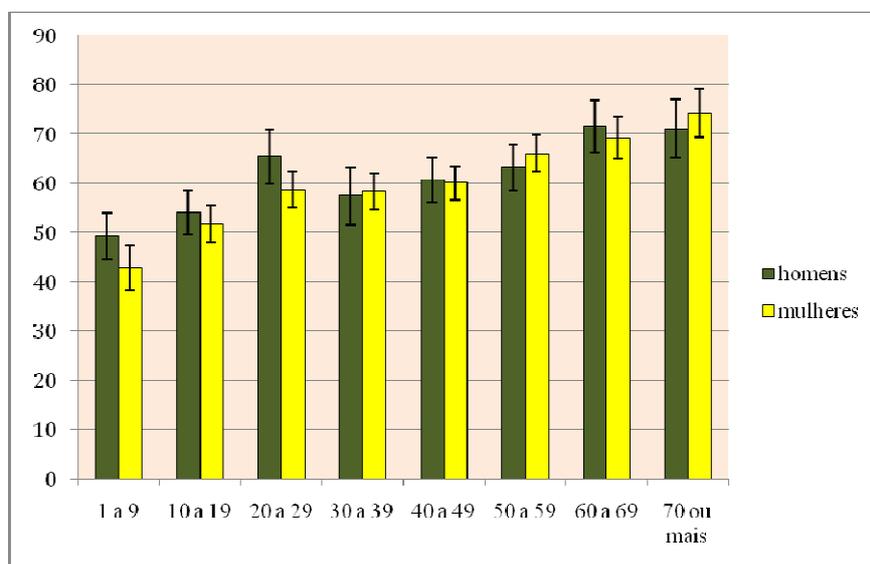


Figura 32 – Prevalência (%) e intervalo de confiança da distribuição de astigmatismo segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo– 2004/2005.

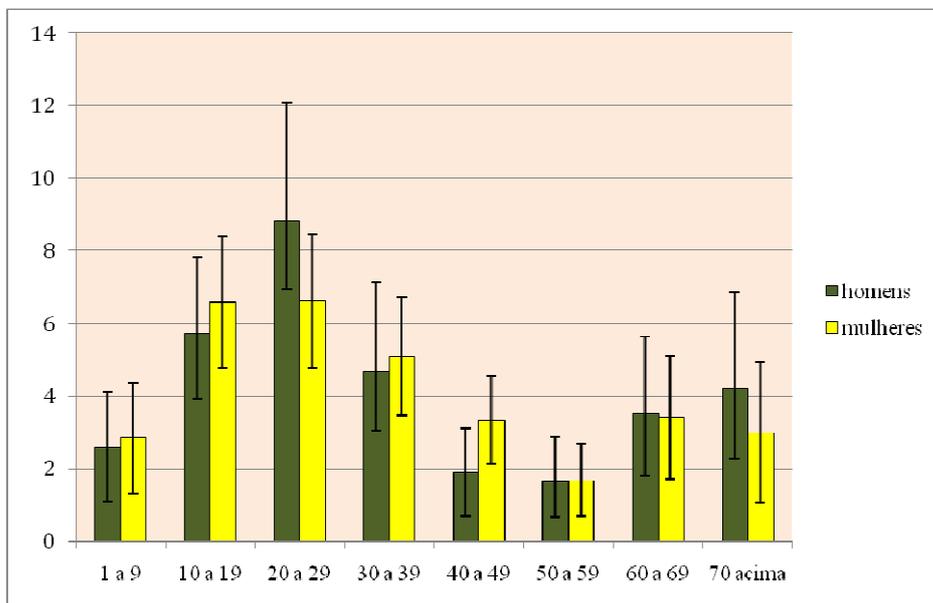


Figura 33 – Prevalência (%) e intervalo de confiança da distribuição de alta miopia segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

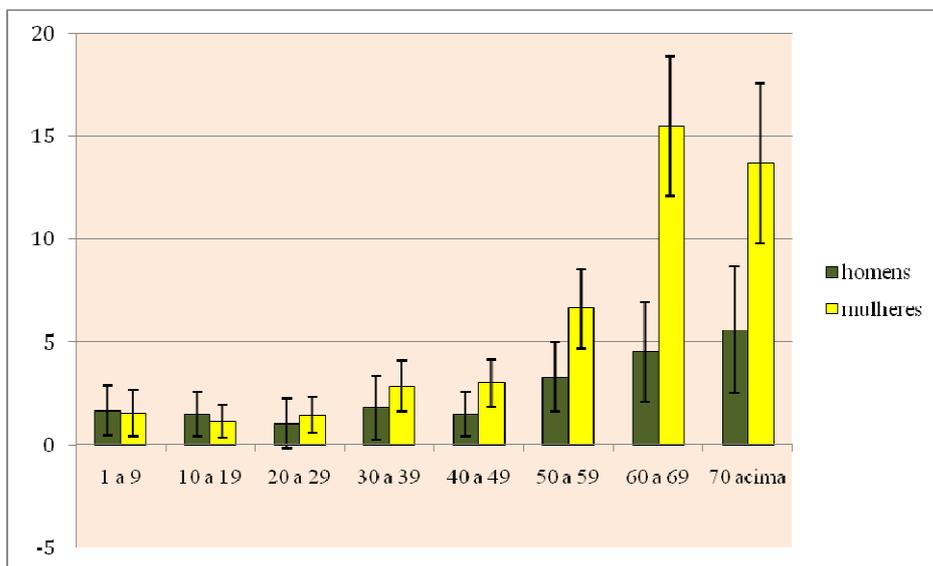


Figura 34 – Prevalência (%) e intervalo de confiança da distribuição de alta hipermetropia segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

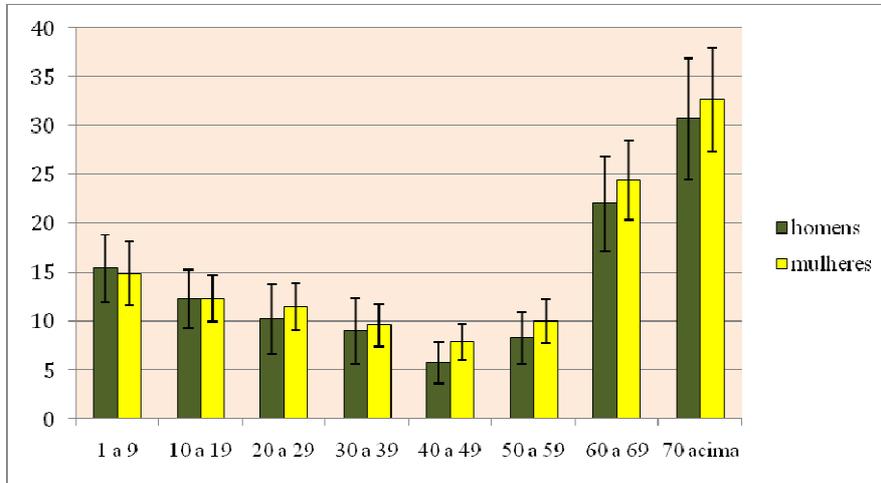


Figura 35 – Prevalência (%) e intervalo de confiança da distribuição de anisometropia segundo faixa etária e sexo em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

4.5 EIXO DO ASTIGMATISMO

Foram divididos entre as categorias para o eixo cilíndrico, os casos com astigmatismo menor ou igual a $-0,50$ DC. Para estes, a frequência foi semelhante nas três modalidades de inclinação dentro da amostra, com prevalência de 35,6% para o astigmatismo a favor da regra, 33,7% para o astigmatismo contra a regra e 30,6% para o oblíquo. Também não foram observadas diferenças quando comparados os eixos astigmatas com sexo e cor da pele, como demonstrado nas figuras 36 e 37, através das frequências relativas e respectivos intervalos de confiança.

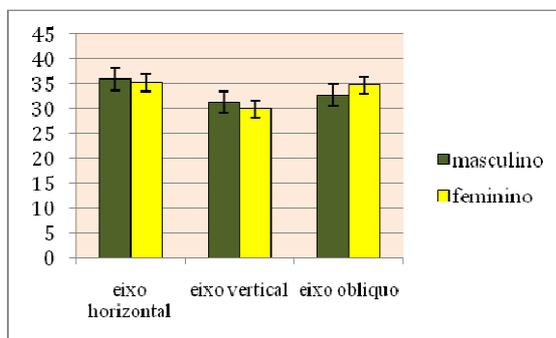


Figura 36 – Frequência (%) das categorias de eixo do astigmatismo de acordo com o sexo em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

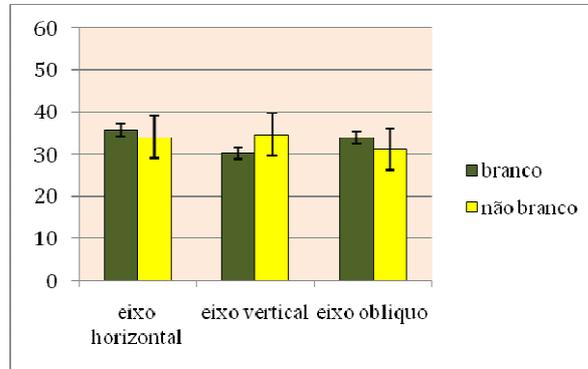


Figura 37 – Frequência (%) das categorias de inclinação para o astigmatismo de acordo com a cor da pele autopercebida em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

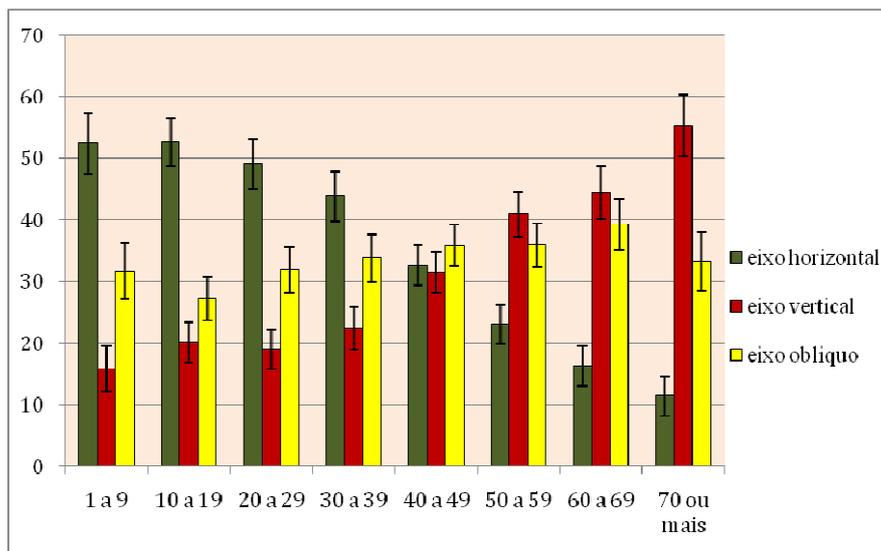


Figura 38 – Distribuição da frequência (%) e intervalo de confiança (95%) do eixo astigmata de acordo com a idade em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

Foram identificadas diferenças na distribuição do eixo cilíndrico nas diversas faixas etárias. A prevalência de indivíduos astigmatas com eixo horizontal foi superior na primeira e segunda décadas de vida, atingindo 52,64% (IC 95% 48,72 – 56,55). Em seguida, essa proporção passa a declinar, chegando a 11,43% (IC 95% 8,21 – 14,64) acima dos 70 anos de idade. O inverso foi observado com o eixo contra a regra, estando presente em apenas 15,84% (IC95% 12,28 – 19,40) na primeira década e subindo progressivamente até atingir 55,32% (IC

95% 50,29 – 60,24%) após os 70 anos. O astigmatismo oblíquo não apresentou variações consideráveis, permanecendo em torno de 33,62% em praticamente todas as faixas etárias (Figura 38).

O momento em que houve aparente equilíbrio na distribuição dos diversos eixos foi na quinta década de vida, quando as três categorias apresentaram prevalência em torno de 33,33%.

4.6 CERATOMETRIA

Os dados de curvatura corneana foram obtidos de 7119 indivíduos. A média para a ceratometria média (obtida através da média dos valores das ceratometrias mais plana e mais curva em milímetros de raio) encontrada na amostra foi de $7,70 \pm 0,28$ mm, com valores extremos de 6,04 mm a 9,81 mm. Para o sexo masculino, esse valor foi de $7,78 \pm 0,27$ mm e para o feminino de $7,66 \pm 0,28$ mm. Também para a idade, não foram encontradas diferenças quando comparados os valores centrais de distribuição, conforme apresentado na figura 39.

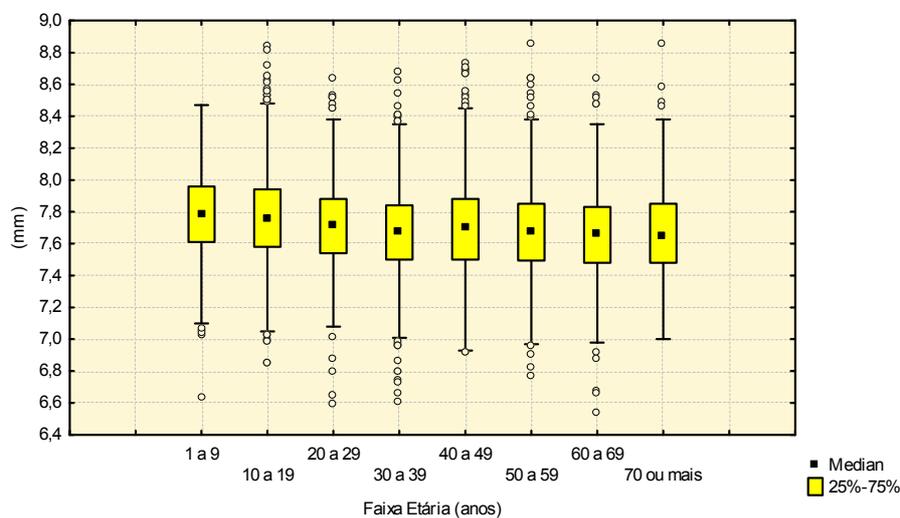


Figura 39 – Distribuição dos valores de ceratometria média (em milímetros) de acordo com a faixa etária em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

É possível distribuir os dados de ceratometria também de acordo com as categorias de ametropias. Não foram observadas, no entanto, diferenças entre as medidas de tendência central quando comparados os grupos constituídos por altos míopes ($EE \leq -3,00D$), baixos míopes ($-3,00D < EE \leq -0,50D$), baixos hipermetropes ($0,50D \leq EE < 3,00D$) e altos hipermetropes ($EE \geq 3,00D$), uma vez que a mediana para a ceratometria permaneceu ao redor de 7,6 mm e 7,8 mm, em todas as categorias. Essa distribuição é apresentada na figura 40, por meio da mediana e dispersão correspondente.

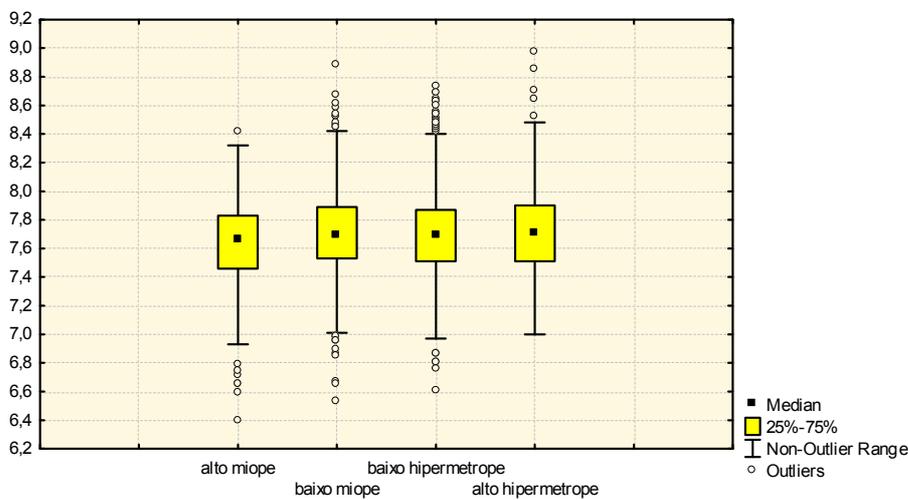


Figura 40 – Valores da mediana e dispersão para a ceratometria média (em milímetros), de acordo com as ametropias categorizadas, em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

Formatado: Português (Brasil)

4.7 DIAGNÓSTICOS, TRATAMENTOS E CORRELAÇÕES

Os diagnósticos principais agrupados de acordo com segmentos acometidos ou ametropias revelam uma prevalência maior das afecções relacionadas com o segmento anterior do olho, presente em 10,8% da amostra.

Para o diagnóstico estabelecido dentro dos erros refracionais, o astigmatismo hipermetrópico apresentou a maior prevalência, com 25,04% do total, seguido do astigmatismo miópico com 21,27%. Apenas 6,66% apresentava astigmatismo misto. A hipermetropia isolada foi identificada em 13,14% e a miopia isolada em 6,28% da amostra.

Dentre os casos com astigmatismo hipermetrópico, 70,2% necessitaram da prescrição de óculos com melhora da visão e 23% não necessitaram dessas correções. Para os casos de astigmatismo miópico, foram atribuídas correções em 52,46% dos indivíduos e cerca de 40% não necessitaram de óculos.

Quase 67% dos casos de miopia isolada não necessitaram de correção, mantendo boa acuidade visual. Para os casos de hipermetropia isolada, apenas 40% não foram prescritos óculos (Tabela 3).

A frequência de indivíduos que foram considerados deficientes visuais ou apresentavam cegueira e mantiveram essa condição a despeito das correções aplicadas foi baixa em todas as categorias de diagnóstico. Mesmo assim, essa proporção foi maior para os casos que apresentavam astigmatismo.

Tabela 3 – Frequência das categorias de conduta de acordo com os diagnósticos refracionais em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

	Expectante	Correção Óptica	Deficiência Visual	Cegueira	Total
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N
Astig Miópico	632 (38,91)	852 (52,46)	109 (6,71)	31 (1,90)	1624
Astig Hipermetrópico	440 (23)	1343 (70,20)	104 (5,43)	26 (1,35)	1913
Astig Misto	605 (44,45)	671 (49,30)	65 (4,77)	20 (1,47)	1361
Miopia	322 (66,94)	149 (30,97)	7 (1,45)	3 (0,62)	481
Hipermetropia	402 (40,04)	579 (57,67)	20 (1,99)	3 (0,29)	1004

Essa análise descritiva de distribuição pode ser feita entre os diagnósticos categorizados para os estratos de queixa refracional. Para os principais sintomas manifestados, a frequência dos diversos diagnósticos apresenta alguns aspectos notáveis. O astigmatismo miópico foi a condição mais frequente dentro do grupo com baixa acuidade para

longe, presente em 17,34%. Houve uma frequência para o astigmatismo em geral de 15,54% dentre os indivíduos com astenopia (figura 41).

O principal sintoma para os casos de miopia e astigmatismo miópico foi a astenopia, bem acima das outras queixas, com 82,12% e 73,15% respectivamente. A baixa acuidade visual para perto foi mais frequente nos casos de astigmatismo hipermetrópico (59,78%) e hipermetropia isolada (53,67%). A baixa visão para longe manteve frequência baixa em todas as categorias, atingindo, no máximo, 29,16% no astigmatismo hipermetrópico.

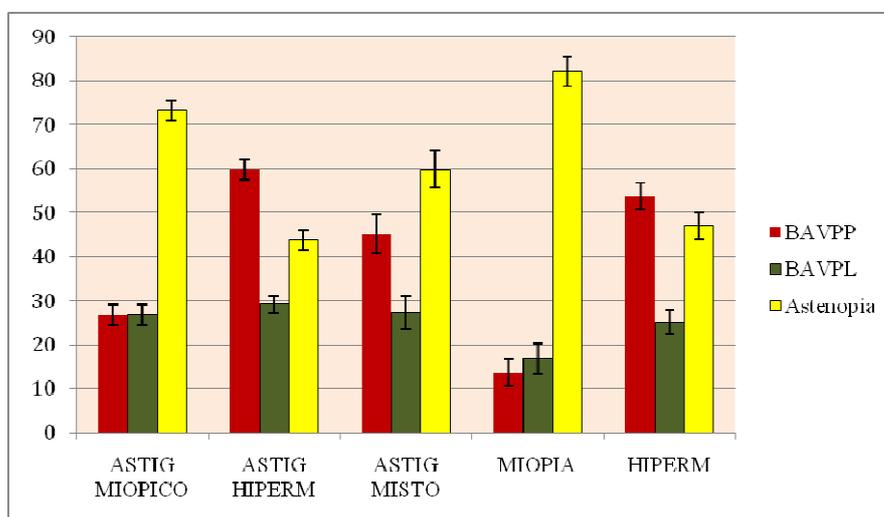


Figura 41 – Frequência (%) e IC (95%) das queixas conforme o diagnóstico ametrópico em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

As principais modalidades de tratamento instituído foram também segmentadas dentro das queixas relacionadas com a visão. A maioria dos casos concentra-se nas categorias de conduta expectante e melhora da acuidade visual com correção óptica. A frequência da terapêutica exercida para os participantes que apresentavam baixa visão para longe distribuiu-se de forma equilibrada entre essas duas categorias. Para quase 62% dos indivíduos que apresentavam queixa de astenopia, não foi realizado nenhum tratamento. A prescrição de óculos atingindo boa visão (óculos av nl) foi mais frequente para o grupo manifestando pior acuidade para perto, com uma frequência de 73,64% (Figura 42).

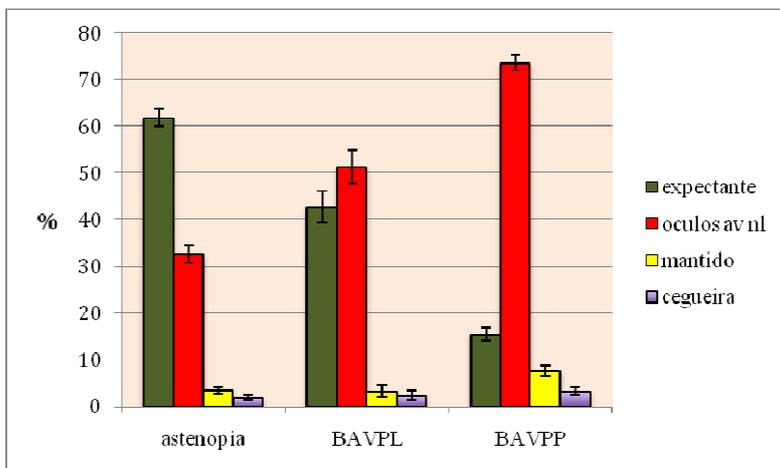


Figura 42 – Frequência relativa (%) do tratamento refracional segundo as queixas em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

Ainda, aos indivíduos que apresentavam alguma queixa relacionada com a superfície ocular não houve necessidade de adoção de conduta em 49,62% dos casos, ao passo que para 43,40% foi prescrita correção óptica.

4.8 COMPARATIVO ENTRE REFRAÇÃO SUBJETIVA E OBJETIVA

Formatado: Português (Brasil)

A determinação refracional inicialmente obtida por meio do exame de autorefração, foi confirmada através do refrator manual, submetendo-se aos efeitos da subjetividade. A fim de avaliar a correspondência de ambos os métodos, foi determinada a diferença entre eles para os componentes refracionais envolvidos. Essa discrepância foi de, no máximo 0,50D em 63% dos indivíduos. Se tolerada uma diferença de até 1,00D, esta frequência sobe para 82% (Figura 43).

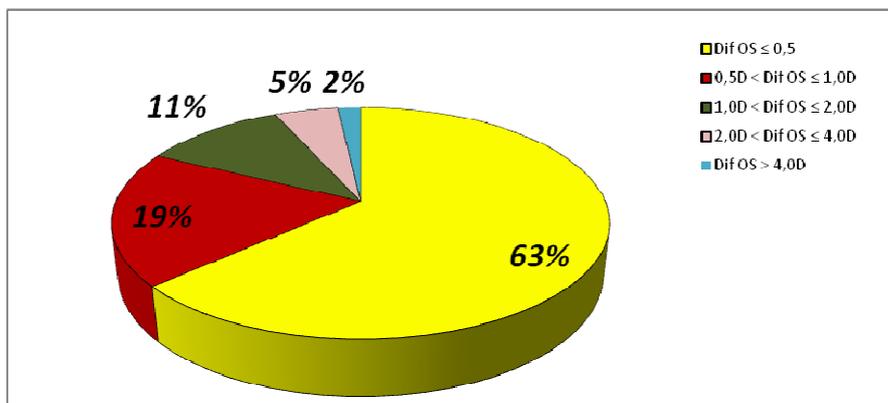


Figura 43 - Frequência da diferença dióptrica entre refração objetiva e subjetiva (Dif OS) para o equivalente esférico nos indivíduos participantes do estudo – 2004/2005.

4.9 ACUIDADE VISUAL

Foi possível a verificação da acuidade visual para longe em 7362 indivíduos, ou seja, praticamente 96% do total da amostra. Sem correção óptica, 70,21% dos participantes apresentavam boa visão ($AVSC \geq 0,15 \log\text{MAR}$) e 29,78% visão inferior a esse nível. Estes correspondem aos casos com algum nível de perda visual, ou seja, perda moderada ($0,15 \log\text{MAR} > AVSC \geq 0,5 \log\text{MAR}$) com 15,36%; baixa visão ($0,5 \log\text{MAR} > AVSC \geq 1,3 \log\text{MAR}$) com 10,18% e cegueira ($AVSC < 1,3 \log\text{MAR}$) com 4,23%. Após o exame refracional e com o uso da melhor correção óptica possível, a frequência de indivíduos com acuidade visual maior ou igual a $0,15 \log\text{MAR}$ aumentou para 84,06%. Essa diferença de 13,85% representa a prevalência dos casos com erros refracionais não corrigidos (URE). Por outro lado, observou-se uma redução importante na frequência de indivíduos nas demais estratificações, revelando uma migração para as categorias de melhor acuidade (figura 44).

Com a correção do erro refrativo, 41,08% dos indivíduos das demais categorias passaram para o nível de boa visão. Da mesma forma, 15,72% dos casos de deficiência visual e cegueira funcional atingiram a categoria de perda moderada com a correção óptica ajustada. Destaque pode ser dado para a melhora dos indivíduos que apresentavam perda moderada sem correção, quando 60,74% atingiram boa visão após o ajuste refracional.

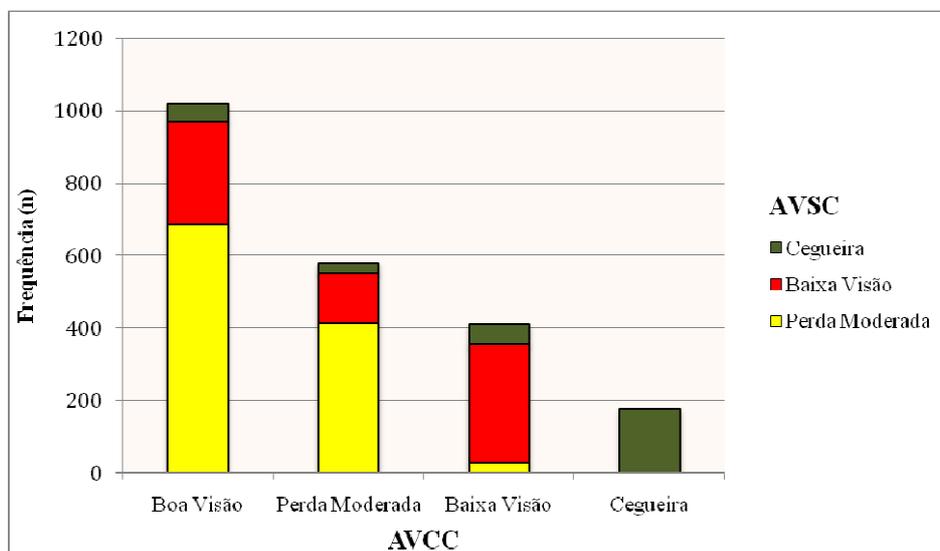


Figura 44 – Distribuição das categorias de acuidade visual sem correção (AVSC) de acordo com o nível de melhora após correção óptica (AVCC) em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

Apesar da refração adequada, 36,7% do grupo com perda moderada mantiveram a mesma categoria de acuidade visual. Ainda, 43,3% e 56,73% permaneceram sem incremento da visão nos grupos com baixa visão e cegueira, respectivamente.

Cabe ressaltar que, para aqueles indivíduos com a AVSC < 1,3 logMAR, 18,91% saíram da condição de cegueira, atingindo o nível de visão subnormal com correção óptica e 8,97% chegaram à categoria com perda moderada.

As correções ópticas mostraram maior benefício para os indivíduos acima dos 50 anos de idade, quando observa-se um distanciamento entre as frequências de boa visão (sem e com correção óptica), também ilustrada pela diferença de frequência entre ambos os momentos de determinação. Para as categorias anteriores, foram encontradas distribuições bem próximas, mantendo-se uma proporção relativamente constante. Apesar da melhora com correção, evidenciada nos idosos, essa prevalência progressivamente diminui com o aumento da idade (figura 45).

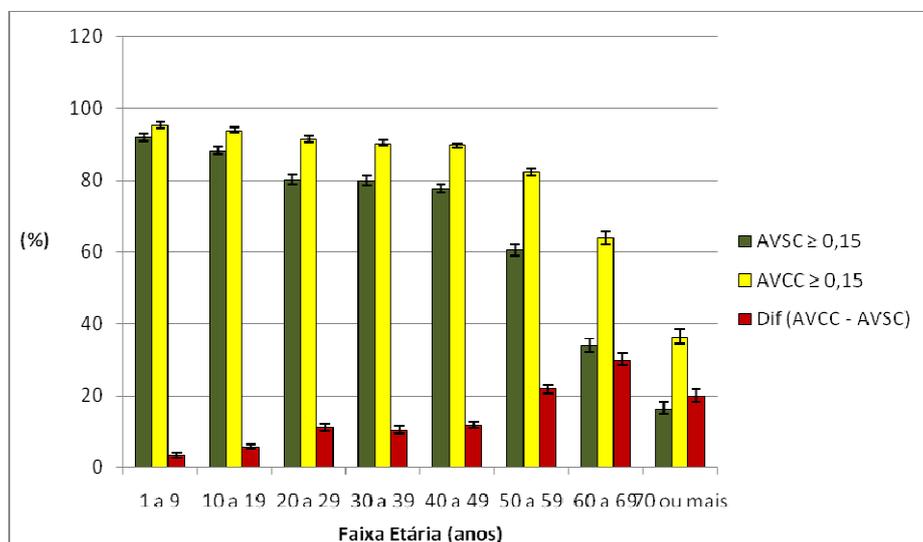


Figura 45 – Frequência da categoria com boa visão (sem e com correção óptica) e da diferença entre ambas (URE), de acordo com a faixa etária, em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

Para os segmentos de acuidade visual abaixo de 0,15 logMAR com a melhor correção, observa-se uma frequência crescente com a evolução da idade, de modo que esse agrupamento apresenta uma proporção de 4,66% na primeira faixa etária e após, progressivo incremento nos segmentos seguintes, atingindo mais de 63% após os 70 anos (Figura 46). Isoladamente, o nível de AVCC < 1,3 logMAR apresenta uma evolução menos acentuada que os outros segmentos. Porém, ainda assim, 38,14% dos indivíduos acima de 70 anos, mantiveram deficiência visual ou cegueira.

Também foi determinada a prevalência da baixa visão e cegueira passíveis de prevenção e correção, ou seja, aqueles casos que saíram da condição de limitação visual extrema a que estavam submetidos com a simples prescrição de óculos. Essa proporção é obtida pela diferença entre as frequências de acuidade visual sem e com correção, abaixo de 0,5 e 1,3 logMAR respectivamente para a baixa visão e cegueira.

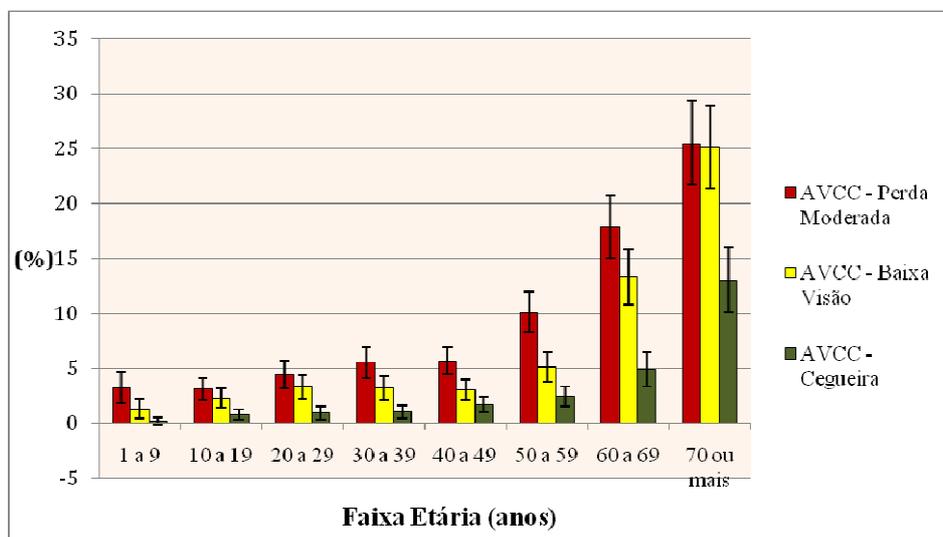


Figura 46 – Frequência relativa dos níveis de acuidade visual menores que 0,15 logMAR após correção óptica, conforme a idade em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo– 2004/2005.

Segundo esses critérios, foi determinada uma prevalência de 4,56% para a baixa visão reversível e 1,82% para a cegueira reversível com óculos na amostra em estudo. Em relação às faixas etárias, essas proporções são maiores para os casos com baixa visão, especialmente após os 50 anos de idade, com quase 12,5% de prevalência de baixa visão reversível. Para os casos de cegueira, essa diferença é menor onde, no máximo, 4,94% abandonam essa condição com os óculos, como observado após os 70 anos (figura 47).

Em geral, os casos que efetivamente podem ser removidos da faixa de deficiência visual pelo uso da correção óptica é a frequência representada pela diferença entre as prevalências da acuidade visual maior ou igual a 0,5 logMAR, com e sem correção. Esse conceito de *Unmet Need* (UREN), mencionado anteriormente, foi de 6,53% (IC95% 5,96 – 7,09) na amostra estudada, sendo representado conforme as faixas etárias através da figura 48. Observa-se uma frequência mais evidente para os indivíduos da sétima década com 13,40% (IC95% 10,9 – 15,89) e da oitava década com 13,04% (IC95% 10,10 – 15,97), revelando um benefício maior da correção refracional para esses segmentos. Entre 20 e 29 anos, essa diferença ficou em 6,74% (IC95% 5,16 – 8,31).

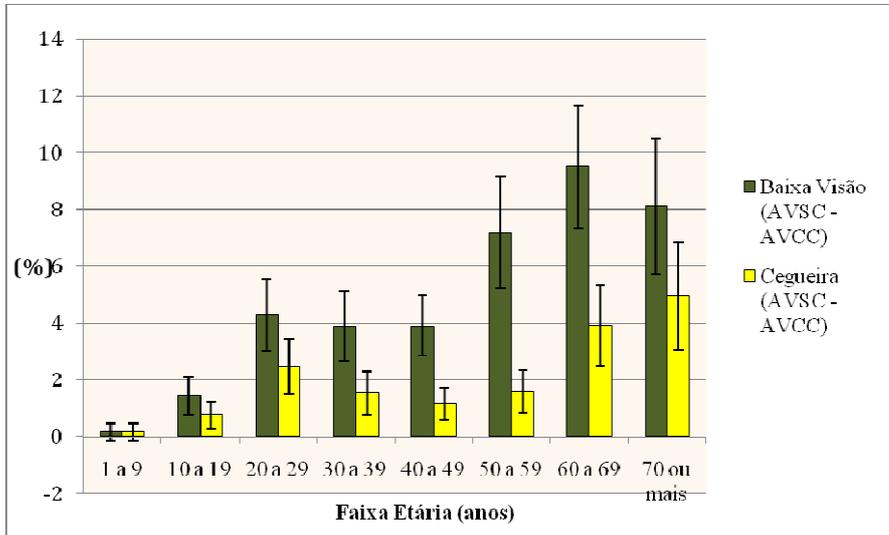


Figura 47 – Prevalência e intervalo de confiança (95%) da deficiência visual reversível com correção óptica, de acordo com a faixa etária em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

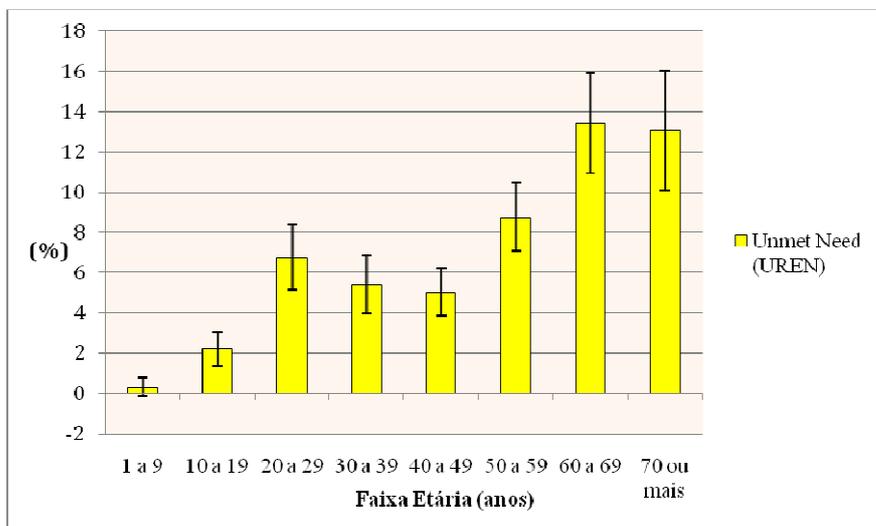


Figura 48 – Prevalência de *Unmet Need* de acordo com a faixa etária em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo– 2004/2005.

O parâmetro UREN foi avaliado também conforme o tipo de ametropia manifesta, com o objetivo de determinar os erros refrativos que mais se beneficiam com os óculos. A

figura 49 apresenta essa diferença para cada segmento refracional específico. As altas ametropias apresentam essa diferença de frequência em destaque, esperando-se uma maior eficiência das correções para essas modalidades refracionais. Indivíduos com alta miopia, 35,76% (IC95% 30,47 – 41,04) deixam a faixa de deficiência visual com a correção óptica. Para os casos de alta hipermetropia, esse índice foi de 34,48% (IC95% 29,01 – 39,05).

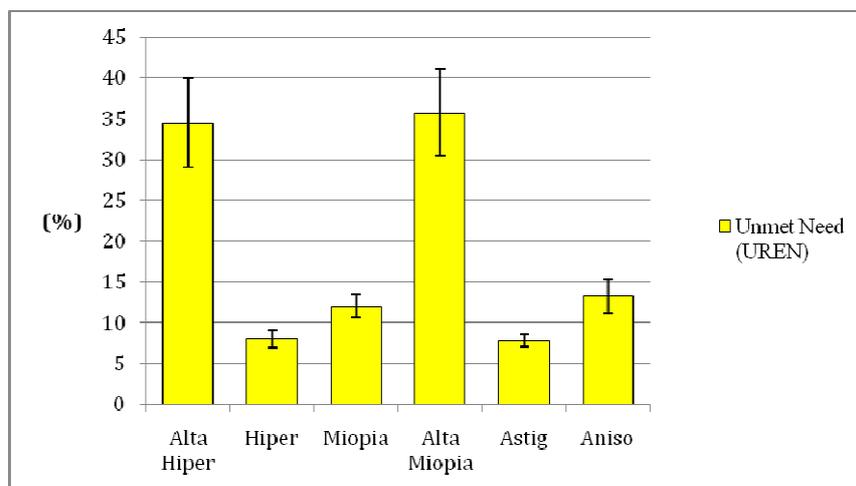


Figura 49 – Prevalência de *Unmet Need*, de acordo com as ametropias, em habitantes do sul da região centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

É possível descrever também o perfil da acuidade visual sem e com correção dentre os indivíduos portadores de doenças sistêmicas. Cerca de metade do grupo relatando DM e/ou HAS apresentava acuidade visual $\geq 0,15$ logMAR sem correção, índice que subiu para mais de 70% com os óculos. Da mesma forma, 72,72% daqueles que não informavam antecedentes positivos manifestavam essa acuidade prévia, proporção que subiu para 83,73% após a melhor correção óptica. A frequência da evolução da visão após ajuste refracional é apresentada por meio da diferença entre as proporções de indivíduos sem correção e com correção óptica (Tabela 4). Os valores negativos observados nas três últimas categorias de acuidade refletem a subtração dos casos que apresentaram melhora da visão com a prescrição dos óculos.

Tabela 4 – Variação da frequência de acuidade visual, segundo antecedentes sistêmicos, em habitantes do sul do centro-oeste do estado de São Paulo – 2004/2005.

	Boa visão* %	Perda moderada* %	Baixa visão* %	Cegueira* %	TOTAL N
DM e/ou HAS	19,77	-9,99	-6,79	-2,88	1841
Outros	12,80	-6,10	-6,10	-0,61	164
Sem doença sistêmica	11,01	-6,09	-3,54	-1,38	5649

Nota: *Diferença entre as frequências da visão corrigida e não corrigida (AVCC – AVSC)

Por fim, o quadro 1 a seguir apresenta as características principais sobre as definições de deficiência visual, os critérios adotados de classificação para URE e UREN e respectivas frequências, estabelecendo-se também um paralelo comparativo com outros estudos sobre prevalência de deficiência visual mundial. Estão embutidas nessa análise, diferenças decorrentes de particularidades populacionais, econômicas, socioculturais e regionais. Contudo, a proposta é apresentar um panorama global sobre o perfil dessa distribuição e contextualizar o presente estudo no panorama da deficiência visual mundial.

Quadro 1 – Análise comparativa para resultados e critérios de URE, UREN e deficiência visual entre este* e vários estudos populacionais.

ESTUDO	URE %	Crítérios	UREN %	Crítérios	Baixa Visão %	Crítérios	Cegueira %	Crítérios
*Ferraz et al.	13,85	Dif (AVCC \geq 0,15 - AVSC \geq 0,15)	6,53	Dif (AVCC $>$ 0,5 - AVSC $>$ 0,5)	9,8	$1,3 \leq AV < 0,5$	4,1	$AV < 1,3$
GUANA Ntím-Amponsah	11,9	Melhora 2 linhas	-	-	-	-	-	-
ANDHRA PRADESH/ÍNDIA Dandona et al.	-	-	4,49	Dif (AVCC \geq 6/12 - AVSC \geq 6/12)	-	$AV < 6/12$	-	-
LA PUENTE/ CALIFÓRNIA Varma et al.	15,1	melhora 2 linhas	8,9	Dif (AVCC \geq 20/40 - AVSC \geq 20/40)	-	-	-	-
			9,6	$AV < 20/40$ e melhora 2 linhas	-	-	-	-
TUCSON e NOGALES - Uribe et al.	22,57	Melhora 2 linhas	-	-	-	-	-	-
BLUE MOUNTAINS/ AUSTRÁLIA - Thiagalingam et al.	10,2	$AV < 6/9^{**}$ e Melhora 2 linhas	-	-	-	-	-	-
BOTUCATU EYE STUDY - Schellini et al.	-	-	5,35	Dif (AVCC \geq 20/60 - AVSC \geq 20/60)	5,2	$20/400 \leq AV < 20/60$	2,2	$AV < 20/400$
TEHRAN/IRAN - Fotouhi et al.	-	-	4,8	Dif (AVCC \geq 20/40 - AVSC \geq 20/40)	-	-	-	-
TIMOR-LESTE - Ramke et al.	-	-	11,7	Dif (AVCC \geq 6/18 - AVSC \geq 6/18)	-	$6/60 \leq AV < 6/18$	-	$AV < 6/60$
TA'U ISLAND/SAMOA Barnes et al.	-	-	-	-	10,5	$6/60 \leq AV < 6/18$	4,8	$AV < 6/60$
BANGLADESH Bourne et al.	-	-	7,18	Dif (AVCC \geq 6/12 - AVSC \geq 6/12)	14,4	$6/60 \leq AV < 6/18$	-	-

Nota:**AV: 6/120 Sn = 20/400 Sn = 1,3 logMAR; 6/60 Sn = 20/200 Sn = 1,0 logMAR; 6/18 Sn = 20/60 Sn = 0,5 logMAR; 20/40 Sn = 0,3 logMAR; 6/9 Sn = 20/30 Sn = 0,18 logMAR.

4.10 ANÁLISE UNIVARIADA E MULTIVARIADA (REGRESSÃO LOGÍSTICA)

Formatado: Português (Brasil)

Com o objetivo de determinar as possíveis associações de características populacionais com as ametropias e deficiência visual reversível com óculos, foram realizados modelos para análise univariada e multivariada.

A análise univariada, obtida por meio do teste de qui-quadrado de Pearson e tendo os erros refracionais como variáveis dependentes, apontou para uma possível relação entre a miopia e o sexo ($p=0,04$), idade ($p<0,001$), antecedentes sistêmicos ($p<0,001$) e eixo cilíndrico ($p=0,001$). Para a alta miopia, a associação foi observada com todas as variáveis citadas, a exceção do sexo.

Foram observadas associações entre a hipermetropia e alta hipermetropia com a idade ($p<0,001$), antecedentes sistêmicos ($p<0,001$), eixo astigmata ($p<0,001$) e sexo ($p=0,02$ e $p<0,001$). Para o astigmatismo e a anisometropia, foi encontrada uma possível relação com idade ($p<0,001$) e antecedentes sistêmicos. Os fatores indicados como possíveis preditores para os erros refracionais são apresentados na tabela 5. Não foi determinada relação entre as ametropias com a cor da pele autorreferida.

Tabela 5 – Análise univariada para os erros refracionais, com relação a características relacionadas pelo teste do Qui-quadrado de Pearson.

	ANISO	MIO	ALTA MIO	HIPER	ALTA HIPER	ASTIG
	% (valor p)	% (valor p)	% (valor p)	% (valor p)	% (valor p)	% (valor p)
SEXO	(0,58)	(0,04)	(0,41)	(0,02)	(<0,001)	(0,37)
Masculino	12,89	24,29	3,89	31,61	2,38	60,35
Feminino	13,33	26,36	4,26	34,03	4,62	59,32
COR	(0,69)	(0,8)	(0,58)	(0,6)	(0,38)	(0,05)
Branco	13,22	25,64	4,18	32,95	3,70	59,96
Pardo	12,4	25,6	3,8	35	4,4	56,2
Negro	10,95	20,54	2,73	38,35	6,84	52,05
Amarelo	18,75	25	0	31,25	6,25	75

(continua)

(conclusão)

	ANISO % (valor p)	MIO % (valor p)	ALTA MIO % (valor p)	HIPER % (valor p)	ALTA HIPER % (valor p)	ASTIG % (valor p)
IDADE	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
1 a 9	15,13	22,63	2,73	21,84	1,59	45,96
10 a 19	12,32	33,83	6,24	19,49	1,26	52,74
20 a 29	11,12	42,44	7,24	14,18	1,32	60,71
30 a 39	9,45	38,21	4,97	17,17	2,54	58,13
40 a 49	7,09	18,99	2,82	34,09	2,44	60,33
50 a 59	9,30	9,95	1,67	61,67	5,30	64,93
60 a 69	23,44	13,93	3,44	62,20	11,17	70,20
70 ou mais	31,84	21,35	3,49	47,37	10,29	73,00
ANTEC. SISTEM	(<0,001)	(<0,001)	(0,02)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
c/antec	16,15	19,45	3,29	45,33	5,98	65,93
s/antec	12,10	27,77	4,42	28,80	3,00	57,49
EIXO ASTIG	(0,007)	(0,001)	(0,008)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
Horizontal	11,92	23,91	3,77	27,07	2,64	43,96
Vertical	14,50	26,00	3,48	42,54	6,38	81,25
Obliquo	14,19	28,07	5,21	35,93	3,68	69,22

Após a determinação dos possíveis preditores por meio do estudo univariado, foi feita a análise multivariada, elaborando-se modelos de regressão logística múltipla e tendo os erros refracionais como variáveis dependentes, com o objetivo de inferir a intensidade da associação de prevalências, para uma significância de 5%.

Para a miopia, foi identificada uma maior prevalência na terceira e quarta décadas, com *Odds ratio* (OR) de 3,16 (IC95% 2,43 – 4,12) e 2,57 (IC95% 1,98 – 3,33) respectivamente, em relação à oitava década de vida, representando que indivíduos dentro dessas faixas etárias têm de duas a três vezes mais chance de desenvolver miopia que aqueles mais idosos. Por outro lado, comparativamente com esse estrato etário, foi encontrada uma prevalência muito menor entre 50 e 69 anos, sendo o OR para a sexta década de 0,41 (IC95% 0,31 – 0,56), significando uma queda importante da prevalência neste intervalo, com

praticamente a metade da chance de apresentar miopia que na faixa seguinte. Uma associação de prevalências também foi observada para o eixo do astigmatismo, onde aqueles com eixo horizontal apresentaram pouco mais da metade da chance de apresentar miopia que os indivíduos com eixo vertical, sendo o OR encontrado de 0,66 (IC95% 0,57 – 0,76). De maneira similar, a prevalência da alta miopia foi aproximadamente o dobro na segunda e terceira décadas de vida, em comparação com a frequência observada após os setenta anos de vida (OR 1,94 e IC95% 1,10 – 3,42; OR 2,24 e IC95% 1,27 – 3,94) denotando também uma chance duas vezes maior de indivíduos nestas faixas apresentarem alta miopia, em comparação com aqueles mais idosos. Entre 50 e 59 anos, o OR foi de 0,46 (IC 95% 0,23 – 0,89), indicando a metade da chance de alta miopia em relação àqueles após os 70 anos.

Tanto para a hipermetropia quanto para a alta hipermetropia, uma forte associação de prevalências com a idade pode ser identificada, com OR inferior a 0,56 (IC95% 0,45 – 0,69) até a quinta década de vida, revelando uma baixa proporção de hipermetropes antes dessa faixa, com uma chance duas vezes menor de ser encontrada essa ametropia antes dos 50 anos de idade. Para a sexta e sétima décadas, o valor de OD em 1,82 (IC95% 1,44 – 2,29) aponta para uma prevalência quase duas vezes maior nesses estratos etários ($p < 0,001$). Quanto ao sexo, foi encontrado OR de 0,79 (IC95% 0,71 - 0,88), ou seja, uma chance de 0,79 vezes menor para o sexo masculino em desenvolver a hipermetropia do que as mulheres. Para a alta hipermetropia, essa diferença é ainda mais pronunciada, com OD de 0,45 (IC95% 0,34 – 0,60), revelando, aproximadamente, uma chance duas vezes menor de serem encontrados alto hipermetropes em homens que em mulheres ($p < 0,001$). Com relação à inclinação do astigmatismo, os indivíduos com eixo horizontal apresentaram uma associação de prevalência menor com a hipermetropia e alta hipermetropia que aqueles com eixo vertical (OD 0,73 IC95% 0,64 – 0,83 e OR 0,61 IC95% 0,45 – 0,81 respectivamente).

A dependência da prevalência do astigmatismo com a idade também foi constatada por meio de OD de 0,48 (IC95% 0,37 – 0,63) e de 0,59 (IC95% 0,46 – 0,76) nas duas primeiras faixas etárias ($p < 0,001$) significando uma chance de cerca da metade da observada após os 70 anos de idade em se desenvolver astigmatismo. Para as demais faixas etárias encontrou-se também OR relativamente inferior, porém não estatisticamente significante. Não foi encontrada associação significativa entre sexo e o astigmatismo. Da mesma forma, não foi encontrada associação entre as categorias de antecedentes sistêmicos com nenhuma das ametropias.

Associação de prevalências também foi observada para a anisometropia conforme a idade, onde o OR antes dos 70 anos chegou a 0,16 (IC95% 0,12 – 0,22), especificamente

entre 40 a 49 anos, denotando uma chance de quase dez vezes menor em se encontrar indivíduos anisométricos nesta faixa, em comparação com aqueles na oitava década de vida. Para a idade e eixo astigmata não foram encontradas associações.

A análise dos modelos de regressão logística para os erros refracionais por meio do OR é apresentada na tabela 6.

Tabela 6 - Resultados da análise multivariada através de modelos de regressão logística para os erros refracionais.

	MIOPIA OR (IC95%) valor p	HIPER OR (IC95%) valor p	ASTIG OR (IC95%) valor p	ALTA MIO OR (IC95%) valor p	ALTA HIP OR (IC95%) valor p	ANISO OR (IC95%) valor p
SEXO						
homens	0,98 (0,88 - 1,10) <i>0,8</i>	0,79 (0,71 - 0,88) <i>< 0,001</i>	1,08 (0,97 - 1,19) <i>0,13</i>	0,97 (0,76 - 1,23) <i>0,81</i>	0,45 (0,34 - 0,60) <i>< 0,001</i>	0,9 (0,78 - 1,04) <i>0,17</i>
mulheres	1	1	1	1	1	1
IDADE						
1 a 9	1,3 (0,98 - 1,73) <i>0,5</i>	0,31 (0,24 - 0,40) <i>< 0,001</i>	0,48 (0,37 - 0,63) <i>< 0,001</i>	0,82 (0,42 - 1,60) <i>0,18</i>	0,15 (0,08 - 0,29) <i>0,01</i>	0,42 (0,31 - 0,56) <i>0,04</i>
10 a 19	2,22 (1,70 - 2,88) <i>< 0,001</i>	0,26 (0,20 - 0,33) <i>< 0,001</i>	0,59 (0,46 - 0,76) <i>0,001</i>	1,94 (1,10 - 3,42) <i>< 0,001</i>	0,11 (0,06 - 0,20) <i>< 0,001</i>	0,32 (0,24 - 0,43) <i>0,44</i>
20 a 29	3,16 (2,43 - 4,12) <i>< 0,001</i>	0,17 (0,13 - 0,22) <i>< 0,001</i>	0,83 (0,64 - 1,07) <i>0,02</i>	2,24 (1,27 - 3,94) <i>< 0,001</i>	0,11 (0,05 - 0,21) <i>< 0,001</i>	0,28 (0,21 - 0,38) <i>0,03</i>
30 a 39	2,57 (1,98 - 3,33) <i>< 0,001</i>	0,21 (0,17 - 0,27) <i>< 0,001</i>	0,68 (0,53 - 0,88) <i>0,45</i>	1,47 (0,83 - 2,62) <i>0,03</i>	0,21 (0,12 - 0,35) <i>0,11</i>	0,23 (0,17 - 0,31) <i>< 0,001</i>
40 a 49	0,92 (0,71 - 1,20) <i>< 0,001</i>	0,56 (0,45 - 0,69) <i>0,22</i>	0,68 (0,53 - 0,86) <i>0,34</i>	0,79 (0,44 - 1,42) <i>0,05</i>	0,21 (0,13 - 0,34) <i>0,09</i>	0,16 (0,12 - 0,22) <i>< 0,001</i>
50 a 59	0,41 (0,31 - 0,56) <i>< 0,001</i>	1,78 (1,43 - 2,20) <i>< 0,001</i>	0,73 (0,52 - 0,93) <i>0,83</i>	0,46 (0,23 - 0,89) <i>< 0,001</i>	0,49 (0,33 - 0,73) <i>< 0,001</i>	0,22 (0,16 - 0,29) <i>< 0,001</i>

(continua)

(conclusão)

	MIOPIA OR (IC95%) valor p	HIPER OR (IC95%) valor p	ASTIG OR (IC95%) valor p	ALTA MIO OR (IC95%) valor p	ALTA HIP OR (IC95%) valor p	ANISO OR (IC95%) valor p
60 a 69	0,59 (0,44 - 0,80) < 0,001	1,82 (1,44 - 2,29) < 0,001	0,88 (0,68 - 1,15) 0,01	0,95 (0,51 - 1,77) 0,51	1,1 (0,76 - 1,60) < 0,001	0,65 (0,50 - 0,83) < 0,001
70 ou mais	1	1	1	1	1	1
ANTEC SISTÊMICOS						
s/antec	0,91 (0,78 - 1,06) 0,22	1,18 (1,04 - 1,34) 0,01	0,95 (0,84 - 1,09) 0,51	0,92 (0,67 - 1,28) 0,64	1,18 (0,90 - 1,55) 0,21	0,89 (0,75 - 1,06) 0,2
c/antec	1	1	1	1	1	1
EIXO CILÍNDRICO						
horizontal	0,66 (0,57 - 0,76) < 0,001	0,73 (0,64 - 0,83) < 0,001	0,19 (0,17 - 0,22) < 0,001	0,92 (0,67 - 1,27) 0,04	0,61 (0,45 - 0,81) 0,01	0,93 (0,78 - 1,11) 0,09
oblíquo	0,96 (0,82 - 1,11) 0,006	0,92 (0,80 - 1,06) 0,19	0,54 (0,46 - 0,63) <0,001	1,4 (1,02 - 1,94) 0,002	0,68 (0,51 - 0,93) 0,35	1,11 (0,92 - 1,34) 0,06
vertical	1	1	1	1	1	1

Procurando-se determinar associações com os critérios de melhora de acuidade visual com ajuste refracional, variáveis foram incluídas em modelos de associação por meio de análises univariadas. Os resultados são apresentados na tabela 7, sendo discriminados dentre elas, possíveis fatores influentes para os casos de URE e UREN que, por sua vez, foram consideradas como variáveis dependentes. Com exceção da cor autoreferida, todos os outros determinantes relacionados foram considerados como possíveis preditores, com $p < 0,001$.

A seguir, modelos de regressão logística com os preditores listados foram elaborados, a fim de confirmar e discriminar as associações possíveis. Tanto para o critério URE como para o UREN, foi encontrada uma associação de prevalências significativa com o sexo ($p < 0,001$), revelando uma chance cerca de um terço menor para os homens que para as mulheres (OR 0,71 IC95% 0,61 – 0,83 para URE e OR 0,67 IC95% 0,54 – 0,83 para UREN).

Tabela 7 – Fatores relacionados (frequência relativa) por meio da análise univariada para os critérios de melhora de acuidade visual com correção óptica.

	URE % <i>(valor p)</i>	UREN % <i>(valor p)</i>
SEXO	<i>(< 0,001)</i>	<i>(< 0,001)</i>
Masculino	10,97	4,90
Feminino	14,72	7,49
COR	<i>(0,59)</i>	<i>(0,84)</i>
Branco	13,26	6,56
Pardo	14,6	5,8
Negro	9,58	6,84
Amarelo	15,62	9,37
IDADE	<i>(< 0,001)</i>	<i>(< 0,001)</i>
1 a 9	3,38	0,32
10 a 19	5,74	2,19
20 a 29	11,24	6,74
30 a 39	10,42	5,41
40 a 49	11,92	5,04
50 a 59	21,86	1,30
60 a 69	30,02	13,40
70 ou mais	19,96	13,04

(continua)

(conclusão)

	URE % (valor p)	UREN % (valor p)
ANTEC. SISTÊMICO	<i>(<0,001)</i>	<i>(< 0,001)</i>
c/antec	19,55	10,37
s/antec	11,11	5,16
MIOPIA	19,70 <i>(< 0,001)</i>	11,99 <i>(< 0,001)</i>
HIPERMETROPIA	18,96 <i>(< 0,001)</i>	8,00 <i>(< 0,001)</i>
ASTIGMATISMO	17,00 <i>(< 0,001)</i>	7,76 <i>(< 0,001)</i>
ANISOMETROPIA	17,85 <i>(< 0,001)</i>	13,19 <i>(< 0,001)</i>

Da mesma forma, essa associação também foi encontrada com a idade. Em indivíduos abaixo de 50 anos, a chance de encontrar casos de URE foi significativamente menor que aqueles acima de 60 anos ($p < 0,001$), chegando a quase um décimo na primeira faixa etária (OR 0,14 IC95% 0,08 – 0,24) e um quarto na segunda (OR 0,23 IC95% 0,16 - 0,34) quando comparadas com indivíduos acima de 70 anos de idade. A faixa entre 60 a 69 anos foi aquela com maior número de casos de URE, ou seja, dos indivíduos que necessitaram de correção óptica para atingir o nível de normalidade para a acuidade visual, apresentando uma chance de quase 80% a mais que a última faixa etária (OR 1,77 IC95% 1,34 – 2,34). Para o critério UREN, também foi observada essa relação entre os indivíduos abaixo dessa idade. Porém, significância foi encontrada somente na primeira e segunda décadas, onde nota-se uma chance muito menor de se encontrar casos de UREN quando comparadas com os indivíduos acima de 70 anos de idade (OR 0,02 IC95% 0,005 – 0,8 e OR 0,15 IC95% 0,09 – 0,24 respectivamente). Após os 60 anos, também se estima encontrar a maior quantidade de casos de UREN, ou seja, aqueles com necessidade de correção óptica para deixar a condição de deficiência visual.

Para os indivíduos com erros refracionais, foi encontrada uma associação de prevalências significante para o equivalente esférico ($p < 0,001$). Em casos de ausência de miopia, observou-se uma chance de URE cerca de um quinto e de UREN de um décimo

menor, quando comparados com os míopes (OR 0,19 IC95% 0,15 – 0,24; OR 0,1 IC95% 0,07 – 0,14, respectivamente). Na ausência da hipermetropia, a chance de casos de URE e UREN foi, respectivamente, cerca de um terço e um quarto menores quando comparados com aqueles hipermetropes (OR 0,34 IC95% 0,28 – 0,42; OR 0,24 IC95% 0,17 – 0,34).

Contudo, para o astigmatismo, somente a associação com URE apresentou significância. Dentre aqueles sem essa ametropia, a chance de se encontrar indivíduos com necessidade de óculos para atingir boa visão foi quase a metade, se comparado com os astigmatas (OR 0,6 IC95% 0,51 – 0,71). Não foi obtida essa significância para UREN, revelando que o astigmatismo isoladamente não é suficiente para determinar a deficiência visual opticamente corrigível.

Os modelos de regressão logística para URE e UREN, conforme as variáveis de associação, são apresentados na tabela 8.

Para os indivíduos com anisometropia, a correção óptica mostrou papel importante na reversão do quadro de deficiência visual, como observado através do OR para os casos não anisométricos, cuja chance de se encontrar casos de UREN foi cerca de duas vezes menor que para os indivíduos anisométricos (OR 0,56 IC95% 0,44 – 0,70). Não foi encontrada significância na associação entre anisometropia e URE. Da mesma forma, não houve associação de URE e UREN com antecedentes sistêmicos e eixo cilíndrico.

Tabela 8 - Resultados da análise multivariada através de modelos de regressão logística para os critérios de melhora de acuidade visual com correção óptica.

	URE		UREN	
	OR	<i>valor p</i>	OR	<i>valor p</i>
	(IC95%)		(IC95%)	
SEXO				
masculino	0,71	< 0,001	0,67	< 0,001
	(0,61 - 0,83)		(0,54 - 0,83)	
feminino	1		1	
IDADE				
1 a 9	0,14	< 0,001	0,02	< 0,001
	(0,08 - 0,24)		(0,005 - 0,8)	
10 a 19	0,23	< 0,001	0,15	< 0,001
	(0,16 - 0,34)		(0,09 - 0,24)	
20 a 29	0,44	0,03	0,4	0,16
	(0,31 - 0,61)		(0,27 - 0,61)	
30 a 39	0,42	0,009	0,34	0,83
	(0,30 - 0,58)		(0,22 - 0,51)	
40 a 49	0,61	0,21	0,40	0,15
	(0,46 - 0,82)		(0,27 - 0,59)	
50 a 59	1,21	< 0,001	0,71	< 0,001
	(0,92 - 1,59)		(0,50 - 1,00)	
60 a 69	1,77	< 0,001	1,06	< 0,001
	(1,34 - 2,34)		(0,75 - 1,48)	
70 ou mais	1		1	

(continua)

(conclusão)

	URE OR (IC95%)	<i>valor p</i>	UREN OR (IC95%)	<i>valor p</i>
ANTEC				
SISTÊMICOS				
s/antec	1,02 (0,87 - 1,20)	0,77	0,88 (0,71 - 1,10)	0,27
c/antec	1		1	
EIXO				
CILÍNDRICO				
vertical	1		1	
horizontal	1,01 (0,84 - 1,22)	0,34	0,95 (0,74 - 1,21)	0,48
MIOPIA				
presente	1		1	
ausente	0,19 (0,15 - 0,24)	< 0,001	0,1 (0,07 - 0,14)	< 0,001
HIPERMETROPIA				
presente	1		1	
ausente	0,34 (0,28 - 0,42)	< 0,001	0,24 (0,17 - 0,34)	< 0,001
ASTIGMATISMO				
presente	1		1	
ausente	0,6 (0,51 - 0,71)	< 0,001	0,83 (0,66 - 1,06)	0,13
ANISOMETROPIA				
presente	1		1	
ausente	1,04 (0,85 - 1,26)	0,67	0,56 (0,44 - 0,70)	< 0,001

5 DISCUSSÃO

5.1 PROJETO DE PREVENÇÃO DE DEFICIÊNCIA VISUAL

A necessidade de se estabelecer, de forma representativa, a condição de saúde ocular na população brasileira é o primeiro passo para a definição de estratégias de prevenção e tratamento da deficiência visual, principalmente naquelas condições em que a intervenção de políticas de saúde pode ser fundamental para a conversão desse panorama. Ainda, tendo em vista os quadros de irreversibilidade que levam à cegueira ou deficiência visual permanente, os estudos com ênfase na caracterização e distribuição populacional dessas morbidades são fundamentais para determinar, de maneira objetiva, programas de reabilitação e inclusão, bem como direcionar com eficiência os recursos necessários.

A diferença dos níveis de cegueira e deficiência visual entre países com condições socioeconômicas diversas reflete a influência desse fator sobre a saúde ocular. Autores encontraram uma prevalência de cegueira quase cinco vezes acima entre países em desenvolvimento, quando comparada com os desenvolvidos. A baixa visão também seguiu o mesmo comportamento, com índice duas vezes e meio maior nos primeiros. Essa relação também apresentou heterogeneidade com relação à idade, sendo maior a prevalência de cegueira acima dos 60 anos de idade, representando 58% da população total de cegos. Dentre os países emergentes, esses dados requerem uma atenção maior, uma vez que as principais causas relacionadas correspondem a condições reversíveis ou passíveis de prevenção como catarata, glaucoma e erros refracionais. Quando essas afecções são controladas, as doenças degenerativas, como retinopatia diabética e degeneração macular relacionada à idade, naturalmente passam a constituir as primeiras causas de baixa visão (Thylefors & Negrel, 1995; Ho & Schwab, 2001).

Mesmo afirmando que a deficiência visual é uma condição menos frequente na criança e adolescente, é conhecido que cerca de 58% dos casos de cegueira nesta faixa etária são passíveis de prevenção e 31% de recuperação quando instituído o tratamento adequado antes que o dano possa tornar o quadro de deficiência permanente. Ainda, segundo o programa Visão 20/20, a OMS estima que 75% dos casos de cegueira e baixa visão mundial são decorrentes de alterações reversíveis (Foster & Resnikoff, 2005).

Portanto, iniciativas governamentais ou não governamentais que busquem caracterizar o perfil de distribuição da deficiência visual em nível nacional, identificando os casos reversíveis, são fundamentais para o início de estratégias de prevenção e tratamento. O próximo passo é estabelecer as causas ou condições determinantes diretamente relacionadas e, quando possível, procurar oferecer à população os meios para o seu controle.

Com este objetivo, foi criado e desenvolvido o Projeto de Prevenção de Cegueira na Comunidade, uma iniciativa do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina de Botucatu em parceria com a Fundação de Amparo a Pesquisa do estado de São Paulo e com os municípios envolvidos. Através desse programa, foi possível oferecer condições para a saúde ocular adequada a uma parcela significativa da população da região, ampliando os horizontes do atendimento restrito na Instituição. Um grande diferencial foi a realização do exame oftalmológico completo em dimensões populacionais, ou seja, não limitado à procura individual no consultório, o que abriu a possibilidade de diagnóstico precoce em afecções com pouca ou nenhuma sintomatologia inicial, como o glaucoma e retinopatia diabética de base, sendo possível o seu tratamento e preservando a função visual. Da mesma forma, para aqueles indivíduos que apresentavam limitações diversas decorrentes de ametropias variadas, foi possível reestabelecer essa função de maneira relativamente simples, com prescrição de óculos.

O modelo de unidades móveis de diagnóstico e tratamento em oftalmologia foi idealizado já no início do século XX, por meio das *Community Mobile Eye Clinics* nos Estados Unidos. Sua função era levar a comunidades carentes e afastadas, principalmente rurais, os recursos para a realização de exames oculares. No Brasil, iniciativas semelhantes foram feitas inicialmente em Minas Gerais e Pernambuco, atingindo populações mais afastadas e sem condições de locomoção para grandes centros (Lima & Souza, 2005). Um exemplo é a Unidade Clínica Móvel da Fundação Altino Ventura, criada com o objetivo de acessar regiões mais afastadas do estado pernambucano, promovendo a saúde ocular, com ênfase na detecção de catarata para tratamento cirúrgico e a existência mais recente de uma Unidade Móvel Cirúrgica (Ventura, 2000).

No estado de São Paulo, há outra Unidade Móvel Oftalmológica ligada ao Banco de Olhos de Sorocaba, que iniciou suas atividades no ano de 2001, com atendimento oftalmológico ambulatorial na região de abrangência do Hospital de Olhos. O serviço móvel é

realizado por meio de um ônibus adaptado, com a montagem de dois consultórios em seu interior (Lima & Souza, 2005).

O deslocamento dos recursos tecnológicos e humanos para a realização da coleta de dados e exame dentro de cada município foi o fator determinante que possibilitou que grande número de indivíduos pudesse ser incluso no estudo. É conhecido que muitos são os obstáculos à procura dos serviços especializados de saúde, públicos e privados, para uma parcela significativa da população. Obstáculos esses que podem ser relacionados como: a falta de acesso adequado à informação sobre as principais doenças oculares, sintomas e riscos envolvidos e formas de prevenção; desconhecimento sobre a necessidade do exame oftalmológico periódico, procedimento fundamental para a detecção de doenças oculares em fase inicial; dificuldade de obtenção de transporte adequado para os grandes centros, bem como tempo excessivo para esse deslocamento em determinadas regiões; espera prolongada para obtenção de vagas em consulta de rotina, assim como retornos em intervalos muito longos, prejudicando a adesão ao tratamento. Essa realidade existe em praticamente todos os serviços com cobertura do Sistema Único de Saúde brasileiro. Marmamula e colaboradores (2011) procuraram determinar essas barreiras, listando uma série de fatores mencionados por uma população rural indiana, sendo os mais frequentes a limitação econômica, tanto para o transporte, como na aquisição dos recursos ópticos, a distância e dificuldades no deslocamento e mesmo o desconhecimento da real necessidade dos exames e das correções.

Fora isso, merecem consideração ainda, limitações profissionais e estruturais que impedem a determinação adequada do diagnóstico e tratamento. A precariedade de recursos tecnológicos adequados em serviços públicos e privados abre uma lacuna na coleta de informações a respeito dos reais fatores causais da baixa visão. A carência de capacitação profissional, principalmente de equipes de apoio ao médico oftalmologista, que dificultam a realização da rotina de atendimento com qualidade é outro ponto a ser lembrado (Temporini & Kara-José, 2004).

Outros fatores limitantes são ainda aventados, dentre eles, determinantes psicológicos e socioculturais, no que tange às crenças e medos ao acesso a serviços de saúde. O conceito determinista de que a cegueira ou doenças oculares são consequências inevitáveis do envelhecimento, o receio de submeter-se a tratamento cirúrgico devido aos riscos de complicações irreversíveis ou mesmo de consequências fatais, levam a uma considerável parcela da população a refutar a procura por esses serviços. Esses argumentos explicam

porque cerca de um terço da população atendida na Índia em projetos sociais recusou-se a se submeter à cirurgia gratuita para tratamento da catarata. Ainda, estudos realizados no Brasil e Peru concluíram que 50% dos casos de catarata poderiam ser resolvidos com a cirurgia, mas quase 30% desses indivíduos se recusaram a realizá-la (Temporini & Kara-José, 2004).

Com a inclusão do atendimento na comunidade local, muitos desses fatores puderam ser, ao menos, minimizados, favorecendo o aporte de uma gama considerável de participantes, dentro de um período relativamente curto e sob condições similares de triagem e propedêutica, características importantes para um estudo populacional de campo com esta magnitude. Como consequência, foi possível atingir certo grau de padronização e homogeneização no atendimento, eliminando-se fatores de confusão na coleta dos dados, como aparelhos e demais instrumentos de exame diferentes, condições ambientais adversas de iluminação ou variação de examinadores dentro da mesma etapa, principalmente quando elementos subjetivos são avaliados. Ainda, o programa realizado atendeu uma parcela significativa da população, variando de 4,49% a 16,30% do total demográfico de cada cidade, possibilitando uma maior representatividade.

Constitui diferencial importante do presente estudo, a possibilidade de se trabalhar com amostra de grandes proporções, probabilística e sistemática, uma vez que a procura ativa pelas residências a serem incluídas após sorteio inicial dirime uma série de fatores impedientes, como dificuldade no acesso ou custos com locomoção. Além disso, reduz o número de indivíduos que abandonam o protocolo, uma vez que cada participante foi submetido a todas as etapas no mesmo dia da consulta, promovendo uma maior adesão à rotina de entrevista e exame.

Entretanto, devem ser consideradas algumas limitações nesse perfil de amostragem. Primeiro, a opção dada aos participantes de fazer ou não parte do estudo por meio de convite, exclui da amostra indivíduos que caracterizariam melhor a randomização, por fatores muitas vezes tendenciosos, como poder aquisitivo, horário comercial, motivos pessoais e outras possibilidades. Por isso, a interferência do convite entra na discussão se o método de amostragem adotado pode ser considerado de conveniência, ao invés de puramente probabilístico. Acreditamos que, por tratar-se de estudo com base populacional, de secção transversal e cujos dados necessitam do consentimento pessoal e familiar, seria difícil elaborar um modelo de amostragem nesse delineamento que não conflitasse com a necessidade de tal permissão. Sendo assim, apesar de não puramente aleatória, a técnica de

seleção da amostra por meio de residências escolhidas sistematicamente, procurando-se contemplar todos os setores censitários do município, confere ao método um caráter probabilístico.

Uribe e colaboradores (2011) realizaram nos Estados Unidos o Projeto VER, uma pesquisa de base populacional da qual participaram 4509 imigrantes latinos com mais de 40 anos de idade. Os indivíduos eleitos para o estudo receberam convite e aqueles que concordaram em participar preencheram consentimento livre e informado a respeito. O método foi considerado como “seleção randômica”, uma vez que foi realizado o sorteio das residências participantes. Da mesma forma, o *Blue Mountains Eye Study*, conduzido em duas regiões distintas a oeste de Sydney, Austrália, foi baseado em amostragem randomizada, com indivíduos acima de 49 anos, selecionados por meio de convite e consentimento informado (Thiagalingam et al., 2002).

O estudo realizado em Guana, por Ntim-Amponsah (2007), foi idealizado de outra forma. Apesar de preservar as características de estudo de secção transversal, a amostra sistemática foi selecionada a partir dos casos novos que chegavam ao hospital-escola Korle-Bu. Esse tipo de estudo, considerado não probabilístico, tem a vantagem da praticidade e do menor custo de realização, uma vez que aproveita a própria estrutura física do hospital, não requer mobilização de uma equipe grande e não depende de uma campanha de preparação prévia. Por outro lado, não pode ser caracterizada como randômica a seleção dos participantes, uma vez que uma variável influente, neste caso, é a inclusão apenas de indivíduos que necessitavam de alguma assistência médica, ficando excluído da seleção todo o restante da população local que não procurou o hospital no período do estudo.

O aspecto do consentimento para a constituição da amostra pode trazer ou excluir alguns fatores importantes. Muitos indivíduos emétopes e baixo amétopes, por se julgarem com boa visão, podem ter optado pela abstenção de participação do estudo. O mesmo pode estender-se para aqueles com ametropias moderadas, mas sem queixas visuais para realizar suas atividades, dentro de suas limitações. Ou seja, o aceite de inclusão pode estar associado com a necessidade manifesta pelos habitantes convidados, sendo fator de seleção. Uma estratégia para se tentar minimizar esses efeitos seria atrelar a pesquisa com alguma rotina compulsória, como a revalidação da carteira nacional de habilitação, por exemplo. No entanto, ainda assim outros aspectos seriam embutidos na determinação da amostra, excluindo-se os indivíduos abaixo da idade para dirigir e inserindo fatores socioculturais,

transformando a amostragem em não probabilística de conveniência. Bekibele e colaboradores realizaram um levantamento com motoristas em revalidação, com o objetivo de determinar uma associação entre os erros refracionais e o risco de acidentes automobilísticos na Nigéria. A totalidade dos 102 participantes eram homens entre 38 e 60 anos de idade, sendo encontrada uma prevalência para erros refrativos de 16,7% e cerca de metade não corrigida. A prevalência para a hipermetropia na amostra foi de 7,8%, bem acima da miopia, índices esses não condizentes com os achados populacionais de outros estudos transversais com seleção randômica. Acredita-se que essa discrepância seja reflexo das particularidades da amostragem adotada (Bekibele et al., 2007).

Outra variável que interferiu na amostragem foi o horário de coleta dos dados. Acredita-se que a baixa frequência do sexo masculino em alguns segmentos da amostra seja reflexo do período de entrevista. Como as residências selecionadas foram visitadas pontualmente, bem como o exame realizado, apenas os moradores presentes no momento foram contabilizados na coleta. Aqueles que, por motivo de trabalho, escola ou qualquer outro não puderam completar a sequência, simplesmente não foram incluídos. Esse viés, considerado de seleção, é atrelado ao período escolhido para realização do protocolo.

5.2 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

Analisando-se os dados demográficos municipais estratificados por idade e sexo, é possível encontrar, na população total amostrada, um predomínio do número de mulheres em praticamente todas as faixas etárias. Além disso, observa-se um achatamento da terceira e quarta faixas etárias dentro do sexo masculino, tendência não compartilhada pelo sexo feminino ou pelos demais estratos. Esse padrão foi encontrado em praticamente todos os municípios, com exceção de Areiópolis. Em algumas cidades, assim como na amostra em geral, uma menor frequência foi encontrada também na primeira década, agora para ambos os sexos. Isso reflete, em parte, a exclusão de crianças abaixo de um ano de idade e aquelas que se encontravam na escola no momento da realização da entrevista e exames.

Acredita-se que boa parte dos indivíduos ausentes nesses segmentos da amostra faz parte da população economicamente ativa ou do grupo presente nas instituições escolares, justificando a redução desses segmentos. Portanto, estão embutidos nas pirâmides etárias,

aspectos particulares do período de amostragem e do estudo em geral, não podendo se considerar esse tipo de representação como reflexo da população total sob o aspecto da demografia oficial. Esses dados, fornecidos pelo IBGE no Censo de 2000 e constantes da Figura 22 no capítulo de resultados, expressam uma distribuição etária regressivamente uniforme a partir de sua base e de forma relativamente igualitária para ambos os sexos, padrão este similar em todos os municípios conforme apresentado. Observa-se ainda, uma frequência maior para a segunda e terceira décadas mesmo dentro do sexo masculino, em contraste com o conjunto de gráficos da amostra.

Analisando-se as pirâmides etárias que refletem a população de cada cidade, observa-se que, no geral apresentam uma base alargada, mas com a primeira faixa pouco mais estreita, refletindo um desenho semelhante ao observado para países em desenvolvimento, ou seja, com uma população relativamente jovem associada a uma recente redução da natalidade. Esse comportamento, tendência de nações em progresso socioeconômico incipiente, exprime os primeiros sinais de inversão do perfil demográfico vigente até então. O mesmo padrão é observado para a população brasileira como um todo, significando uma relativa correspondência entre a população dos municípios abrangidos no estudo e o perfil da demografia nacional.

É interessante notar o grande número de indivíduos com pele branca autorreferida, em detrimento das demais. Esse fator tem relação com a percepção individual dos participantes, não sendo classificada pelo entrevistador, aumentando a subjetividade do critério. Aliás, mesmo sob o julgamento de terceiros, o caráter subjetivo da classificação racial não pode ser ignorado. Isso se deve ao fato da grande miscigenação étnica encontrada no Brasil, onde existe uma intersecção frequente de características físicas, diluindo os traços originais de cada raça. Em outras palavras, para a maioria da população brasileira, várias características étnicas são reunidas, o que acarreta uma dificuldade em se discriminar, com segurança, uma categoria específica. É possível também que esteja embutido nesta discrepância, fatores socioculturais associados com preconceito étnico. A prevalência de indivíduos com a pele branca no Brasil, segundo dados oficiais do Censo de 2000, era de 26,87%, seguido pelos indivíduos com pele parda (19,22%), negra (3,10%), amarela (0,22%) e indígena (0,21%). Portanto, sugere-se que cerca de 60% daqueles autotclassificados com pele branca, na verdade pertenceria a outra categoria, muito provavelmente aos pardos (IBGE, 2000). Cabe ressaltar ainda, que não existe um protocolo de classificação consistente para se categorizar a raça na população brasileira, a não ser a autorreferência.

Da mesma forma, a prevalência estimada de doenças sistêmicas apresentada é dependente do conhecimento dos participantes e familiares a respeito de doenças presentes, não sendo consideradas na frequência, afecções em início de instalação ainda não diagnosticadas. Além disso, informações objetivas sobre as doenças crônicas mencionadas e seus níveis reais não foram acessados, uma vez que o foco de atendimento do Projeto foi a saúde ocular, não havendo condições técnicas e tempo hábil para investigação mais aprofundada da situação clínica em geral dos participantes. Como consequência, pode-se considerar que os índices sobre antecedentes sistêmicos apresentados pelo questionário correspondem ao autoconhecimento dos participantes sobre a sua própria condição de saúde, não representando a frequência real dessas afecções na população. A prevalência nacional para a diabetes é estimada em torno de 8% (Sartorelli & Franco, 2003). Para a hipertensão arterial sistêmica, essa prevalência é variável de acordo com a faixa etária e região em foco, oscilando entre 20 e 40% (Passos et al., 2006). De maneira superficial, portanto, seria esperado encontrar no estudo, uma frequência para doenças crônico-degenerativas em torno de 30%. Os achados refletem a necessidade de programas também para a detecção e tratamento precoces dessas condições clínicas. O mesmo quadro é observado quando interrogado aos participantes a cerca de antecedentes oculares, onde apenas 6,8% mencionaram algum tipo de afecção. Quando questionado sobre os antecedentes oculares familiares, essa frequência é menor ainda, revelando um provável desconhecimento dos habitantes sobre a presença de muitas doenças oculares de instalação insidiosa, como glaucoma e catarata.

A média da pressão intraocular, aferida em dois segmentos distintos da amostra, revelou um nível pressórico maior após os 40 anos. Apesar de o aumento manter-se dentro da faixa considerada de baixo risco para o desenvolvimento de glaucoma, essa diferença manifesta uma tendência em se encontrar patamares de pressão mais elevados após essa idade. Acima dessa faixa etária, também é maior a frequência de indivíduos que desenvolvem o glaucoma crônico de ângulo aberto, neuropatia óptica potencialmente deletéria para a função visual, cujo risco e incidência estão diretamente relacionados com os valores da pressão intraocular (PIO). Para efeitos de prevenção, preconiza-se sua aferição em todos os indivíduos acima desta idade como pretexto investigativo para o glaucoma, bem como a análise morfológica e funcional da papila óptica, usando estereofotografia da papila e exame de campo visual para os casos suspeitos. Está bem estabelecido na literatura que existe uma relação direta entre o nível de PIO basal e o risco de desenvolvimento de glaucoma onde, para

cada mmHg de acréscimo na PIO, aumenta o risco para o glaucoma crônico simples em 10% (Leske et al., 2003).

5.3 SINTOMAS OCULARES

A astenopia foi a queixa categórica mais frequente, principalmente entre a população mais jovem, até os 40 anos. Na amostra em geral, foi responsável por quase 60% de todas as sintomatologias manifestadas. Entre 20 e 40 anos, a queixa de baixa acuidade visual para longe acompanhou essa evolução, com queda importante a seguir. No entanto, a baixa acuidade visual para perto aumenta sua frequência após a quarta década de vida, em contraste com a astenopia.

Astenopia é o termo atribuído a um sintoma ou conjunto de sintomas relacionados com o esforço visual. Fadiga visual, dor ou peso ocular, dificuldade para focar objetos, embaçamento visual, visão dupla, dores de cabeça, tremores palpebrais, olho seco, fotofobia e queimação nos olhos são queixas comuns que podem ser resumidas na astenopia quando relacionadas ao esforço para enxergar. É descrita associação dessas queixas com ametropias não corrigidas em geral, dificuldades acomodativas, heteroforia, dificuldades vergenciais, fusão inadequada e aniseicônia. O esforço acomodativo é considerado por alguns autores como a principal causa da astenopia, e que se traduz por uma demanda sustentada do sistema acomodativo, especialmente na focalização constante e prolongada (Duke-Elder & Abraham, 1984).

A distribuição da astenopia segmentada conforme a idade revelou maior ocorrência nas primeiras faixas etárias e queda importante após os 40 anos. Foi alta também, a frequência dessa queixa, se observados os tipos de ametropias categorizados, principalmente para o astigmatismo miópico e miopia isolada. É conhecido que o desconforto visual é associado com a miopia quando esta estiver hipercorrigida, principalmente devido ao espasmo de acomodação, ou quando há o esforço em se produzir a fenda estenopéica, mecanismo inconscientemente adotado para tentar melhorar a nitidez para longe. Não é raro observar uma inversão refracional em pacientes antes míopes, que apresentam atenuação da sua magnitude miópica, ou mesmo apresentam a hipermetropia manifesta após a quarta década de vida, confirmando a hipercorreção miópica como um equívoco comum na prática oftalmológica.

Ainda, altas hipermetropias promovem também baixa acuidade à distância, juntamente com a astenopia (Holanda Filha & Monte, 2005).

Contudo, chama atenção a frequência de 62% de indivíduos com astenopia que não foram submetidos a qualquer correção óptica. Isso reflete a grande intersecção de afecções e condições com sinais e sintomas parecidos e que podem ser confundidos entre eles, por exemplo, as sinusopatias ou cefaleias de etiologias variadas. Além disso, outras condições podem também ser mal interpretadas e confundidas com a astenopia e, devido à vasta gama de sintomas imbricados, é comum atribuir aos olhos, sintomas cuja origem esteja à distância. É cada vez mais frequente a cefaleia devido estresse e a migrânea (enxaqueca) inclusive em crianças, muitas vezes confundidas com sintomas visuais (Kirsch et al., 2007). Outro fator a ser lembrado seria a atividade exercida pelo participante do estudo, proveniente de pequenos municípios e trabalhadores em atividades com baixa necessidade intelectual.

Nota-se também uma relação inversa da evolução da astenopia com a baixa acuidade visual para perto. A queda da frequência da astenopia quando aumenta a manifestação de presbiopia conforme a idade, pode estar associada com as teorias formuladas para explicar a fisiopatologia da perda da acomodação. Uma vez que, como discorrido anteriormente, a astenopia está relacionada com o esforço acomodativo para se obter uma imagem nitidamente focada na retina, principalmente através da contração do músculo ciliar e variação do poder dióptrico cristalino, o enfraquecimento desse esforço pode, possivelmente, estar relacionado com a gênese da presbiopia. As principais teorias postuladas direcionam o seu foco, basicamente, nas mudanças morfológicas do cristalino. As hipóteses versam sobre a esclerose nuclear, aumento de consistência capsular ou ainda nas alterações biomecânicas do aparato zonular e sua relação com o cristalino. Entretanto, em todas essas situações, a capacidade funcional do músculo ciliar não é implicada nos mecanismos descritos, não justificando a redução marcante das queixas relacionadas com o esforço acomodativo após a idade da presbiopia. Na verdade, poucos estudos apontam o músculo ciliar como a causa básica. Para estes, a progressiva deposição de tecido conectivo no corpo ciliar em substituição às fibras musculares é o principal fator da perda do poder contrátil e da dinâmica acomodativa (Weale, 1962). Essa debilidade muscular é compatível com a redução da frequência da astenopia *versus* o aumento da presbiopia. No entanto, cabe ressaltar que os indícios populacionais, por si só, não são suficientes para aprovar ou refutar alguma das teorias, devendo-se obter com maior precisão, subsídios por meio de estudos que comprovem a participação muscular efetiva na perda da acomodação.

A queixa manifesta como dificuldade para enxergar de longe foi mais frequente na terceira e quarta décadas de vida, com redução nas demais faixas, principalmente após os 40 anos de idade. Essa distribuição não foi acompanhada pela medida da acuidade visual sem correção como esperado, onde a grande maioria apresentava visão superior a 0,15 logMAR.

5.4 AMETROPIAS E ACUIDADE VISUAL

Inicialmente, é importante salientar que 70% dos participantes manteve boa acuidade visual, apesar da falta do ajuste refracional. A exclusão dessa magnitude de indivíduos da figura que associa a medida de acuidade sem e com correção visou uma melhor montagem e observação do gráfico, uma vez que a proporção dos indivíduos com boa visão e que a mantiveram foi muito acima das demais categorias. O aumento de 13,85% na frequência de indivíduos com $AVCC \geq 0,15$ logMAR corresponde à prevalência dos casos de URE em toda a amostra, ou seja, aqueles que recuperaram boa acuidade visual com os óculos prescritos no Projeto.

Estabelecendo um paralelo comparativo com outras sequências populacionais, a prevalência de URE pode variar, dependendo do estudo considerado. Para a amostra que foi determinada no *Blue Mountains Eye Study* na Austrália, essa prevalência foi de 10,2%. Uma característica que merece ser evidenciada neste grupo é o limite para a acuidade considerada como normal. O nível aceito foi de 6/9 (0,18 logMAR) para a boa visão (Thiagalingam et al., 2002), em comparação com 0,15 logMAR adotado para o atual estudo. Entretanto, algumas diferenças influenciam a comparação das frequências. Primeiro, a população considerada pelo grupo australiano, englobou indivíduos com idade superior a 49 anos, limite esse não adotado nesta pesquisa e por outras também que consideraram todas as faixas etárias para a determinação do URE. Outro aspecto observado relaciona-se com a diferença dos meios adotados para classificar a melhora da visão. No estudo australiano, a melhora de duas linhas de visão em tabela Snellen foi considerada para a inclusão no grupo URE, independente do nível final de acuidade. Para o estudo atual, apenas a mudança de categoria foi adotada como critério, podendo possivelmente influenciar na análise.

A equipe de Uribe, que estudou a prevalência da deficiência visual em imigrantes latinos no Arizona/EUA, não considerou limites para a idade e encontrou 22,57% como

frequência para os casos de URE. Essa alta prevalência pode estar vinculada com os critérios de definição (Uribe et al., 2011). Foram categorizados como URE, os indivíduos que apresentaram melhora de duas ou mais linhas de visão com as correções, considerando todos os casos com acuidade prévia entre 20/25 e 20/200. No presente estudo, apenas os casos com visão abaixo de 0,15 logMAR e que atingiram acuidade acima desse nível após correções, foram classificados como URE. A melhora de linhas de visão, sem cruzar esse limite estabelecido de acuidade, não foi considerada como tal.

A parcela de indivíduos com URE esteve presente em todas as faixas etárias, mas sua frequência apresentou um aumento considerável após os 50 anos, apontando para maior benefício da prescrição de óculos após essa idade. Na distribuição de URE segmentada por faixas etárias, essa prevalência para os casos acima de 50 anos atingiu 24%, diferentemente do encontrado no *Blue Mountains Eye Study* (Thiagalingam et al., 2002), revelando a necessidade de considerar os critérios adotados na amostragem para fins comparativos. Apesar disso, a frequência de indivíduos que mantiveram certo grau de deficiência visual mesmo com a correção, também foi proporcionalmente maior nas faixas mais avançadas. Com isso, acredita-se que, com o incremento da idade, torna-se maior a necessidade de auxílios ópticos, bem como uma maior atenção para outras doenças que igualmente cursam com baixa visão.

Esses achados são reforçados por meio dos dados descritivos para os casos UREN, onde cerca de 13% dos indivíduos com $AVSC < 0,5 \text{ logMAR}$ acima de 60 anos, ou seja, com deficiência visual importante, deixam essa condição com a anteposição de lentes corretivas. A acuidade na faixa de $1,3 \text{ logMAR} \leq AV < 0,5 \text{ logMAR}$ foi a maior responsável por esse nível de UREN entre os idosos, ficando os casos com $AV < 1,3 \text{ logMAR}$ em um nível inferior. Portanto, quando a deficiência visual é profunda, atingindo a faixa da cegueira, a possibilidade de retornar a um nível de visão corrigida, chegando-se a $AVCC \geq 0,5 \text{ logMAR}$ é menor. Esse fenômeno pode estar em parte, relacionado com a frequência maior de doenças crônico-degenerativas mais avançadas e limitantes como a retinopatia diabética proliferativa, o glaucoma avançado, a catarata e a degeneração macular relacionada à idade, cursando com o agravamento da visão e não possibilitando melhora expressiva com o uso de lentes corretivas. Outras condições podem ser mencionadas, como as alterações vítreo-retinianas e irregularidades corneanas, presentes em muitos casos de alta miopia e a ambliopia, mais frequente em altos hipermetropes e anisométricos. Outro fator implícito que contribui com a baixa recuperação por meio de refração em indivíduos com $AV < 1,3 \text{ logMAR}$ é a variação

dentro do mesmo segmento de acuidade e que não é explorado, podendo justificar pequenas evoluções dentro do mesmo estrato.

Existe uma associação direta entre prevalência de cegueira e baixa visão com a idade, principalmente nos segmentos mais avançados, confirmando o papel de condições adversas e contrárias à melhora visual por meio de refração no idoso. Estudos americanos estabelecem essa relação, apontando como fatores causais principais, a degeneração macular relacionada à idade entre os indivíduos brancos, responsável por mais de 50% dos casos de cegueira. Entre a população de pele negra, ressalta-se o papel da catarata, com mais de um terço dos casos de cegueira e entre os hispânicos uma distribuição mais heterogênea, com destaque para o glaucoma como fator causal em 28% dos casos neste grupo. Contudo, como causa para a deficiência visual, a catarata apresenta-se como a principal condição para os três grupos mencionados (Tielsch et al., 2004).

Na amostra, o nível de UREN foi de 6,53%, representando a parcela de indivíduos que são removidos da condição de deficiência visual com a correção óptica. O índice encontrado é comparável com outros estudos populacionais mundiais. Para o estudo realizado em Bangladesh por Bourne e colaboradores com mais de 11 mil participantes, a prevalência de UREN encontrada foi de 7,18% considerando-se um limite para a deficiência visual de 6/12 (0,3 logMAR). Na mesma sequência, os autores apresentaram um novo limite em 6/18 (0,5 logMAR), encontrando uma prevalência para UREN de 4,05% (Bourne et al., 2004). Devido ao conceito de deficiência semelhante ao estudo vigente, este último indicador pode ser melhor equiparado, revelando uma maior deficiência visual por falta de óculos no Brasil.

No entanto, Varma e colaboradores (2008), através do *LALES*, um estudo com 6129 imigrantes latinos de seis setores censitários em La Puente, Califórnia, determinaram também dois conceitos distintos para identificar os casos de UREN. O primeiro, considerando o limite necessário para a obtenção da licença para dirigir em 20/40 (0,3 logMAR), ou seja, aqueles indivíduos que conseguem melhora na visão com ajuste de óculos, possibilitando uma visão acima desse nível. Outro conceito elaborado no estudo foi para aqueles casos com visão inferior a 20/40 e que obtiveram melhora de, ao menos, duas linhas de visão na tabela de Snellen, não necessariamente cruzando o limite pré-estabelecido. Para a primeira, a prevalência de UREN encontrada foi de 8,9% e para a segunda, 9,6%, diferença essa representada pelos casos que obtiveram melhora com óculos, mas não suficiente para deixar a categoria de deficiência visual considerada. Para ambos os casos, a prevalência encontrada foi

maior que no estudo presente. Essa discrepância pode, em parte, estar associada com o limite para a deficiência em 20/40, acreditando-se que os achados poderiam ser menores se este valor de corte representasse apenas os casos compatíveis com a definição de deficiência visual recomendada pela OMS. Mesmo assim, comparando-se com os achados de Bourne e colaboradores que apresentaram uma versão semelhante para essa definição com limite em 20/40, a prevalência para os casos de UREN no estudo de *LALES* foi superior.

Para Ramke e colaboradores, a prevalência de UREN chegou a 11,7% em uma amostra de 1414 habitantes do Timor-Leste. O critério para definir a deficiência visual neste estudo foi o recomendado pela OMS, com limite de corte em 6/18 (0,5 logMAR) (Ramke et al., 2007), semelhante ao adotado no estudo vigente. Neste caso, os achados de prevalência foram quase o dobro do encontrado no presente estudo. Essa diferença pode ser atribuída também a condições socioeconômicas diferentes, onde a situação de pobreza no Timor-Leste é notável e descrita pelos autores como um reflexo da história política do país, uma nação que emergiu recentemente como uma democracia independente. Outro aspecto que contribui para essa diferença é relacionado com as características da amostra. O levantamento de Ramke e colaboradores foi realizado com indivíduos acima de 40 anos de idade, onde espera-se encontrar uma prevalência de UREN maior, como determinado no estudo atual, cujos achados para as faixas etárias acima de 60 anos ficou em torno de 13%.

Sendo assim, muitos fatores e definições utilizadas em estudos populacionais limitam as possibilidades de comparação entre achados de prevalências. Deve-se analisar com cuidado as características de amostragem, diferenças regionais, realidade socioeconômica do país, bem como da população regional em estudo. Além disso, os critérios adotados que definem a deficiência visual não são uniformes para todas as publicações, dificultando os recursos para análise.

Especificamente para o estudo de Barnes e colaboradores (2011), desenvolvido na ilha de Ta'u/Samoa americana, apenas as prevalências de deficiência visual e cegueira foram determinadas, não oferecendo os dados de frequência de melhora visual com correção. Sendo assim, as informações acerca do URE e UREN não foram publicadas.

Com relação ao tipo de ametropia, os casos UREN foram mais prevalentes entre os graus mais altos ($EE \leq -3,00$ D e $EE \geq 3,00$ D). É natural esperar que, para valores mais altos de refração, seja mais profunda a limitação visual e também a prevalência de casos não

adequadamente corrigidos. Por outro lado, observa-se que, entre os indivíduos com baixas ametropias, essa limitação é menor e a falta dos óculos é mais bem tolerada.

Vale ainda lembrar que URE e UREN refletem indiretamente a assistência e o acesso a ela. Para muitos dos indivíduos que foram atendidos e que agora são reportados no presente estudo, apenas faltava o exame refracional para que pudessem ter melhora em sua condição visual, fato para o qual deve-se atentar quando são traçados programas de saúde ocular.

5.5 ASPECTOS DA DISTRIBUIÇÃO REFRACTIONAL

Os dados obtidos por meio do exame refracional objetivo, apresentam uma média de equivalente esférico de 0,04D, dentro da faixa de emetropia. Os valores de desvio padrão, extremos e amplitude apontam para uma tendência da amostra em se manter ao redor deste valor, com discreta tendência para a hipermetropia. A média para o EE apresentou uma distribuição normal, com poucos valores extremos, se comparados com a magnitude da população amostral. A influência desses extremos é compensada com a determinação da mediana, que se manteve em zero. A informação sobre média e mediana para o EE apenas aponta para um equilíbrio de intensidade entre valores refracionais positivos e negativos, mas poucas informações oferecem a cerca das prevalências ametrópicas. Essa distribuição de tendência central refracional esboça também, o comportamento da média por idades. No entanto, a grande dispersão dentro dos estratos etários dificulta a análise conforme a idade pelas médias e medianas. A presença de valores positivos e negativos na determinação de média e mediana, mesmo para um grupo amostral de alta magnitude, tende a aproximar-se do nível zero, ainda mais se a distribuição assemelha-se à curva de normalidade. Assim, não é difícil encontrar medidas de dispersão com valores maiores que os expressos pelas medidas de tendência central. Contudo, mesmo assim observa-se uma variabilidade muito alta para a distribuição dos valores absolutos dos componentes refracionais, considerando-se, a partir daí, que os achados de média e mediana não são adequados ou suficientes para se obter conclusões consistentes sobre o comportamento refracional na população.

Apesar disso, a avaliação por meio das médias para o valor refracional também foi desenvolvida por Katz e colaboradores (1997). Por meio de análise em foco nas diferenças refracionais entre brancos e negros, encontrou-se uma variação conforme as faixas etárias

acima de 40 anos para os dois grupos étnicos estudados, onde se observou uma média de -0,25D para os indivíduos na quinta faixa etária e aumento progressivo, até atingir 1,01D após os 80 anos de idade. A média para os valores do astigmatismo não esboçou mudanças significativas conforme a idade e categoria racial. No presente estudo, foi encontrada uma evolução para as médias semelhante, com progressão em direção à hipermetropia conforme as faixas etárias. Porém é importante mencionar que a sequência de Katz inicia-se a partir da quinta década, não contemplando todas as faixas etárias. Mesmo assim, observando-se apenas os segmentos após esse limite de idade, houve um aumento do valor médio até a sétima década. Ainda, a média para o astigmatismo não apresentou mudança significativa com a idade, comportamento semelhante nos dois estudos.

Analisando essas medidas de tendência central dentro dos grupos separados pelos critérios de definição para as ametropias, encontra-se uma concentração dos valores de EE em níveis mais baixos (1,00 D), o mesmo ocorrendo com o astigmatismo (-0,87 DC). Muitos estudos apresentam variação de critérios de classificação e a concentração dos valores refracionais mais baixos possibilita a indução de resultados diferentes conforme a escolha dos níveis de corte. Esse aspecto deve ser considerado para efeitos comparativos.

Considerando-se os dados encontrados para a mediana dentro das categorias de ametropias segmentadas, encontra-se uma dispersão muito pequena, permanecendo ao redor de zero. Esse fato é decorrente da estreita faixa considerada para a normalidade refracional. Apesar disso, observa-se uma grande parcela de indivíduos dentro desta categoria, com uma frequência de 47,40%. Pode-se concluir que quase metade da população é classificada como emétrope, não apresentando grandes variações ao redor do equivalente esférico zero. Já para a miopia, a mediana encontrada em -1,25D e seus dados de dispersão revela uma flutuação um pouco acima, permanecendo a maior frequência, contudo, abaixo de -2,25D. Para a hipermetropia, a mediana obtida foi de 1,37 D, com dispersão semelhante à encontrada para a miopia, atingindo em sua maioria, níveis abaixo de 2,12D. A maior concentração do equivalente esférico em níveis entre -2,00D e 2,00D apontam para o posicionamento dos valores refracionais para a maioria dos casos. Através desse diagnóstico, é possível identificar as necessidades mais frequentes para a prescrição em larga escala, favorecendo o planejamento estratégico de programas em saúde ocular e refração, a serem realizados no território nacional.

Dentro de cada município, foi realizada a análise a respeito do equivalente esférico e poder cilíndrico, obtendo-se níveis bastante próximos, com variação muito discreta para a média, mediana e valores de dispersão, de modo que é possível caracterizar uma certa semelhança dos achados refratométricos em questão para essas subpopulações no estudo. Na análise de prevalência, são encontrados também valores próximos para as ametropias. Apenas Pereiras apresenta uma frequência um pouco maior de hipermetropes em relação às demais. Essa relativa homogeneidade torna-se importante ao se questionar os dados considerados para a amostra em geral, bem como sua extrapolação para a população representada.

A prevalência encontrada para as ametropias no estudo demonstrou pouca diferença entre os sexos. Apenas para altas hipermetropias, observa-se uma prevalência maior em mulheres. Essa diferença também foi encontrada no estudo realizado em Botucatu, do qual participaram 2454 indivíduos no ano de 2009, observando-se frequência igual para ambos os sexos em praticamente todas as ametropias e segmentos etários, exceto em mulheres idosas, onde o EE positivo foi mais observado que em homens. Ainda para o mesmo estudo, foi encontrada uma frequência diferente para as ametropias conforme a idade. A miopia foi mais prevalente na quarta e oitava décadas de vida e a hipermetropia apresentou uma distribuição bimodal, com concentração maior na primeira década e após os 60 anos de idade. O astigmatismo também demonstrou aumento com a idade, atingindo 36,1% após os 70 anos de idade, porém em menor intensidade que a evolução apresentada pelas outras ametropias. Comportamento semelhante foi apontado para a anisometropia (Schellini et al., 2009).

No presente estudo, a distribuição de ametropias também seguiu uma variação de acordo com a idade. A miopia apresentou prevalência maior na quarta e quinta décadas de vida com 43,31% e 42,1% respectivamente, com decréscimo nas faixas etárias subsequentes, até apresentar novo aumento após os 70 anos de idade. A menor frequência para míopes, observada entre 50 e 59 anos, também é encontrada em vários estudos populacionais. A hipermetropia demonstra um perfil de distribuição discreto nas faixas etárias mais baixas, apresentando um aumento progressivamente maior após os 40 anos, atingindo o maior nível de frequência na sexta e sétima décadas, chegando a 65,6% entre as mulheres. Na oitava década, houve uma redução da proporção de hipermetropes. O astigmatismo apresentou uma prevalência progressivamente maior conforme as faixas etárias, porém com uma evolução discreta, semelhante com a descrita no *Botucatu Eye Study*. Porém, a anisometropia não demonstrou o mesmo comportamento observado no estudo de Schellini et al. (2009), apresentando mais um aspecto bimodal, com prevalência maior nos extremos de idade.

Essa distribuição encontrada para os diversos tipos de ametropias assemelha-se a uma série de estudos populacionais sobre prevalência de ametropias. É importante ressaltar que a maioria deles desenvolveu a análise baseada em populações acima de 40 anos de idade, limitando os aspectos comparativos. Para a miopia e hipermetropia, essa diferenciação é mais importante, uma vez que o contingente maior de míopes e menor de hipermetropes foi encontrado antes desse limite de idade.

O *Los Angeles Latino Eye Study* determinou a prevalência da miopia no ano de 2006 para adultos acima de 40 anos de idade residentes em La Puente, Califórnia, tendo sido examinados 6357 indivíduos, detectando-se 16,8% de míopes com $EE \leq -1,00D$ e 2,4% com $EE \leq -5,00D$. A evolução conforme a idade foi registrada, com uma queda progressiva inicialmente e aumento após os 70 anos, mudança essa atribuída à esclerose cristalíniana. Por meio de regressão logística, forte associação foi observada para a faixa etária de 55 a 69 anos, grau de escolaridade, país de origem e diabetes mellitus. Contudo, somente esse autor aponta para associação com a diabetes, não sendo encontrada para outros estudos semelhantes (Tarczy-Hornoch et al., 2006).

Katz e colaboradores (1997) apresentaram os resultados do estudo *Baltimore Eye Survey*, com 5308 indivíduos acima de 40 anos, selecionados por meio de amostragem estratificada, procurando-se determinar possíveis associações de erros refrativos com raça, sexo e idade. A miopia, dentro do grupo constituído por indivíduos negros, apresentou uma prevalência dependente da idade, com uma frequência de 30,7% entre 40 e 49 anos, queda nas categorias subsequentes e leve aumento após os 80 anos, atingindo 21,2%. Já a hipermetropia demonstrou comportamento contrário, com baixa prevalência aos 40 anos (15%) e aumento progressivo, até atingir 60,7% na faixa acima de 80 anos de idade. Os valores e evoluções encontrados para os indivíduos brancos foram semelhantes aos observados para os negros. Ainda, o astigmatismo apresentou uma frequência crescente de acordo com a idade.

Através do *Barbados Eye Study*, Wu e colaboradores (1999) determinaram o comportamento das ametropias em uma amostra de 4709 participantes de 40 a 84 anos. Foi encontrada uma prevalência para a miopia de 21,9%, com predomínio dos homens (25%) em relação às mulheres (19,5%), e para a hipermetropia de 46,9%, dessa vez com frequência maior no sexo feminino, com 51,8%. Com relação à idade, a distribuição da miopia iniciou-se com uma frequência de 17% entre indivíduos de 40 a 49 anos. Porém, após leve queda, é relatado um aumento importante nas faixas etárias mais avançadas, chegando a 41,8% após os

70 anos de idade. A prevalência para a hipermetropia foi apresentada com uma evolução semelhante ao estudo presente e também comparável com outros estudos, isto é, com uma frequência inicial de 28,8% para os indivíduos entre 40 e 49 anos, com aumento progressivo nos estratos subsequentes até atingir 64,9%. Alguns fatores foram aventados como atuantes nessa distribuição, determinados através de análise multivariada. A miopia apresenta forte associação com a idade (reduzindo progressivamente com o tempo), com indivíduos que desenvolvem atividades para perto, com o sexo masculino, com o grau de opacificação do cristalino e glaucoma. A hipermetropia também apresentou relação com a idade (aumento progressivo) e com o sexo feminino.

Essa distribuição para os erros refracionais esteve presente também no *Beaver Dam Eye Study*. Por meio de uma sequência de 4533 indivíduos, foi estabelecida uma prevalência geral para a miopia de 26,2%, chegando a 42,9% entre 43 e 54 anos de idade. Por outro lado, a hipermetropia foi encontrada em 49% da amostra, atingido 68,5% nas idades mais avançadas. Fatores determinantes inferidos como associação foram encontrados para o grau de escolaridade e idade (redução para a miopia e aumento para a hipermetropia). Não foi observada relação com a diabetes para os erros refracionais (Wang et al., 1994), de forma semelhante ao estudo atual.

Holanda Filha e Monte (2005) procuraram avaliar o comportamento da miopia justamente na faixa etária de manifestação da presbiopia. Observaram um nítido aumento do equivalente esférico após essa idade e em anos subsequentes, atribuindo esse fenômeno a uma hipermetropização natural. A partir daí, definiram o termo “miopia induzida” que é a diferença entre a miopia total e a real, onde a primeira é a refração obtida antes da idade da presbiopia, e a segunda é determinada após este processo de hipermetropização. Em outros termos, acredita-se que o míope apresente algum grau de espasmo acomodativo que é perdido com a evolução da presbiopia, explicando essa inversão na média refratométrica para a miopia observada nesta idade. Corrobora com esta afirmação, os achados de adição determinados pelos autores, onde, com frequência, encontravam-se graus de adição acima da média para a idade, significando que a distância refracional maior obtida nestes casos é decorrente de um grau de miopia maior que o esperado.

A maior prevalência da hipermetropia nas faixas etárias coincidentes com a presbiopia (acima dos 40 anos) pode ser, em parte, reflexo da conversão da hipermetropia latente em manifesta, que ocorre com a perda natural da acomodação. Em indivíduos com refração

positiva, a acomodação é um fenômeno constante, inclusive para a focalização à distância, o que não é observado em emétopes e míopes. Com isso, espera-se o desenvolvimento de uma hiperfunção do esforço acomodativo, que vai sendo perdido com a progressão da idade. Com o advento da presbiopia, essa hipermetropia latente tende a manifestar-se e a acomodação vai, progressivamente, sendo abreviada, de forma que se esvanece inteiramente após os 60 anos de idade. Com isso, é esperado que esse contingente de hipermetropes acima de 40 anos seja parcialmente de responsabilidade da perda acomodativa (Bicas, 1997).

Diferenças encontradas nas definições de ametropias consideradas devem ser levadas em conta quando comparados vários estudos de prevalência. A equipe de Bourne, que estudou os casos de erros refracionais não corrigidos em Bangladesh, adotou como critérios para ametropias limites entre 1,00 e 3,00D. A frequência para a hipermetropia, neste caso, foi de 51,5% na faixa de 50 a 59 anos e para a miopia de 63,8% acima dos 70 anos de idade. Por meio de métodos de inferência estatística, foram considerados fatores relacionados com o UREN, a presença de hipermetropia, período longo desde o último exame oftalmológico, ser motorista e receber auxílio financeiro do governo. O grau de escolaridade aparece como associação negativa. Não apresentaram associação a presença de miopia e doenças sistêmicas crônicas (Bourne et al., 2004).

Outro grupo, desenvolvendo uma análise de prevalência populacional no Oriente Médio através do *Tehran Eye Study*, procurando associar a prevalência dos erros refrativos com o UREN, encontrando uma associação importante entre miopia e hipermetropia com esses casos de *Unmet need*. A prevalência para a miopia na amostra geral do estudo foi de 21,38%, enquanto para a hipermetropia foi de 26,03% e para o astigmatismo de 29,7% (Fotouhi et al., 2006).

Como mencionado anteriormente, foi encontrada uma prevalência notoriamente maior de UREN para os casos de altas miopias e altas hipermetropias, não sendo caracterizado o mesmo achado para ametropias de magnitude inferior. Os dados de Bourne e colaboradores (2004) mencionam essa relação com ametropias mais baixas que os encontrados no presente estudo. Talvez esse seja um motivo para a miopia não ter sido considerada como fator positivo nas associações de prevalência no estudo em Bangladesh, uma vez que os autores não consideraram para a análise outros critérios de classificação refracional. Apesar de determinados estratos diferentes para as ametropias no estudo de Tehran, não fica claro na descrição dos autores quais categorias foram abordadas para a realização da análise uni e

multivariada. É citada apenas a associação entre hipermetropia e miopia com o UREN (Fotouhi et al., 2006).

Alguns achados revelam a distribuição dos erros refracionais para populações mais jovens, apontando aspectos particularmente diferentes dos encontrados para segmentos mais avançados. Dandona e colaboradores (1999), através do estudo denominado *Andhra Pradesh Eye Disease Study*, realizaram amostragem estratificada em duas categorias: de quinze anos ou menos e acima desta idade. Para o primeiro grupo, foi identificada a miopia em apenas 4,44%, hipermetropia em 53,37% e astigmatismo em 6,93%. Nos indivíduos acima de quinze anos, a miopia apresentou uma prevalência de 19,39%, contra 9,83% de hipermetropes e 12,94% de astigmatas. A análise multivariada determinou uma forte associação com esclerose do cristalino e grau de escolaridade para a miopia. A idade acima de 30 anos, o sexo feminino e alto poder aquisitivo foram associados com a hipermetropia, enquanto a idade acima de 40 anos e ensino médio e superior foram os fatores mais relacionados com o astigmatismo.

Oliveira e colaboradores (2009) avaliaram mais de 1600 crianças em estudo transversal realizado em instituições escolares, procurando determinar o papel dos erros refracionais como causa de deficiência visual infantil. A ametropia mais frequente no grupo foi o astigmatismo hipermetrópico com 63,2%, seguido do astigmatismo miópico com 15,7% e do astigmatismo misto com 12,5%. O astigmatismo hipermetrópico configurou a ametropia mais frequente dentre os indivíduos considerados com deficiência visual ($AV < 1,3 \log\text{MAR}$).

Em alguns grupos populacionais definidos, é encontrada uma prevalência maior de astigmatas. Entre crianças indígenas norte-americanas abaixo de oito anos de idade, foi observada uma frequência entre 23,1% e 29% para o astigmatismo acima de 2,0D. Somente entre um e dois anos de idade evidenciou-se uma proporção menor, ao redor de 13% (Harvey et al., 2010). Outros autores, procurando descrever a distribuição do astigmatismo além de 0,50D em grupos populacionais maiores, evidenciaram uma prevalência entre 55 a 58% para indivíduos abaixo de 40 anos. Acima desta idade, observaram uma redução significativa desta frequência para 33% e nova evolução após os 70 anos de idade, atribuindo esse incremento ao astigmatismo corneano (Rayes et al., 2007).

No presente estudo, o astigmatismo apresenta uma prevalência inicial em cerca de 50%, desenvolvendo uma progressão constante com a idade, até ultrapassar 70% na oitava década de vida. É possível que a esclerose nuclear do cristalino também esteja relacionada com essa evolução do componente cilíndrico. Entretanto, quando analisada a evolução do

astigmatismo corneano conforme a idade, observa-se uma curva semelhante à encontrada para o astigmatismo refracional, significando que o primeiro exerce influência nos dados refracionais do segundo.

Evolução semelhante é descrita em outros estudos referente ao astigmatismo, com aumento do valor cilíndrico em idades mais avançadas (Katz et al., 1997). Ainda, a relação entre o astigmatismo corneano e o refracional foi bem determinada por Shankar e Bobier em um estudo com 129 crianças pré-escolares. Utilizando a análise refratométrica em comparação com os dados ceratométricos, observaram que o astigmatismo corneano acompanha de perto a variação do cilindro refracional, mantendo-se constante o componente cilíndrico lenticular. Além disso, em astigmatismos refracionais mais altos (maiores que -1,0DC), esse cilindro lenticular manteve-se constante, em concordância com o encontrado em astigmatismos refracionais abaixo desse limite, revelando que, em astigmatismos totais mais altos, a participação da curvatura corneana na determinação desta ametropia é preponderante (Shankar & Bobier, 2004).

Estudos apontam para uma tendência do eixo do astigmatismo apresentar mudança de direção em função da idade, no sentido da verticalização. Rayes e colaboradores (2007), revisando os dados de mais de 20 mil indivíduos que frequentaram o serviço oftalmológico, encontraram uma progressiva inversão do eixo, inicialmente horizontal e passando para o cilindro contra a regra após os 50 anos, idade em que a frequência para as duas modalidades de eixo perpendiculares entre si é igual. A prevalência do eixo oblíquo manteve-se constante em todas as faixas etárias.

A mudança nas prevalências dentro das categorias de eixo cilíndrico é evidente, corroborando com os achados apresentados na literatura, com mais de 50% dos indivíduos astigmatas dentro da primeira faixa etária com eixo horizontal, contra pouco mais de 10% com esta mesma condição após os 70 anos. Por outro lado, o eixo vertical iniciou com uma prevalência inicial de 15,84% e progressivamente atingiu mais de 55% na oitava década. O eixo oblíquo não apresentou grandes variações na frequência observada.

Relação entre a curvatura da córnea e as ametropias também foi avaliada, observando-se não haver diferenças. Mesmo para erros refracionais mais altos, os valores de ceratometria média mantiveram-se similares com as categorias mais baixas, revelando que a curvatura corneana não é o único parâmetro responsável pelo desenvolvimento das ametropias e que, no nível populacional, pouca influência exerce na magnitude dos erros refracionais.

Avaliando-se as categorias de diagnóstico refracional, ou seja a conjunção das ametropias, observa-se uma prevalência maior para os casos de astigmatismo hipermetrópico, seguido do astigmatismo miópico. A prevalência obtida para o astigmatismo misto, hipermetropia isolada e miopia isolada foram notoriamente menores. Chama atenção a alta prevalência do astigmatismo na amostra, em detrimento da miopia e hipermetropia isoladas. Contudo, essa prevalência mantém concordância com os achados de muitos estudos populacionais já citados anteriormente.

Para todos os diagnósticos e combinações de ametropias, foram reconhecidas as principais queixas associadas. A astenopia entre os indivíduos com astigmatismo miópico foi mais frequente, inclusive, que a dificuldade com a visão à distância, sugerindo ser a principal queixa para esta ametropia. Na realidade, baixos graus para a miopia e, principalmente para o astigmatismo, não se traduzem, necessariamente, em dificuldade perceptível para uma razoável definição da imagem à distância, mas podem significar um esforço visual para atingir tal definição. Já, quando o erro refracional é maior, espera-se encontrar queixa de baixa acuidade visual para longe. Como esperado, a queixa relacionada com a baixa visão para perto apresentou frequência maior para os casos de astigmatismo hipermetrópico, astigmatismo misto e hipermetropia isolada. Esse fenômeno é decorrente do posicionamento mais adiantado do ponto próximo para a leitura nestes casos.

Com relação às categorias de tratamento refracional instituídos, a prescrição de óculos foi maior para os indivíduos que apresentavam astigmatismo hipermetrópico, chegando a 70% dos casos. A menor frequência de prescrição óptica ficou por conta da miopia, onde apenas 30% receberam prescrições. Consideram-se nesses achados, a grande parcela de indivíduos com queixa relacionada à baixa visão para perto no primeiro caso. Além disso, acredita-se que uma parcela considerável dos míopes apresenta baixa ametropia, não sendo o suficiente para causar a limitação para a distância, além de contribuir para uma visão mais confortável para perto, principalmente nos jovens presbitas. Associado a isso, a alta frequência de astenopia como queixa principal nesta categoria pode ser confundida com outras condições que cursam com sintomas semelhantes à distância, dificultando a correlação com problemas visuais.

No programa de saúde visual proposto, procurou-se oferecer as correções preferencialmente para os indivíduos que manifestavam acuidade visual inferior à 0,15 logMAR. Assim, direcionou-se o tratamento de forma estratégica e prioritária, para a

população com maior necessidade, com o objetivo de recuperar, de maneira eficiente, uma melhor acuidade visual, capaz de reduzir as limitações decorrentes dessa baixa visão.

Um paralelo comparativo foi realizado entre os achados refracionais objetivos e subjetivos, procurando-se determinar o grau de representatividade entre as duas modalidades de exame. A refração subjetiva é dependente não somente da ametropia em questão como a objetiva, mas carrega intrinsecamente efeitos humanos oriundos do examinador e do indivíduo examinado. A autorrefração não considera esses fatores na determinação dos seus valores, esperando-se que haja diferença entre os dois métodos. A subjetividade do indivíduo examinado é ilustrada pela flutuação normal que pode ser encontrada nos componentes refracionais, às vezes em curto espaço de tempo entre exames diferentes. Podem contribuir para isso, todos os fatores já relacionados com a complexidade da aferição da acuidade visual que influenciam na escolha das lentes oftálmicas, como condições de iluminação e mesmo estado de ansiedade, compreensão sobre o funcionamento do exame e capacidade em diferenciar nuances entre lentes muito próximas no refrator. Relacionados com o examinador, estão também fatores intrínsecos ao mesmo, procurando-se ao menos, minimizar esses efeitos mantendo-se o mesmo profissional para esta etapa do protocolo. Observou-se que as médias para o equivalente esférico e componentes esférico e cilíndrico estão mais próximas à linha de base quando considera-se a refração subjetiva, principalmente com relação ao astigmatismo. Contribui para esse achado, o intervalo entre lentes oferecido pelo refrator de 0,25D, diferente do autorefrator que determina graduações a cada 0,12D. Além disso, para refrações muito baixas, onde os sintomas de dificuldade visual são menos frequentes, existe uma tendência, tanto para examinador como para examinado, em se escolher lentes mais próximas à linha de base. Para ilustrar melhor a representatividade entre ambos os métodos, procurou-se determinar a diferença em dioptrias. Essa diferença, categorizada em estratos, aponta para uma congruência entre os achados de cerca de 60%, ou seja, a frequência onde houve discrepância de, no máximo 0,50D entre os métodos refracionais. Em 19% esta discrepância ficou entre 0,50D e 1,0D e apenas 18% apresentaram diferenças maiores. Sendo assim, pode-se afirmar que existe uma representatividade entre ambos os métodos para a determinação dos erros refracionais. Dados apresentados por outros estudos fornecem informações semelhantes a respeito desta associação. Uras e colaboradores mencionam uma concordância de 66,7% entre ambas as técnicas de refração cuja discrepância de equivalente esférico não excedesse 0,50 D, chegando a atingir 90% ao considerar-se apenas o equivalente esférico (Uras et al., 2001).

5.6 LIMITAÇÕES E PONTOS FORTES DO ESTUDO

Outros municípios participaram do Projeto de Prevenção à Cegueira por fazerem parte da área de abrangência do protocolo e, inicialmente, foram aventados para constituir a amostra. Entretanto, devido não apresentarem em plenitude os dados em registro, não foram incluídos. A dificuldade de se manter uma rotina e padronização de armazenagem e controle dos dados coletados é fator limitante. Os municípios participantes foram os que apresentavam completos os registros das variáveis de interesse. Mesmo assim, alguns estudos mundiais de mesmo perfil adotam outras variáveis que demonstram significância e que não foram contempladas no trabalho em questão, seja por não estarem adequadamente padronizadas ou por terem sido empregadas em apenas alguns poucos municípios. A exemplo do mencionado, podem ser citadas a escolaridade, profissão e habilitação veicular. Destaque deve ser dado para a escolaridade e profissão no caso de estudo que envolve diretamente a visão do sujeito na pesquisa. Há influência direta entre a necessidade de correção óptica e a atividade que o indivíduo exerce.

Os municípios paulistas são agrupados em grandes regiões, conforme explanado no capítulo introdutório. Quando o Projeto de Prevenção de Cegueira foi idealizado, uma palestra sobre as vantagens de se realizar exames oculares preventivos e de se atuar em comunidades ainda não abrangidas por exames oftalmológicos disponíveis para usuários do Sistema Único de Saúde foi feita em reunião dos Secretários de Saúde dos Municípios. O serviço foi oferecido, assim como foram colocadas as necessidades de adesão dos servidores da saúde dos Municípios que seriam os considerados parceiros, os quais receberam inclusive um curso preparatório, voltado para a disseminação dos conceitos de cegueira e baixa visão. A participação dos Municípios foi livre, ocorrendo mais frequentemente pelos que se localizam mais na região sul da sub-regional de saúde que se localiza no centro-oeste paulista. A extrapolação dos dados para todo o estado ou para o Brasil não é pretensão da equipe. Contudo, levando-se em consideração a magnitude amostral, os critérios rígidos de padronização, de seleção da amostra e a ausência de estudos mais abrangentes ou multiregionais, pode-se considerar esse trabalho como prerrogativa para novas iniciativas em território nacional que possam contribuir com a descrição do panorama refracional brasileiro.

Viéses de seleção ou amostragem, já discutidos anteriormente, foram reconhecidos pela equipe executora e incluídos devido à limitação em se manter o controle de todas as

variáveis atuantes na coleta. O período de realização do exame, desconsiderando aqueles indivíduos ausentes no momento e a dependência do consentimento, excluindo todos os que não manifestaram interesse, são alguns exemplos de vieses encontrados. O planejamento e sistematização das residências, levando em consideração a representação cartográfica, desconsideraram, muitas vezes, terrenos que agrupavam mais de uma unidade residencial que, como observado na prática, foram contabilizados como uma unidade apenas. Ainda, deve-se considerar a exclusão de comunidades que não estavam representadas em regiões mais afastadas ou consideradas como zonas rurais.

Outra característica que pode ter influenciado nos achados de prevalência e associação foi a autorreferência para algumas variáveis. Com isso, são incluídos alguns fatores de confusão, dependentes da própria interpretação dos indivíduos e do seu autoconhecimento a cerca da cor da pele, antecedentes sistêmicos e oculares.

Analisando-se os diversos estudos mundiais semelhantes, encontra-se uma variabilidade de critérios adotados para as ametropias e limites de acuidade visual, além dos estabelecidos pela OMS. Acredita-se que essa diversidade possa influenciar nos aspectos comparativos e nos resultados, muitas vezes discrepantes, entre várias pesquisas.

Como pontos fortes do estudo podem ser citados o grande número de participantes, o trabalho com equipe motivada e treinada para a execução das tarefas, da qual participaram agentes de saúde e médicos residentes, criando o sentimento da necessidade de prevenção. O uso de unidade que se mobilizou até os municípios que muitas vezes não possuíam nenhuma condição de atendimento oftalmológico, assim como o levantamento de dados que podem ser utilizados no planejamento de atividades de prevenção da cegueira também devem ser destacados. Porém, o ponto mais importante de todos foi possibilitar para uma população muitas vezes carente, a oportunidade única de acesso ao atendimento oftalmológico com fornecimento de exame refracional, este que durante muitos e muitos anos foi “elitizado” e indisponível para indivíduos de baixa renda e que pode tirar da condição de deficiência visual e cegueira número expressivo de casos, como pudemos bem demonstrar.

6 CONCLUSÕES

A análise descritiva dos dados apontou a distribuição dos erros refrativos na população estudada, revelando miopia em 22,5%, hipermetropia em 29,4% e de astigmatismo em 59,70%. A anisometropia esteve presente em 13,17%.

Ainda, segundo a mesma análise e por meio de confirmação com a análise uni e multivariada, a prevalência da miopia é maior entre 20 e 39 anos e sem diferença significativa entre sexo e cor da pele. A hipermetropia é mais prevalente entre 50 e 69 anos, com predomínio do sexo feminino, principalmente em altos hipermétropes. A prevalência da anisometropia é maior acima dos 70 anos. O astigmatismo apresentou aumento crescente com a idade, sendo maior após os 70 anos, sem diferença entre sexos. O eixo horizontal do astigmatismo foi mais frequente entre os jovens, enquanto o vertical ocorreu mais entre os idosos, sem relação significativa entre sexo e cor da pele.

Quanto ao impacto refracional sobre a acuidade visual, a análise de prevalência e os modelos de regressão logística mostram que quase 14% apresentam melhora, atingindo boa acuidade visual com as correções adequadas e 6,53% deixam a condição de cegueira e baixa visão por meio do ajuste da correção óptica. Esse benefício foi mais observado em indivíduos com idade acima de 50 anos, e nos portadores de altas ametropias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albert DM, Jakobiec FA. Principles and Practice of Ophthalmology. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 1994. p. 1291-7.

Albuquerque RC, Alves JGB. Afecções oculares prevalentes em crianças de baixa renda atendidas em um serviço oftalmológico na cidade do Recife – PE, Brasil. Arq Bras Oftalmol. 2003;66:831-4.

Alió JL, La Róz F, Santonja JJP, Ruiz-Moreno JM, Quesada JA. Phakic anterior chamber lenses for the correction of myopia: a 7-year cumulative analysis of complications in 263 cases. Ophthalmology. 1998;106(3):458-66.

Alves AA. Acuidade Visual. In: Refração. 3rd ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1999. p. 145-59.

Alves MR. Considerações anatômicas e fisiológicas para a adaptação de lentes de contato. In: Coral-Ghanem C, Kara-José N. Lentes de Contato. Rio de Janeiro: Cultura Médica. 2003. p. 57-67.

Applegate RA. Limits to vision: can we do better than nature? J Refract Surg. 2000;16:547-51.

Aravena CO. Percepção visual e atenção na aquisição de habilidades motoras. Rev Ed Fis;7(1):53-61.

Arieta CEL, Delgado AMN, Kára José N, Temporini ER, Alves MR, Moreira Filho DC. Refractive errors and cataract as causes of visual impairment in Brazil. Ophthal Epidemiol. 2003;10(1):15-22.

Barnes SS, Utu PJM, Sumida L, O'Carroll DC, Jenkins TL, Corboy J. Survey on visual impairment and refractive errors on Ta'u Island, American Samoa. J Ophthalmic Vis Res. 2011;6(1):32-5.

Barth B, Alves MR, Kára-José N. Desempenho visual na correção de miopia com óculos e lentes de contato gelatinosas. Arq Bras Oftalmol. 2008;71(1):90-6.

Barthen RB. Temas Atuais de Física: A Luz. São Paulo: Livraria da Física, 2005. p.12-5.

Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. Neuroscience: exploring the brain. Baltimore: Wilkins. 1996. 666 p.

Beer SMC, Scarpi MJ, Minello AA. Achados oculares em crianças de zero a seis anos de idade residentes na cidade de São Caetano do Sul, SP. Arq Bras Oftalmol. 2003;66:839-45.

Bekibele CO, Fawole OI, Bamgboye AE, Adekunle LV, Ajayi L, Baiyeroju AM. Prevalence of refractive error and attitude to spectacle use among drivers of public institutions in Ibadan, Niger. *Ann Afr Med.* 2007;6:26-30.

Bicas H. Acuidade visual: medidas e notas. *Arq Bras Oftalmol.* 2002;65:375-84.

Bicas HEA. Ametropias e presbiopia. *Medicina (Ribeirão Preto).* 1997;30(1):20-6.

Born M, Wolf E. *Principles of Optics.* 7th ed. Cambridge: Cambridge University Press. 1999. p. 116-41.

Bourne RRA. Uncorrected refractive error and presbyopia: accommodating the unmet need. *Br J Ophthalmol.* 2007;91:848-50.

Bourne RRA, Dineen BP, Huq DMN, Ali SM, Johnson GJ. Correction of refractive error in the adult population of Bangladesh: meeting the unmet need. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45(2):410-7.

Boyce C, Ross A, Monaco M, Hornak L, Li X. Multispectral iris analysis: a preliminary study. *Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition Workshop on Biometrics.* Jun 2006. New York. p. 51-9.

Brasil OFM, Brasil MVO, Japiassú RM et al. Avaliação das alterações fundoscópicas na miopia degenerativa. *Arq Bras Oftalmol.* 2006;69(2):203-6.

Brito PR, Veitzman S. Causas de cegueira e baixa visão em crianças. *Arq Bras Oftalmol.* 2000;63(1):49-54.

Brown AM, Lindsay DT. Contrast insensitivity: the critical immaturity in infant visual performance. *Optom Vis Sci.* 2009; 86(6): 572-6.

Brown NP. The change in lens curvature with age. *Exp Eye Res.* 1974;19:175-18.

Canovas R, Cypel M, Farah ME, Belfort Jr R. Pigmentos Maculares. *Arq Bras Oftalmol.* 2009;72(6):839-44.

Carney LG, Mainstone JC, Henderso BA. Corneal topography and myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1997;38:311-20.

Carvalho LAV. Técnicas para facilitar o diagnóstico da topografia da córnea in vivo. *Arq Bras Oftalmol.* 2005;68(2):205-12.

Chan A, Duker JS, Ko TH, Fujimoto JG, Schuman JS. Normal macular thickness measurements in healthy eyes using stratus optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol.* 2006;124:193-8.

Chiang YP, Bassi LJ, Javitt JC. Federal budgetary costs of blindness. *Milbank Q.* 1992;70:319-40.

Cigales M, Hoyos JE. Step by step astigmatism ablation. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publ. 2006. p.1-18.

Cinoto RW, Berezovsky A, Belfort Jr R, Salomão SR. Comparação entre qualidade de visão auto-relatada e acuidade visual em população idosa de baixa renda na cidade de São Paulo. *Arq Bras Oftalmol.* 2006;69(1):17-22.

Congdon N, O'Colmain B, Claver CCW et al. Causes and prevalence of visual impairment among adults in the United States. *Arch Ophthalmol.* 2004; 122:477-85.

Cook CA, Koretz JF, Pfahnl A, Hyun J, Kaufman PL. Aging of the human crystalline lens and anterior segment. *Vision Res.* 1994;34:2945-54.

Couto Júnior AS, Pinto GR, Oliveira DA et al. Prevalência das ametropias e oftalmopatias em crianças pré-escolares e escolares em favelas do Alto da Boa Vista, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev Bras Oftalmol.* 2007;66 (5):304-8.

Curtin BJ, Karlin DB. Axial length measurements and fundus changes of the myopic eye, the posterior fundus. *Trans Am Ophth Soc.* 1970;68:312-34.

Dalmoro G, Netto AA. Estudo da pressão intra-ocular em pacientes normais da cidade de Florianópolis. *Rev Bras Oftalmol.* 2004;63(3):177-88.

Dandona R, Dandona L, Naduvilath TJ, Srinivas M, McCarthy CA, Rao GN. Refractive errors in the urban population in Southern India: The Andhra Pradesh Eye Disease Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1999;40(12):2810-8.

Daniels K. Contact Lenses. Thorofare. N.J.: SLACK Inc, 1999. 192 p.

Douthwaite WA. The asphericity, curvature and tilt of the human cornea measured using a videokeratoscope. *Ophthal Physiol Opt.* 2003;23:141-50.

Duke-Elder SS. Astigmatismo. In: Duke-Elder SS. *Prática de refração em oftalmologia.* 9th ed. Rio de Janeiro: Atheneu;1984. p.57-61.

Dursun D, Monrov D, Knighton R et al. The effects of experimental tear film removal on corneal surface regularity and barrier function. *Ophthalmology.* 2000;107(9):1754-60.

Eghbali F, Yeung KK, Maloney RK. Topographic determination of corneal asphericity and its lack of effect on the refractive outcome of radial keratotomy. *Am J Ophthalmol.* 1995;119(3):275-80.

Esteves JF, Domingues CG, Krás LP et al. Prevalência e causas de cegueira em bairro de Porto Alegre. *Arq Bras Oftalmol.* 1996;59(3):244-7.

Farnsworth PN, Shyne SE. Anterior zonular shifts with age. *Exp Eye Res.* 1979; 28:291-297.

Fernandes LHO. Simulação de fenômenos óticos e fisiológicos do sistema de visão humana. Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo. 2008. São Paulo.

Fledelius HC, Stubgaard M. Changes in refraction and corneal curvature during growth and adult life. *Acta Ophthalmol.* 1986;64:487-91.

Forsseto AS, Nosé RAM, Nosé W. PRK versus LASIK para correção de miopia baixa e moderada. *Arq Bras Oftalmol.* 2000;63(4):257-62.

Foster A, Resnikoff S. The impact of Vision 2020 on global blindness. *Eye* 2005;19:1133-5.

Fotouhi A, Hashemi H, Raissi B, Mohammad K. Uncorrected refractive errors and spectacle utilization rate in Tehran: the unmet need. *Brit J Ophthalmol.* 2006;90:534-7.

Fowles GR. Introduction to modern optics. 2nd ed. New York: Dover Publications; 1989. p. 38-40.

Francis TS, Yu XY. Introduction to Optical Engineering. Cambridge: Cambridge University Press; 1997. p. 1-62.

Frick KD, Gower EW, Kempen JH, Wolff JL. Economic impact of visual impairment and blindness in the United States. *Arch Ophthalmol.* 2007;125:544-50.

Friedman NJ, Kaiser PK. Essentials of Ophthalmology. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2007. p. 19-22.

Fucks J, Holm K, Vilhelmsen K, Rosenberg T, Scherfig E, Fledelius HC. Hereditary high hypermetropia in the Faroe Islands. *Ophthalm Gen.* 2005;26(1):9-15.

Gao O, Chen X, Ge J et al. Refractive shifts in four selected artificial vitreous substitutes based on Gullstrand-Emsley and Liou-Brennan schematic eyes. *Ophthalmol Vis Sci.* 2009;50:3529-34.

Geraissate E. Hipermetropia. *Arq Bras Oftalmol.* 2000;63(6):499-501.

Green WR. Retina. In: Spencer WH, editor. *Ophthalmic Pathology: An Atlas and Textbook.* 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1985. p.589-1291.

Guiaroni A, Moreira JBC. Astigmatismo induzido na cirurgia extracapsular da catarata: acompanhamento a longo prazo. *Arq Bras Oftalmol.* 2004;67:79-82.

Hammond CJ, Snieder H, Gilbert CE, Spector TD. Genes and environment in refractive error: the twin eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2001;42:1232-6.

Handelsman Y, Mechanick JI, Blonde L, et al. AACE Task Force for developing diabetes comprehensive care plan. American Association of Clinical Endocrinologists Medical Guidelines for clinical practice for developing a diabetes mellitus comprehensive care plan. *Endocr Pract.* 2011;17(2):1-53.

Hargrave, PA. Future directions for rhodopsin structure and function studies. *Behav Brain Sci.* 1995;18:403-14.

Harvey EM, Dobson V, Clifford-Donaldson CE, Green TK, Messer DH, Miller JM. Prevalence of astigmatism in native american infants and children. *Opt Vis Sci.* 2010;87(6):400-5.

Harvey EM, Dobson V, Miller JM. Prevalence of high astigmatism, eyeglass wear, and poor visual acuity among native american grade school children. *Opt Vis Sci.* 2006;83(4):206-12.

Ho VH, Schwab IR. Social economic development in the prevention of global blindness. *Brit J Ophthalmol.* 2001;85:653-7.

Holanda Filha JG, Monte FQ. Estudo da evolução da miopia na faixa etária de desenvolvimento da presbiopia. *Rev Bras Oftalmol.* 2005; 64 (5): 297-305.

Holladay JT. Proper method for calculating average visual acuity. *J Refrac Surg.* 1997;13:388-91.

Holmström, G, Azazi M, Kugelberg U. Ophthalmological long term follow up of preterm infants: a population based, prospective study of the refraction and its development. *Brit J Ophthalmol.* 1998;82:1265-71.

Hubel DH, Wiesel TN. Brain mechanism of vision. *Sci Amer.* 1979;(241): 150-62.

Hubel DH, Wiesel TN: Uniformity of monkey striate cortex: a parallel relationship between field size, scatter, and magnification factor. *J Comp Neurol* 1974;158:267-94.

Ishikawa H, Esaki K, Liebmann JM, Uji Y, Ritch R. Ultrasound biomicroscopy dark room provocative testing: a quantitative method for estimating anterior chamber angle width. *Jpn J Ophthalmol.* 1999;43(6):526-34.

Jankov M, Mrochen M, Schor P, Chamon W, Seiler T. Frentes de ondas (wavefronts) e limites da visão humana: parte I – Fundamentos. *Arq Bras Oftalmol.* 2002;65:679-84.

Jeveaux GC, Portes AJF, Couto Júnior AS, Shinzato F. Prevenção à cegueira em crianças de 3 a 6 anos assistidas pelo programa de saúde da família (PSF) do Morro do Alemão – Rio de Janeiro. *Rev Bras Oftalmol.* 2008;67(5):226-30.

Jobke S, Kasten E, Vorwerk C. The prevalence rates of refractive errors among children, adolescents, and adults in Germany. *Clin Ophthalmol.* 2008;2(3):601-7.

Jones LT. The lacrimal secretory system and its treatment. *Ind J Ophthalmol.* 1966;14:191-6.

Kára-José N, Arieta CEL. South American programme: Brazil. *J Com Eye Health.* 2000;13(1):55-6.

Kara-José N, Carvalho CMM, Caldato R, Pereira VL, Oliveira AM, Fonseca Neto JC. Atendimento de amblíopes e prevalência na população pré-escolar, Campinas, São Paulo, Brasil. *Bol Sanit Panam.* 1984;96(1):31-7.

- Katz J, Tielsch JM, Sommei A. Prevalence and risk factors for refractive errors in an adult inner city population. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1997;38(2):334-40.
- Kawamura, S. Rhodopsin phosphorylation as a mechanism of cyclic GMP phosphodiesterase regulation by S-modulin. *Nature.* 1993;362:855-7.
- Kirsch D, Lima CA, Perez MF, Kirsch AE, Ribeiro R. Características da dor na cefaleia refracional em crianças. *Einstein.* 2007; 5(2):143-14.
- Kleinstein RN, Jones LA, Hullett S et al. Refractive error and ethnicity in children. *Arch Ophthalmol.* 2003;121:1141-7.
- Kolb H. The neural organization of the human retina. In: Heckenlively JR, Arden GB. *Principles and practice of clinical electrophysiology of vision.* St. Louis: Mosby. 1991. p. 25-52.
- Koretz JF, Handelman GH, Brown NP. Analysis of human crystalline lens curvature as a function of accommodative state and age. *Vision Res.* 1984;24:1141-51.
- Kuffer SW. Discharge patterns and functional organization of mammalian retina. *J Neurophysiol.* 1953;16:37-68.
- Le Mercier E, Vignand J. Chiasma optique. In: *Encycl. Méd. Chir. (Paris-France), Ophthalmologie*, 4-008-A-20,1993, 7 p.
- Leske MC, Heijl A, Hussein M, Bengtsson B, Hyman L, Komaroff E. Factors for Glaucoma Progression and the Effect of Treatment. *Arch Ophthalmol.* 2003;121:48-56.
- L'Esperance FA Jr, Taylor DM, Warner JW. Human excimer laser keratectomy: Short term histopathology. *J Refract Surg.* 1988;4:118.
- Lima LHS, Souza LB. Análise da viabilidade econômica da unidade móvel de um serviço de referência em oftalmologia. *Arq Bras Oftalmol.* 2005;68(5):609-14.
- Lithander J, Sjostrand J. Anisometropic and strabismic amblyopia in the age group 2 years and above: a prospective study of the results of treatment. *Brit J Ophthalmol.* 1991;75:111-16.
- Machado JH. Óptica passo a passo: do atendimento ao laboratório. Rio de Janeiro: Senac, 2009. p. 57-61.
- Macri FJ, Cevario SJ. The formation and inhibition of aqueous humor production: a proposed mechanism of action. *Arch Ophthalmol.* 1978;96(9):1664-67.
- Mancia G, De Backer G, Dominiczak A et al. 2007 Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2007;28(12):1462-536.

- Marmamula S, Keeffe JE, Raman U, Rao GN. Population-based cross-sectional study of barriers to utilization of refraction services in South India: rapid assessment of refractive errors (RARE) study. *Brit J Ophthalmol.* 2011;1:1-5.
- McCarty CA. Uncorrected refractive error. *Brit J Ophthalmol.* 2006;90:521-30.
- Mc Tighe JW. The human cornea: a light and electron microscopic study of the normal cornea and its alterations in various dystrophies. *Trans Am Ophth Soc.* 1967;65:591-660.
- Medina NH, Munõz EH. Atenção à saúde ocular da pessoa idosa. *Bepa.* 2011;8(85):23-8.
- Messias A, Jorge R, Cruz AAV. Tabelas para medir acuidade visual com escala logarítmica: porque usar e como construir. *Arq Bras Oftalmol.* 2010;73(1):96-100.
- Minassian DC, Rosen P, Dart JKG, Reidy A, Desai P, Sidhu M. Extracapsular cataract extraction compared with small incision surgery by phacoemulsification: a randomised trial. *Brit J Ophthalmol.* 2001;85:822-29.
- Monteiro EL, Allemann N. Biometria óptica. *Arq Bras Oftalmol.* 2001;64:367-70.
- Moreira ATR. Astigmatismo. *Arq Bras Oftalmol.* 2001;64:271-2.
- Moura NMO, Vlainich ARC, Neustein I. Acurácia da ultra-sonografia ocular na detecção de alterações vitreoretinianas em candidatos à vitrectomia. *Arq Bras Oftalmol.* 2004;67:103-6.
- Muñoz B, West SK. Blindness and visual impairment in the Americas and the Caribbean. *Brit J Ophthalmol.* 2002;86:498-504.
- Muñoz B, West SK, Rubin GS et al. Causes of blindness and visual impairment in a population of older americans. *Arch Ophthalmol.* 2000;118:819-25.
- Nangia V, Jonas JB, Sinha A, Matin A, Kulkarni M. Refractive error in central India: the Central India Eye and Medical Study. *Ophthalmology.* 2010;117(4): 693-9.
- Narvaéz J, Zimmerman G, Stulting D, Chang DH. Accuracy of intraocular lens power prediction using the Hoffer Q, Holladay 1, Holladay 2, and SRK/T formulas. *J Cataract Refract Surg.* 2006; 32:2050-53.
- Netto MV, Ambrósio Junior R, Chalita MR, Krueger RR, Wilson SE. Resposta cicatricial corneana em diferentes modalidades de cirurgia refrativa. *Arq Bras Oftalmol.* 2005;68(1):140-9.
- Ntim-Amponsah CT. Contribution of refractive errors to visual impairment in patients at Korle-Bu Teaching Hospital. *Ghana Med J.* 2007;41(7):68-71.
- Oliver M, Nawratzki I. Screening of pre-school children for ocular anomalies. *Brit J Ophthalmol.* 1971;55:467-71.

- Olsen T. On the calculation of power from curvature of the cornea. *Brit J Ophthalmol*. 1986;70:152-4.
- Panda JS, Jonas JB, Jakobczyk M, Schneider U. Retinal photoreceptor count, retinal surface area, and optic disc size in normal human eyes. *Ophthalmology*. 1994;101(3):519-23.
- Pereira GC, Allemann N. Biometria ocular, erro refrativo e sua relação com a estatura, idade, sexo e escolaridade em adultos brasileiros. *Arq Bras Oftalmol*. 2007;70(3):487-93.
- Pfister RR. The normal surface of conjunctiva epithelium. A scanning electron microscopic study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1975;14(4):267-79.
- Prata TS, Navajas EV, Melo Junior LA, Martins JRM, Nader HB, Belfort Jr R. Concentração de proteínas no humor aquoso de pacientes com glaucoma primário de ângulo aberto em tratamento clínico. *Arq Bras Oftalmol*. 2007;70(2):217-20.
- Procianoy E, Procianoy L, Procianoy F. Resultados do tratamento da ambliopia com levodopa combinada à oclusão. *Arq Bras Oftalmol*. 2004;67(5):717-20.
- Quinn GE, Beck RW, Holmes JM, Repka MX. Recent advances in the treatment of amblyopia. *Pediatrics*. 2004;113:1800-2.
- Radius RL, Anderson DR. The histology of retinal nerve fiber layer bundles and bundle defects. *Arch Ophthalmol*. 1979;97:948-50.
- Ramke J, du Toit R, Palagyi A, et al. Correction of refractive error and presbyopia in Timor-Leste. *Brit J Ophthalmol*. 2007;91:860-6.
- Rayes TR, Rayes GR, Eing F, Neto HPG, Marquardt FA, Rayes A. Prevalência do astigmatismo e distribuição de seu eixo em pacientes de um serviço oftalmológico privado. *Rev Bras Oftalmol*. 2007; 66 (6): 369-75.
- Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D et al. Global data on visual impairment in the year 2002. *Bulletin of the WHO*. 2004;82(11):844-51.
- Resnikoff S, Pascolini D, Mariotti SP, Pokharel GP. Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004. *Bull WHO*. 2008;86:63-70.
- Romani FA. Prevalência de transtornos oculares na população de idosos residentes na cidade de Veranópolis, RS, Brasil. *Arq Bras Oftalmol*. 2005;68(5):649-55.
- Rosser DA, Laidlaw DAH, Murdoch IE. The development of a "reduced logMAR" visual acuity chart for use in routine clinical practice. *Brit J Ophthalmol*. 2001;85:432-6.
- Sá LC, Plutt M. Acomodação. *Arq Bras Oftalmol*. 2001;64:481-3.
- Salata AC, Vilaça VT, Roma RL, Norato DY, Carvalho KM. Terapia oclusiva em ambliopia: fatores prognósticos. *Arq Bras Oftalmol*. 2001;64:123-6.

- Salera CM, Servian EED, Moreira FB, Guimarães MR, Castro RD, Guimarães RQ. Lente fática de câmara posterior para correção de hipermetropia consecutiva à ceratotomia radial. *Arq Bras Oftalmol.* 2003;66:563-6.
- Schachar RA. Qualitative effect of zonular tension on freshly extracted intact human crystalline lenses: implications for the mechanism of accommodation. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45(8):2691-95.
- Schachar RA, Black TD, Kash RL, Cudmore DP, Schanzlin DJ. The mechanism of accommodation and presbyopia in the primate. *Ann Ophthalmol.* 1995;27(2):58-67.
- Schellini SA, Durkin SR, Hoyama E et al. Prevalence and causes of visual impairment in a Brazilian population: The Botucatu Eye Study. *Clin Exp Ophthalmol.* 2009; online:15-24.
- Schimiti RB, Costa VP, Gregui MJF, Kára-José N, Temporini ER. Prevalence of refractive errors and ocular disorders in preschool and schoolchildren of Ibiporã - PR, Brazil (1989 to 1996). *Arq Bras Oftalmol.* 2001;64:379-84.
- Oliveira CAS, Hisatomi KS, Leite CP, Schellini AS, Padovani CR, Padovani CRP. Erros de refração como causas de baixa visual em crianças da rede de escolas públicas da regional de Botucatu – SP. *Arq Bras Oftalmol.* 2009;72(2):194-8.
- Sebag J, Balazs EA. Morphology and ultrastructure of human vitreous fibers. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1989;30(8):1867-71.
- Shankar S, Bobier W. Corneal and lenticular components of total astigmatism in a preschool sample. *Opt Vis Sci.* 2004;81(7):536-42.
- Silva MR, Schellini SA, Kamegasawa A, Heimbeck FJ, Carandina L. Levantamento da cegueira em Botucatu: prevalência e causas. *Rev Bras Oftalmol.* 1986;45(1):18-23.
- Slatter DH. Cornea and sclera. In: Slatter DH (Ed.). *Fundamentals of veterinary ophthalmology.* Philadelphia: Saunders, 2001. p. 260-313.
- Smart FP. Mathematical observations on Jackson's cross-cylinder in relation to the conoid of Sturm. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1935; 33: 545–59.
- Smith TST, Frick KD, Holden BA, Fricke TR, Naidoo KS. Potencial lost productivity resulting from the global burden of uncorrected refractive error. *Bull WHO.* 2009;87:431-7.
- Souza, SJF. Revisando as anisometropias. *Arq Bras Oftalmol.* 2002;65:114-17.
- Stein HA, Freeman MJ, Stenson SM, Kara-José N, Coral-Ghanem C, Oliveira PR. Guia CLAO para refração e óculos: um manual para oftalmologistas. São Paulo: Transitions, 1999. 134 p.
- Steinkuller PG, Du L, Gilbert C, Foster A, Collins ML, Coats DK. Childhood blindness. *J AAPOS,* 1999;3:26-32.
- Strauss O. The retinal pigment epithelium in visual function. *Physiol Rev.* 2005;85: 845–81.

Tarczy-Hornoch K, Ying-Lai M, Varma R et al. Myopic refractive error in adult latinos: The Los Angeles Latino Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006;47(5):1845-52.

Taylor DM, L'Esperance FA Jr, Del Pero RA et al. Human excimer laser keratectomy: a clinical study. *Ophthalmology.* 1989;96:654-64.

Temporini ER, Kára-José N. A perda da visão – estratégias de prevenção. *Arq Bras Oftalmol.* 2004;67(4):597-601.

The prevention of blindness. Report of a WHO study group. Geneva, World Health Organization, 1973 (WHO Technical Report Series, No. 518).

Thiagalingam S, Cumming RG, Mitchell P. Factors associated with undercorrected refractive errors in an older population: The Blue Mountains Eye Study. *Brit J Ophthalmol.* 2002;86:1041-5.

Thylefors B, Negrel AD, Pararajasegaram R, Dadzie KY. Global Data on Blindness. *Bull WHO.* 1995;73(1):115-21.

Tielsch JM, Sommer A, Katz J et al. Causes and Prevalence of Visual Impairment Among Adults in the United States. *Arch Ophthalmol.* 2004;122:477-85.

Trokel SL, Srinivasan R, Braren B. Excimer laser surgery of the cornea. *Am J Ophthalmol.* 1983;96:710-715.

Uribe JA, Swenor BK, Muñoz BE, West SK. Uncorrected Refractive Error in a Latino Population: Proyecto VER. *Ophthalmol.* 2011;118(5):805-11.

Van Noorden GK. Amblyopia: a multidisciplinary approach. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1985;26:1704-16.

Varma R, Wang MY, Ying-Lai M et al. The prevalence and risk indicators of uncorrected refractive error and unmet refractive need in Latinos: The Los Angeles Latino Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49(12):5264-73.

Ventura MC. Projetos de prevenção à cegueira e reabilitação visual: unidade clínica móvel. Fundação Altino Ventura, 2000 [citado 2003 Nov 17]. Disponível em: <<http://www.fundacaoaltinoventura.org.br/frmetop-ens-esp.html>>.

Vital-Durand F: Anatomie fonctionnelle des voies optiques intra-crâniennes. *Encycl. Méd. Chir. (Paris-France), Ophthalmologie.* Paris: EDITORA. 1986.21-008-A40.p.6.

Wang M. Irregular Astigmatism: Diagnosis and Treatment. Danvers: Slack Incorporated. 2008. p. 5-6. ISBN: 978-1-55642-839-5.

Wang Q, Klein BEK, Klein R, Moss SE. Refractive status in the Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1994;35(13):4344-7.

Waring GO, Bourne WM, Edelhauser HF, Kenyon KR. The corneal endothelium: normal and pathologic structure and function. *Ophthalmology.* 1982;89(6):531-90.

Waring III GO, Lynn MJ, McDonnell PJ. Results of the prospective evaluation of radial keratotomy (PERK) study 10 years after surgery. *Arch Ophthalmol*. 1994;112(10):1298-1308.

Weale RA. Presbyopia. *Brit J Ophthalmol*. 1962;46:660-8.

Weiss AH. Unilateral high myopia: optical components, associated factors, and visual outcomes. *Brit J Ophthalmol*. 2003;87:1025-31.

Werner L, Trindade F, Pereira F, Werner L. Fisiologia da acomodação e presbiopia. *Arq Bras Oftalmol*. 2000;63(6):487-93.

Wiesel TN, Hubel DH. Spatial and chromatic interactions in the lateral geniculate body of the rhesus monkey. *J Neurophysiol*. 1966;29: 1115-56.

Wilson FM. *Oftalmologia básica para estudantes de medicina y residentes de atención primaria*. Barcelona: Elsevier. 2009. p.49-56.

Winn B, Whitake D, Elliot DB, Phillips NJ. Factors affecting light-adapted pupil size in normal human subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1994;35(3):1132-7.

World Health Organization. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: report of a WHO Consultation. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 1999. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/WHO_NCD_NCS_99.2.pdf>

World Health Organization. *International statistical classification of diseases, injuries and causes of death, tenth revision*. Geneva:WHO;1993. 35 p.

Wu HK, Thompson VM, Steinert RF, Slade SG, Hersh PS. *Refractive Surgery*. New York: Thieme,1999. cap. 20. p. 307-16.

Wu SY, Nemesure B, Leske C. Refractive errors in a black adult population: the Barbados eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1999;40:2179-84.

Yuodelis C, Hendrickson A. A qualitative and quantitative analysis of the human fovea during development. *Vis Res*. 1986;26(6):847-55.

Zainal M, Ismail SM, Ropilah AR et al. Prevalence of blindness and low vision in Malaysian population: results from the National Eye Survey 1996. *Brit J Ophthalmol*. 2002;86:951-6.

Zeki S. *A vision of the brain*. Oxford: Beckwell. 1993. 366p.

Zorzi RLA, Starling IG. *Corpo humano – órgãos, sistemas e funcionamento*. São Paulo: SENAC, 2010. P. 214-20. ISBN 978-85-7458-277-1.

ANEXO A – Correspondência entre os padrões logMAR e Snellen para a acuidade visual

logMAR	Snellen (decimal)	Snellen (fracionário)
1,3	0,05	20/400
1,2	0,06	20/317
1,0	0,1	20/200
0,8	0,16	20/126
0,7	0,2	20/100
0,5	0,32	20/63
0,4	0,4	20/50
0,3	0,50	20/40
0,2	0,63	20/32
0,18	0,65	20/30
0,15	0,7	20/28
0,10	0,79	20/25
0	1	20/20
-0,1	1,26	20/16
-0,2	1,58	20/13
-0,3	2	20/10

Fonte: Messias et al., 2010

ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa sobre o Projeto de Prevenção da Cegueira na Comunidade.



**Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Medicina de Botucatu**



Distrito Rubião Junior, s/nº - Botucatu - S.P.
CEP: 18.618-970
Fone/Fax: (0xx14) 3811-6143
e-mail secretaria: capellup@fmb.unesp.br



Registrado no Ministério da Saúde em 30 de
abril de 1997

Botucatu, 05 de abril de 2.004

OF 127/2004-CEP
MACAH/asc

*Ilustríssima Senhora
Profª Drª Silvana Artioli Schellini
Departamento de Oftalmo/Otorrino
Faculdade de Medicina de Botucatu*

Prezada Drª Silvana

*De ordem da Senhora Coordenadora deste CEP, informo que o projeto de pesquisa intitulado
"Prevenção da cegueira na comunidade", de sua autoria, recebeu do relator parecer favorável,
aprovado em reunião de 05/04/2004.*

Atenciosamente,

Albeto Santos Capelluppi
Secretário do CEP