DAVID TAYAH

Componentes oculares em anisometropia

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Oftalmologia

Orientador: Prof. Dr. Milton Ruiz Alves

São Paulo

2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Tayah, David

Componentes oculares em anisometropia / David Tayah. -- São Paulo, 2007.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia.

Área de concentração: Oftalmologia.

Orientador: Milton Ruiz Alves.

Descritores: 1.Anisometropia 2.Biometria/métodos 3.Olho/crescimento &
desenvolvimento 4.Olho/ultra-sonografia 5.Erros de refração

USP/FM/SBD-335/07

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Salim** e **Lucinda**, minha inspiração primordial.

À minha esposa, **Jéssica**, fonte de amor e dedicação constantes.

Aos meus filhos, **Moyses** e **Youssef**, minha alegria de viver.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador **Prof. Dr. Milton Ruiz Alves**, exemplo de ética, perseverança e determinação, qualidades que possibilitaram a realização desta tese, pelos ensinamentos e pela amizade.

Ao **Prof. Dr. Mario Luiz Monteiro Ribeiro**, exemplo de dedicação e respeito à Ciência Oftalmológica.

Ao **Prof. Dr. Newton Kara José**, exemplo de luta em prol da saúde ocular da população brasileira.

Ao **Prof. Dr. José Ricardo Rehder**, exemplo de liderança e de dedicação à ciência Oftalmológica.

À **Dra. Creusa Maria Roveri Dal Bó**, pela atenção e competência na realização dos cálculos estatísticos desta tese.

Ao **Dr. Jurandir Godói Duarte**, pela confecção e organização do banco de dados.

À **Regina Ferreira de Almeida**, pela dedicação e compromisso com a pós-graduação da Oftalmologia.

Aos profissionais do Ambulatório de Oftalmologia do Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, pela forma apaixonada com que contribuíram nesta investigação.

Aos colegas médicos e funcionários do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da Universidade de São Paulo, os quais nos receberam com enorme boa vontade e dividiram conosco seus conhecimentos.

Aos pacientes que fizeram parte deste estudo e que muito nos ensinaram sobre a condição humana, toda a nossa gratidão por sua colaboração para a realização desta tese.

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journal Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. Guia de Apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Annelise Carneiro da Cunha, Maria Júlia de A. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena, 2ª ed, São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos de periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos	xii
Lista de figura e gráficos	xiii
Lista de tabelas.....	xiv
Resumo	xvi
<i>Summary</i>	xviii
1. INTRODUÇÃO	01
1.1 Anisometropia.....	02
1.1.1 Classificação	03
1.1.2 Incidência e prevalência.....	05
1.1.3 Etiologia	06
1.1.4 Progressão.....	08
1.1.5 Significado.....	08
1.1.6 Correção óptica.....	10
1.2. Emetropização.....	12
1.3 Componentes oculares.....	14
1.3.1 Poder da córnea.....	14
1.3.2 Profundidade da câmara anterior	16
1.3.3 Poder do cristalino.....	17
1.3.4 Comprimento axial	18
1.4 Métodos de medida dos componentes oculares	20
1.4.1. Métodos ópticos	20
1.4.1.1 Ceratometria	20
1.4.1.2 Oftalmofacometria.....	21
1.4.1.3 Ultra-sonografia A-scan.....	22
1.4.1.3.1 Biometria de contato.....	22
1.4.1.3.2 Biometria de imersão.....	23
1.4.1.3.3. Biometria óptica	24
1.4.1.3.4 Métodos de cálculo.....	24
1.5 Refratometria automática.....	25
2. OBJETIVOS	27
3. MÉTODOS	29
3.1 Aspectos éticos	30
3.2 Tipo de estudo e população	30
3.2.1 Critérios de inclusão.....	31
3.2.2 Critérios de exclusão.....	31
3.2.3 Formação de grupos	31

3.2.3 Exame oftálmico.....	32
3.2.4 Variáveis	33
3.2.4.1 Variáveis dependentes.....	33
3.2.4.2 Variáveis independentes	33
3.3 Procedimentos e métodos	34
3.3.1 Cálculo do poder refrativo do meridiano vertical	34
3.3.2 Ultra-sonografia A-scan.....	34
3.3.3 Cálculo do poder equivalente do cristalino	35
3.4 Análise estatística	38
3.4.1 Programas estatísticos	40
4. RESULTADOS	41
4.1 Dados demográficos e clínicos.....	42
4.2 Componentes oculares da refração.....	47
4.3 Correlações univariadas	51
4.4 Correlações múltiplas	54
4.5 Regressões múltiplas	56
4.6 Análise fatorial	57
5. DISCUSSÃO.....	58
6. CONCLUSÕES.....	75
7. ANEXOS	77
8. REFERÊNCIAS	88
Fontes Consultadas	104

LISTAS

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

cax	Comprimento axial
D	Dioptria
dp	Desvio padrão
<i>et al.</i>	E outros – do latim <i>et alii</i>
IC	Intervalo de confiança
mm	Milímetros
min	Mínimo
max	Máximo
mHz	Mega Hertz
Qt	Poder da córnea
n	Número de participantes da amostra
PCA	Profundidade da câmara anterior
Pcris	Poder do cristalino
RefrMV	Refração do meridiano vertical
p	Significância estatística
r	Coefficiente de correlação
I	Primeiro algoritmo da escala romana
II	Segundo algoritmo da escala romana
III	Terceiro algoritmo da escala romana
%	Por cento
=	Igual a
<	Menor que
>	Maior que
≤	Menor ou igual a
≥	Maior ou igual a
±	Mais ou menos
#	Diferença

LISTA DE FIGURA E GRÁFICOS

Figura 1 -	Trajetória de um raio axial a partir do ponto remoto ocular e passagem pelas superfícies refrativas de um olho esquemático (Bennett, 1988).....	36
Gráfico 1 -	Diagrama de dispersão, reta interpolatriz e “r” calculado das diferenças de refração do meridiano vertical (RefrMV) com as diferenças de comprimento axial (Cax) de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	52
Gráfico 2 -	Diagrama de dispersão, reta interpolatriz e “r” calculado das diferenças de refração do meridiano vertical (RefrMV) com as diferenças do poder equivalente do cristalino (Pcris) de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características clínicas e demográficas de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	43
Tabela 2 -	Valores da refração do meridiano vertical e dos componentes oculares dos olhos portadores de maior e de menor ametropia, de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	45
Tabela 3 -	Características demográficas dos três grupos de anisométropes classificados pela diferença de refração do meridiano vertical. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	46
Tabela 4 -	Valores de média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo do poder central da córnea em dioptrias nos três grupos de anisométropes, classificados pela diferença de refração do meridiano vertical. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	47
Tabela 5 -	Valores de média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo da profundidade da câmara anterior em milímetros nos dois grupos de anisométropes, classificados pela diferença positiva ou negativa de refração do meridiano vertical. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	48
Tabela 6 -	Valores de média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo do poder equivalente do cristalino em dioptrias nos três grupos de anisométropes, classificados pela diferença de refração do meridiano vertical. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	49
Tabela 7 -	Valores de média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo do comprimento axial em milímetros nos dois grupos de anisométropes, classificados pela diferença positiva ou negativa de refração do meridiano vertical. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	50

Tabela 8 -	Coeficientes de correlação calculados de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	51
Tabela 9 -	Coeficientes de correlações múltiplas para os subconjuntos de variáveis calculados das diferenças entre os olhos de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	54
Tabela 10 -	Ordem de importância das variáveis considerando-se as diferenças entre os olhos de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	55
Tabela 11 -	Análise fatorial das variáveis considerando-se as diferenças entre os olhos de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007	57

RESUMO

Tayah D. *Componentes oculares em anisometropia* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2007. 104 p.

Objetivo: Em anisométropes, comparar os valores médios individuais dos componentes oculares de ambos os olhos (poder da córnea, profundidade da câmara anterior, poder equivalente do cristalino e comprimento axial), correlacionar as diferenças dos componentes oculares com as diferenças de refração de ambos os olhos; verificar a contribuição total e a seqüência geral de influência das variáveis na diferença refrativa; e identificar o menor número de fatores que contenham o mesmo grau de informações expressas no conjunto de variáveis que influenciam na diferença refrativa. **Métodos:** Realizou-se um estudo transversal analítico em população de 77 anisométropes de duas ou mais dioptrias, atendida no ambulatório de Oftalmologia do Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas. Os anisométropes foram submetidos à refração estática objetiva e subjetiva, ceratometria e biometria ultra-sônica A-scan. A análise dos dados foi feita por meio dos seguintes modelos estatísticos: análise univariada, multivariada, de regressão múltipla e fatorial. **Resultados:** Não houve diferenças significativas na comparação dos valores médios individuais dos componentes oculares entre os olhos. Houve correlação negativa média entre a diferença refrativa e a diferença de comprimento axial ($r=-0,64$) ($P<0,01$) e correlação negativa fraca entre a diferença refrativa e a diferença de poder do cristalino ($r=-0,34$) ($p<0,01$). As variáveis analisadas responderam, no seu conjunto, por 78% da variação total para a diferença refrativa. A seqüência geral de influência das variáveis na diferença refrativa foi a seguinte: comprimento axial, poder do cristalino, poder da córnea e profundidade da câmara anterior. Foram identificados três fatores para a diferença refrativa: a) fator 1 (refração, comprimento axial); b) fator 2 (profundidade da câmara anterior, poder da córnea) e c) fator 3 (poder do cristalino). **Conclusões:** O estudo conduzido em 77 indivíduos com anisometropias variando de 2,00 a mais de 19,00 dioptrias, realizado para avaliar a influência dos componentes oculares, mostrou que o comprimento axial foi o principal fator causador das anisometropias, seguido pelo cristalino que contribuiu menos, depois pela córnea e profundidade da câmara anterior, com contribuições ainda menores. A investigação sugere falência no mecanismo adaptativo normal em anisometropia, o que poderia produzir não só descontrole do alongamento do comprimento axial (fator 1), mas também falência no controle do aplanamento da córnea e do aprofundamento da câmara anterior (fator 2) e no achatamento do cristalino (fator 3).

Descritores: 1. Anisometropia 2. Biometria/Métodos 3. Olho/crescimento & desenvolvimento 4. Olho/Ultra-sonografia 5. Erros de refração.

SUMMARY

Tayah D. *The ocular components in anisometropia* [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2007. 104 p.

Purpose: To compare the individual means of ocular components of both eyes (corneal power, anterior chamber depth, crystalline lens power and axial length) in patients with anisometropia; to correlate the differences of the ocular components with refractive differences in both eyes; to verify total contribution and the sequence of influence that variables have in refractive differences, and to identify the smallest number of factors that contain the same level of information expressed in the set of variables that influence refractive difference. **Methods:** An analytical transversal study was carried out in 77 patients with anisometropia of two or more dioptres seen at the Ophthalmologic Clinic, University Hospital, Medical School Nilton Lins, Manaus, Amazon state. All participants were submitted to ophthalmologic exam which included objective and subjective cycloplegic refractometry, keratometry and ultrasonic biometry. Data analysis comprised the following statistical models: univariate, multivariate, multiple and factorial regression analyses. **Results:** There were no significant differences in the comparison of the individual means of the ocular components. There was negative correlation between refractive difference and difference of axial length ($r=-0.64$; $p<0.01$) and weak negative correlation between refractive difference and crystalline lens power difference ($r=-0.34$; $p<0.01$). The analyzed variables amounted to 78% of the total variation of refractive difference. The general sequence of variables influencing refractive difference was: axial length, crystalline lens power, cornea power, and anterior chamber depth. There were three factors identified for refractive differences: a) factor 1 (refraction, axial length); b) factor 2 (anterior chamber depth, cornea power), and c) factor 3 (crystalline lens power). **Conclusions:** Seventy-seven cases of anisometropia ranging from 2,00 to over 19,00 dioptres, examined for the individual components of refraction, showed that axial length was the major causative factor; crystalline lens have contributed less, followed by cornea and anterior chamber length. This study has suggested deficit of the normal adaptive mechanism in anisometropia that could produce not only axial elongation (factor 1), but also failure to control flattening of the cornea, deepening of the anterior chamber length (factor 2) and flattening of crystalline lens (factor 3).

Descriptors: 1. Anisometropia; 2. Biometry/methods; 3. Eye/growth & development; 4. Eye/ultrasound; 5. Refractive errors.

1. INTRODUÇÃO

1.1 ANISOMETROPIA

A anisometropia e a aniseiconia têm despertado a atenção de estudiosos desde o século XVII e, mais recentemente, têm suscitado grande interesse com a discussão de novos conceitos relacionados com a etiologia, detecção, seqüela e tratamento (Rosenfield, 2006). Para Souza (2002), trata-se de um dos campos mais polêmicos da prática refratométrica.

Anisometropia é o termo aplicado à condição em que existe diferença entre os estados refrativos dos dois olhos, ocorrendo em um ou em ambos os meridianos principais (Rubin, 1950). Essa condição torna-se clinicamente significativa quando a diferença refrativa entre os olhos ultrapassa 2,00 D (Katz, 1995).

Aniseiconia é definida como a diferença de tamanho ou forma das representações corticais das imagens provenientes de ambos os olhos tornando-se aparente apenas em visão binocular (Alves, 2005a). Cada 1,00 D de diferença corrigida com óculos resulta numa alteração de 1% da imagem, quando a anomalia é decorrente da diferença no comprimento axial dos bulbos oculares, e numa alteração de 1,5 a 2% quando a origem é a diferença no índice de refração dos meios dióptricos entre os olhos ou nas

curvaturas das superfícies oculares (Thill, 2005). Geralmente, os pacientes aceitam de forma assintomática diferenças de até 1% no tamanho das imagens. Valores entre 1 e 5% podem causar sintomas, dependendo da tolerância individual (Duke-Elder, 1970). A binocularidade está praticamente ausente quando a diferença excede 5% (Duke-Elder, 1970; Giovedi Filho, Alves, 2000).

1.1.1 CLASSIFICAÇÃO

A anisometropia pode ser classificada pelo erro refrativo, magnitude da diferença refrativa, etiologia e contribuição dos componentes oculares (Bartlett, 1987).

Alves e Giovedi Filho (2005) e Kulp *et al.* (2006) classificaram a anisometropia, segundo o erro refrativo, em:

- a) hipermetrópica simples: quando um olho é hipermetrope e o outro emétrepe;
- b) hipermetrópica composta: quando ambos os olhos são hipermétropes;
- c) miópica simples: quando um olho é míope e o outro emétrepe;
- d) miópica composta: quando ambos os olhos são míopes;
- e) astigmática simples: quando um olho é astigmata e o outro não;
- f) astigmática composta: quando ambos os olhos são astigmatas;
- g) antimetrópica: quando um olho é míope e o outro hipermetrope.

Gettes (1970) classificou a anisometropia pela magnitude da diferença refrativa considerando:

- a) de 0 a 2,00 D (baixa): o indivíduo, geralmente, tem boa tolerância para a correção total dos erros refrativos com óculos;
- b) de 2,01 a 6,00 D (alta): as pessoas, geralmente, apresentam problemas na integração binocular;
- c) maior do que 6,00 D (muito alta): o portador, tipicamente, é assintomático pela presença de supressão central.

Duke-Elder (1970) classificou a anisometropia pela etiologia considerando o fato de ser:

- a) congênita: causada por glaucoma congênito (DeLuise, Anderson, 1983), por catarata congênita (Giovedi Filho, Alves, 2000) ou por outras condições que levam à oclusão ou diminuição da rima palpebral, tais como blefaroptose ou edema dos tecidos periorbitários após trauma obstétrico (Hoyt *et al.*, 1981);
- b) adquirida: decorrente de lesões que deformam o bulbo ocular ocupando espaço ao seu redor (Whiteside, Leatherbarrow, 1990) ou decorrente de fatores iatrogênicos, como extração unilateral de cristalino (Giovedi Filho, Alves, 2000), cirurgia refrativa (Rowsey, Balyeat, 1982) e ceratoplastia penetrante (Koenig *et al.*, 1982).

Sorsby *et al.* (1962a) classificaram a anisometropia segundo a contribuição dos componentes oculares em:

- a) axial – resultado da diferença entre os comprimentos axiais dos bulbos oculares;
- b) refrativa – consequência da diferença no índice de refração dos meios ópticos entre os olhos ou nas curvaturas das superfícies oculares.

1.1.2 INCIDÊNCIA E PREVALÊNCIA

Hirsch (1967) e Almeder *et al.* (1990) encontraram prevalência de cerca de 3% de anisometropia de 1,00 D ou mais, em crianças e adultos jovens. De Vries (1985) observou prevalência de 4,7% de anisometropia de no mínimo 2,00 D, esférica ou cilíndrica, em crianças. Aine (1984) encontrou 4% de anisometropia, variando entre 1,25 e 2,00 D, em indivíduos com idades entre cinco e 85 anos e 3,1% de anisometropia de 2,00 D em equivalente esférico.

Alguns grupos específicos têm apresentado maior incidência de anisometropia. Dobson *et al.* (1981) e Grahan e Gray (1963) encontraram 32% de incidência de anisometropia em crianças nascidas prematuramente. Phelps e Muir (1977) detectaram maior incidência em portadores de estrabismo. Woodruff (1977) constatou maior incidência de anisometropia em crianças com atraso de desenvolvimento neurológico. Maior incidência

de anisometropia tem sido encontrada em indivíduos portadores de anormalidades oculares (Stigmar *et al.*, 1978; Merriam *et al.*, 1980; Stark, Walter, 1984; Miller-Meeks *et al.*, 1990; Giovedi Filho *et al.*, 2003).

Observa-se que a prevalência de anisometropia tem mostrado crescimento com o aumento da idade (Attebo *et al.*, 1999; Cheng *et al.*, 2003; Weale, 2003). Wang *et al.* (1994) e Haegerstrom-Portnoy *et al.* (2002) encontraram prevalência de anisometropia de cerca de 10% em indivíduos com idades entre 58 e 64 anos, valor significativamente mais alto do que o relatado para crianças e adultos jovens. Para Haegerstrom-Portnoy *et al.* (2002), tal aumento significativo da prevalência de anisometropia observada em idosos sugere que os mecanismos de emetropização, que mantêm virtualmente idênticos os erros refrativos nos dois olhos durante o crescimento em crianças e adultos jovens, falham nos idosos.

1.1.3 ETIOLOGIA

Embora a hereditariedade influencie o desenvolvimento de anisometropia, os mecanismos do seu envolvimento não são bem conhecidos (Duke-Elder, 1970).

Fatores associados com o desenvolvimento de anormalidades binoculares, tais como a ambliopia e o estrabismo, estão associados com a anisometropia (Smith *et al.*, 1999). Abrahamssom *et al.* (1990) observaram que, freqüentemente, a anisometropia ocorre seguindo o início do

estrabismo, por ruptura do processo de emetropização no olho não fixador. Smith *et al.* (1994) induziram, cirurgicamente ou opticamente, estrabismo em macacos. Encontraram 3% de macacos anisométricos no grupo de controle; 70,8% de anisométricos no grupo em que o estrabismo foi induzido cirurgicamente e 36% de anisométricos no grupo em que o estrabismo foi induzido opticamente. Para os autores, o estrabismo altera a coordenação do desenvolvimento ocular binocular, favorecendo o aparecimento de anisometropia. Para Bothe *et al.* (1985), a anisometropia está presente em aproximadamente 50% dos estrábicos, ocorrendo nas hipermetropias, astigmatismos e miopias unilaterais de altos graus. Giovedi Filho *et al.* (2003) reportaram a ocorrência de 20% de estrabismo e de cerca de 65% de ambliopia em anisometropia de 2 D ou mais em escolares.

A afecção ocular unilateral tem sido associada à anisometropia. A anisometropia em pacientes com blefaroptose tem sido relatada numa prevalência de até 55% (Merriam *et al.*, 1980). Valores altos como 37% têm sido observados em portadores de hemangioma palpebral, de doença retiniana e naqueles que sofreram hemorragia vítrea que obscureceu o pólo posterior antes de um ano de idade (Stigmar *et al.*, 1978; Miller-Meeks *et al.*, 1990). Dobson *et al.* (1981) encontraram 32% de incidência de anisometropia de 1 D ou mais, em equivalente esférico, em crianças nascidas prematuramente, com média de idade gestacional de 34,2 semanas. Essa incidência elevada de anisometropia em prematuros pode estar associada à retinopatia da prematuridade e a diferenças na idade gestacional (Schaffer *et al.*, 1984). Uma alta prevalência de anisometropia

tem sido observada em pacientes estrábicos e em indivíduos com doença ocular (Duke-Elder, 1970; Stigmar *et al.*, 1978; Miller-Meeks *et al.*, 1990; Giovedi Filho, 2002).

1.1.4 PROGRESSÃO

Pequenas quantidades de anisometropia observadas em recém-nascidos e em crianças na primeira infância costumam ser transitórias, enquanto que quantidades maiores (3 D de anisometropia ou mais) tendem a permanecer estáveis (Almeder *et al.*, 1990). Anisometropias de 1 a 2 D observadas em escolares permanecem relativamente estáveis (Gwiazada *et al.*, 1993).

1.1.5 SIGNIFICADO

A anisometropia não corrigida pode resultar em experiências visuais diferentes nos dois olhos. Essas diferenças interoculares são particularmente significativas durante o desenvolvimento visual (von Noorden, 1964).

Frente à anisometropia hipermetrópica simples ou composta não corrigida, a acomodação é usualmente controlada pelo olho menos hipermetrope, resultando em imagem borrada para o olho portador da maior

hipermetropia. Em anisometropia miópica simples ou composta, um olho pode ser usado para longe e o outro para perto. Também na anisometropia astigmática simples ou composta, o olho mais amétrope pode ser afetado por imagem retiniana mais borrada. A diferença no foco das imagens retinianas pode provocar dificuldades visuais, como a ambliopia, e transtornos de motilidade ocular extrínseca, como o estrabismo (Kulp *et al.*, 2006).

A causa da ambliopia na anisometropia pode ser a impossibilidade de fusão das imagens, diferentes entre si, e o período crítico para o seu estabelecimento vai do nascimento até a idade de cinco anos (von Noorden, 1964). A ambliopia estrábica representa, nas várias estatísticas, valores entre 30 e 45% das ambliopias (Kulp *et al.*, 2006). A ambliopia tem incidência entre 1 e 4%, variando de acordo com o investigador e com a população estudada (Almeida, Curi, 1997). Cronenberg e Plut (1995) encontraram 71% de ambliopia em anisométricos com idades entre dois e quarenta anos. Giovedi Filho (2002) encontrou 65,26% de ambliopia entre escolares anisométricos de 2 D ou mais. A importância do diagnóstico e tratamento precoces fica ressaltada no estudo de Birch *et al.* (1995), uma vez que 100% das crianças diagnosticadas com anisometropia antes de 1 ano de idade eram amblíopes.

Por causa da lei de Hering (músculos conjugados têm inervação igual), a acomodação é, em geral, aproximadamente igual entre os dois olhos (Duke-Elder, 1970). A anisometropia hipermetrópica simples ou composta não corrigida pode resultar em dificuldades devido às demandas

acomodativas assimétricas entre os dois olhos. O esforço para a obtenção de fusão dessas imagens monoculares pode levar à astenopia acomodativa. Por esse motivo, Singh *et al.* (1992) sugeriram que a ambliopia anisométrica decorre também de dificuldades acomodativas.

Diferença na nitidez e/ou no tamanho das imagens formadas nos dois olhos pode resultar em dificuldades na fusão dessas imagens em uma única imagem binocular clara (Kulp *et al.*, 2006). A anisometropia é uma causa significativa de estrabismo e de microestrabismo. A prevalência de estrabismo em anisométricos varia entre 39 e 42% (Phelps, Muir, 1977; De Vries, 1985). Ingram (1979) constatou que anisometropia hipermetrópica de 2 D ou mais, no olho mais amétrope era significativamente associada à esotropia. O fato de uma criança anisométrica sem estrabismo ter menor grau de ametropia no melhor olho do que uma criança estrábica sugere que a acomodação tem papel importante no desenvolvimento do estrabismo (Ingram, 1979).

1.1.6 CORREÇÃO ÓPTICA

Um roteiro para orientar a correção óptica de anisometropia clinicamente significativa ou potencialmente ambliogênica foi publicado pela Academia Americana de Oftalmologia (*American Academy of Ophthalmology*, 2002). Em crianças, a totalidade da anisometropia deve ser prescrita para propiciar a formação de imagem retiniana mais clara, para

estimular qualquer remanescente de visão binocular e para prevenir o desenvolvimento de processos adaptativos, como supressão e ambliopia (Guettes, 1970, Hurrt, Rasicovici 1971). A anisometropia deve ser corrigida em todas as idades, pois a acuidade visual e a binocularidade podem, com freqüência, ser melhoradas de forma importante (Wick *et al.*, 1992; *Pediatric Eye Disease Investigador Group*, 2005). Não há consenso quanto ao fato da primeira prescrição dever ser iseicônica, uma vez que as crianças normalmente não referem sintomas de aniseiconia (Kulp *et al.*, 2006). Por outro lado, Nordlow (1970) encontrou melhora da acuidade visual e da fixação em crianças de quatro anos de idade com anisometropia de 2,00 D ou mais, corrigidas com lentes iseicônicas calculadas para reduzir o tamanho da imagem retiniana de 0,75 a 1,25% por dioptria, em relação à correção convencional. Em adultos não corrigidos previamente para anisometropia, pode-se prescrever, inicialmente, o valor da refração subjetiva dinâmica tolerável e, depois, encorajá-los a usar a correção total mesmo na presença de astenopia ou sintomas de desequilíbrio muscular, porque tais sintomas diminuem em poucas semanas (DuKe-Elder, 1970). Lentes de contato devem ser prescritas para minimizar as diferenças de tamanho de imagem e a anisoforia induzida fora da posição primária do olhar (Alves, 2005b; Alves *et al.*, 2007). Se os óculos forem usados e a correção total em adultos causar cefaléia e tontura, será necessário prescrever correção iseicônica (Alves, Giovedi Filho, 2005). Bannon e Triller (1944) avaliaram quinhentas pessoas que apresentavam queixas relacionadas com a correção óptica da anisometropia e encontraram como

sinais e sintomas: cefaléia (67%), astenopia (67%), fotofobia (27%), dificuldade para a leitura (23%), náusea (15%), diplopia (11%), tontura (7%), fadiga geral (7%) e percepção distorcida do espaço (6%). Uma outra maneira de se reduzir a aniseiconia é a modificação, nas lentes dos óculos, da curva anterior, da espessura central e da distância vértice (Bartlett, 1987; Souza, 2002; Lewinski, 2005). Pacientes que manifestam sintomas relativos à anisoforia para perto podem ter prescrição de óculos para a leitura com abaixamento dos centros ópticos a fim de diminuir a anisoforia vertical induzida no ponto de leitura (Alves, Giovedi Filho, 2005).

1.2 EMETROPIZAÇÃO

A distribuição gaussiana dos erros refrativos no recém-nascido (Gwiazda *et al.*, 1993) e a distribuição leptocúrtica dos erros refrativos no adulto (Sorsby *et al.*, 1962b) sugerem fortemente a possibilidade de mecanismo ativo de emetropização no olho humano (Troilo, 1992), envolvendo mecanismo de retroalimentação negativa para ajustar um ou mais componentes oculares em resposta ao estado da imagem retiniana (Van Alphen, 1961; Brown *et al.*, 1999).

Existe evidência para um mecanismo ativo de emetropização em animais, inclusive em ratos (McBrien, Norton 1987), galinhas (Smith *et al.*, 1991) e primatas não humanos (Smith *et al.*, 1994).

Mark (1972) observou que ocorreriam mudanças, principalmente no segmento anterior, representadas pela redução do poder da córnea, aprofundamento da câmara anterior e redução do poder do cristalino. Van Alphen (1961) considerou que o tônus do músculo ciliar e a tensão coroidal exerceriam papel significativo no aumento do comprimento axial do bulbo ocular. Smith *et al.* (1991) e Rohrer *et al.* (1995) sugeriram a participação de transmissores humorais no processo de emetropização.

O crescimento axial do bulbo ocular fica sem controle quando ele é ocluído no início da vida, sendo privado da formação da imagem na retina (Merriam *et al.*, 1980, Stark, Walter, 1984). Em animais, a privação da visão causa, de modo geral, aumento da profundidade da cavidade vítrea e desvio miópico. Wiesel e Raviola (1977) confirmaram esses achados com a oclusão da rima palpebral de macacos recém-nascidos.

Para Gwiazda *et al.* (1993), o processo de emetropização nos humanos é mais ativo durante os primeiros anos de vida, pois a distribuição leptocúrtica dos erros refrativos alcança a estabilidade entre seis e oito anos de idade. A existência de olhos com refração perto da emetropia tem levado a considerar que alterações dos componentes da refração poderiam ser moduladas para se obter emetropia (Troilo, 1992). Para Sorsby (1995), a ametropia de um olho resultaria não de valores anormais dos componentes individuais da refração, mas de falha no mecanismo de correlação entre todos esses parâmetros. Um fator importante a ser considerado é a possibilidade de que o não desenvolvimento ou a perda da binocularidade em fase precoce da vida pode, de fato, contribuir para que, no processo de

desenvolvimento visual, ambos os olhos desenvolvam erros refrativos distintos (Tayah *et al.*, 2007). Para Brown *et al.* (1999), a anisometropia poderia resultar da ruptura da visão binocular que, ocorrendo de forma precoce, influenciaria no desenvolvimento ocular binocular. Ou seja, ocorrendo uma ruptura de visão binocular precocemente, o processo de emetropização, que deveria estabelecer-se envolvendo ambos os olhos, perderia sua efetividade (Tayah *et al.*, 2007).

1.3 COMPONENTES OCULARES

Hirsch (1966) notou que a variabilidade em qualquer um de 13 elementos individuais – seis superfícies refrativas, cinco índices de refração e duas distâncias lineares – poderia influenciar o estado refrativo do olho. Curtin (1985) observou que quatro dessas variáveis exerciam maior influência, a saber, poder da córnea, poder do cristalino, profundidade da câmara anterior e comprimento axial.

1.3.1 PODER DA CÓRNEA

Steiger (1913) conceituou emetropia como um *locus* ocupando posição entre hipermetropia e miopia ao longo de um *continuum* biológico. O

autor mediu os raios de curvatura de cinco mil córneas utilizando o oftalmômetro de Javal-Shiøtz e observou que os valores dos raios corneanos apresentavam distribuição normal. Com base nesses achados, o autor sugeriu que todos os componentes oculares – tais como, comprimento axial, curvatura corneana e profundidade da câmara anterior – poderiam ser caracterizados por suas próprias curvas de distribuição de frequência. Steiger (1913), considerando que o estado refrativo ocular resultava da interação desses componentes, concluiu que a distribuição dos erros refrativos deveria refletir a variabilidade dos componentes individuais. Essa concepção foi conhecida como teoria da variabilidade biológica ou, simplesmente, teoria biológica do desenvolvimento do erro refrativo.

Tron (1940), Stenström (1948) e Sorsby *et al.* (1957) confirmaram as observações de Steiger (1913) sobre a distribuição normal do poder corneano.

Keeney (1961) sugeriu que a córnea alcança o poder dióptrico do adulto por volta dos dois anos de idade. Sorsby *et al.* (1961) e Zadnik *et al.* (1993) verificaram que o poder da córnea muda muito pouco entre três e 13 anos de idade.

Sorsby *et al.* (1957) mensuraram o poder corneano médio em população de hipermetropes (+0,50 a +4,00 D), emétopes e míopes (-0,50 a -4,00 D) e encontraram 42,86; 43,25 e 44,04 D, respectivamente. Gardiner (1962) e Grosvenor e Scott (1991) não confirmaram, em seus estudos, que o poder corneano estava aumentado em míopes.

Stenström (1948) observou correlação negativa fraca entre poder da córnea e erro refrativo ($r=-0,18$). Rosenfied (2006) considera que variações na curvatura corneana desempenham um papel significativo em número muito limitado de indivíduos.

1.3.2 PROFUNDIDADE DA CÂMARA ANTERIOR

Tron (1940) e Stenström (1948) observaram que diferenças na profundidade da câmara anterior são normalmente distribuídas.

Para Sorsby *et al.* (1961) e Larsen (1971a), até cerca de 13 anos de idade, a câmara anterior parece aumentar. Larsen (1971a) observou que esse aumento da câmara anterior era acompanhado de diminuição de espessura do cristalino e que a distância entre a córnea e o pólo posterior do cristalino permanecia constante. Posteriormente, dos vinte aos setenta anos, a câmara anterior diminui de aproximadamente 4 para 3,5 mm porque com a idade aumenta a espessura do cristalino. Koretz *et al.* (1999) verificaram que o aumento da profundidade da câmara anterior ocorria apenas por causa da diminuição de espessura do cristalino, confirmando que a distância entre a córnea e o pólo posterior do cristalino não mostrava alteração significativa com a idade.

Hirsch e Weymouth (1947) indicaram que o aumento de profundidade da câmara anterior diminuía o poder refrativo do olho pelo efeito de separação entre dois dos principais componentes oculares, a córnea e o

cristalino. Para Fledelius (1982), Grosvenor e Scott (1991) e Cheng *et al.* (1992), somente 7% da variação do estado refrativo ocorrem por variações na profundidade da câmara anterior.

1.3.3 PODER DO CRISTALINO

Zadnik *et al.* (1993) notaram que poucos pesquisadores realmente mediram os parâmetros do cristalino e que a maioria calculou o poder ou curvaturas do cristalino a partir de medidas de outros componentes oculares. Por exemplo, Stenström (1948) mediu curvatura corneana, profundidade da câmara anterior, comprimento axial e erro refrativo e calculou o poder do cristalino a partir desses parâmetros.

Stenström (1948) não reportou correlação significativa ($r=0,00$) entre erro refrativo e poder do cristalino.

Sorsby *et al.* (1961) mediram os raios de curvatura anterior e posterior e calcularam a espessura cristaliniana a partir desses dados, demonstrando que o poder médio do cristalino declinou de 20,8 D aos três anos de idade para aproximadamente 20,0 D aos 15 anos. Zadnik *et al.* (1993) confirmaram tais achados e mostraram que a redução do poder do cristalino ocorria pelo aplanamento das curvaturas anterior e posterior do cristalino. Os autores mostraram também diminuição de espessura do cristalino, previamente observada por Stenström (1948).

Um outro parâmetro que tem recebido pouca atenção pela dificuldade em mensurá-lo é o índice de refração do cristalino. Borisch (1970) notou que uma alteração de $\pm 0,004$ no índice de refração do cristalino poderia resultar em alteração de $\pm 0,85$ D da refração ocular. Ou seja, alterações relativamente pequenas no índice de refração podem produzir alterações significativas no erro refrativo (Borisch, 1970).

Relatos sobre a relação entre o poder do cristalino e o erro refrativo são conflitantes. Garner *et al.* (1992) encontraram diminuição significativa do poder do cristalino em míopes. Grosvenor e Scott (1991) não encontraram diminuição significativa do poder do cristalino em emétopes e em míopes. McBrien e Millodot (1987) encontraram alteração significativa na espessura do cristalino em emétopes e em míopes. Tron (1940) notou alta variabilidade das medidas do cristalino e observou que o poder refrativo do cristalino exercia influência maior que a curvatura da córnea no erro refrativo.

1.3.4 COMPRIMENTO AXIAL

Tron (1940) foi incapaz de medir o comprimento axial ocular humano *in vivo* e o calculou a partir de outros parâmetros. O autor não encontrou curva de distribuição normal para o comprimento axial. Posteriormente, após excluir olhos com mais de -6,00D, encontrou distribuição normal.

Keeney (1961) observou que o comprimento axial do olho fetal aumenta de aproximadamente 14 mm para 17 mm durante o terceiro

trimestre da gestação no útero, e esse achado de 17 mm ou 17,5 mm de comprimento axial ao nascimento foi confirmado por Scammon e Wilmer (1950). Sorsby *et al.* (1961) notaram um período de rápido crescimento até os três anos de idade, com o comprimento axial aumentando 5 mm e passando para 23 mm. A taxa de crescimento cai, então, drasticamente com o aumento de 1 mm entre três e 13 anos. Resultados similares foram encontrados no estudo de Larsen (1971b). Embora um número grande de estudos tenha sugerido que o comprimento do bulbo ocular alcança o tamanho adulto e estabiliza ao redor dos 15 anos de idade, pesquisas mais recentes têm verificado que a miopia que se inicia após os 18 anos de idade, depois de um período de estabilidade refrativa, resulta de aumento do comprimento axial (Goldschmidt, 1968; Goss, Winkler, 1983; Adams, 1987; Goss *et al.*, 1990; Adams, McBrien, 1992; Bullimore *et al.*, 1992).

1.4 MÉTODOS DE MEDIDA DOS COMPONENTES OCULARES

1.4.1 MÉTODOS ÓPTICOS

1.4.1.1 Ceratometria

Denomina-se ceratometria a medida instrumental das curvaturas corneanas que, para fins clínicos, limita-se à superfície anterior. O ceratômetro ou oftalmômetro é o instrumento que se utiliza para a obtenção dessa medida. Para tanto, o ceratômetro utiliza a propriedade que tem a superfície frontal da córnea de funcionar como espelho convexo, de forma que um objeto posicionado à sua frente produz uma imagem virtual devido a suas propriedades refletoras divergentes, que são função do raio de curvatura corneana. Para uma dada distância do objeto, a localização e o tamanho dessa imagem dependem do poder refrativo da córnea (curvatura), sendo que, quanto maior essa curvatura, menor a imagem produzida. Utilizando a relação entre tamanho do objeto e da imagem formada, pode-se medir o raio de curvatura de uma porção da face anterior da córnea (Alves, Avakian, 2000).

O resultado obtido na ceratometria deve ser levado em conta, mas com várias ressalvas. Na maioria das córneas humanas, o formato da superfície anterior não é esférico, e sim tórico (com a curvatura do meridiano vertical geralmente maior que a do horizontal). O ceratômetro mede apenas o poder refrativo de pequenas áreas da córnea, de aproximadamente 3 mm

de diâmetro, as quais, se consideradas isoladamente, se aproximam muito do formato esférico/esferocilíndrico. Existem vários tipos de ceratômetros, com princípios de funcionamento diferentes [Javal-Schiøtz (Haag Streit), Micromático (American Optical Corp.), Bausch & Lomb]. Do mesmo modo, mas através de microprocessadores, o ceratômetro automático, atualmente já incorporado à maioria dos refratores automáticos, realiza a medida da curvatura da superfície anterior da córnea (Mori *et al.*, 2006).

1.4.1.2 Oftalmofacometria

A oftalmofacometria determina os raios de curvatura e as posições relativas das superfícies da córnea e do cristalino. O oftalmofacômetro de Tscherning consiste em um telescópio, um ponto de fixação e uma série de lâmpadas montadas em um arco ao longo do eixo do telescópio, de maneira similar ao perímetro de arco (Emsley, 1953).

Existem duas técnicas de oftalmofacometria: a de Tscherning e a do procedimento de comparação (Rosenfield, 2006). Na primeira técnica, mede-se, com o oftalmofacômetro, a separação vertical das imagens de Purkinge originadas da superfície anterior da córnea e das superfícies anterior e posterior do cristalino; com esses dados, determinam-se a profundidade da câmara anterior e os raios das curvaturas das superfícies anterior e posterior do cristalino (Dunne *et al.*, 1989). Na segunda técnica, compara-se o tamanho da imagem formada por reflexão na superfície anterior da córnea

com imagens formadas nas superfícies anterior e posterior do cristalino (Fletcher, 1951; van Veen, Goss, 1988).

1.4.1.3 Ultra-sonografia A-Scan

Oissonig (1974) desenvolveu o primeiro instrumento de ultra-som padronizado com o modo A-scan, o Kretz-technik 7200 MA. Esse aparelho foi cuidadosamente desenhado para permitir uma boa diferenciação entre os tecidos oculares (Oissonig, 1974). O autor também foi responsável pelo desenvolvimento de técnicas meticulosas, seus princípios e conceitos tendo gerado o desenvolvimento do que é hoje conhecido por Ecografia Padronizada (Oissonig, 1979).

1.4.1.3.1 *Biometria de contato*

Na técnica de contato, a sonda é levemente posicionada no centro da córnea e direcionada para a mácula. Essa técnica pode ser realizada por meio de dois métodos. No método de aplanção, a sonda é posicionada à frente de uma queixeira, semelhante à aferição feita na tonometria de aplanção, e a medida é feita com o paciente sentado. Na técnica manual, a sonda é segurada pela mão do operador que a posiciona sobre a córnea do paciente, o qual pode estar sentado, levemente inclinado ou deitado. Em ambas as técnicas, deve-se estar bastante atento para evitar indentação e abrasão corneana (Padilha, Casanova, 2006).

Os biômetros de modo A-scan estão, geralmente, programados para a medida do comprimento axial em olhos fáticos de duas formas: 1) usando uma velocidade média do som (1.550 m/seg) e dois intervalos; ou 2) quatro intervalos, sendo que, no intervalo correspondente à câmara anterior, a velocidade empregada é de 1.532 m/seg, o cristalino é medido com velocidade de 1.641 m/seg e o vítreo é medido com 1.532 m/seg. O biômetro combina automaticamente esses valores para dar o valor do comprimento axial (Padilha, Casanova, 2006). Embora não seja o método ideal por depender do operador, a técnica de contato é a mais amplamente utilizada em razão da sua praticidade (Zacharias, 2007).

1.4.1.3.2 *Biometria de imersão*

Nessa técnica, a sonda não é colocada diretamente sobre a córnea e, por isso, não há indentação ou compressão. Utiliza-se um recipiente, ou concha escleral, que é inserido entre as pálpebras, mantendo-se os olhos abertos, e preenchido com substância viscoelástica como, por exemplo, metilcelulose. Bolhas de ar devem ser evitadas porque causam erros nas medidas (Padilha, Casanova, 2006). A técnica de imersão tem apresentado melhores resultados e maior acurácia, quando comparada com a técnica de contato (Schelenz, Kammann, 1989; Giers, Epple, 1990). A técnica de ecobiometria por ultra-som modo A-scan provê medidas com acurácia de $\pm 0,1\text{mm}$ (Binhorst, 1981; Ossoinig, 1983).

1.4.1.3.3 Biometria óptica

A introdução da biometria óptica ou interferometria por coerência parcial (IOLMaster, Zeiss Humprey, Alemanha) para aferição dos componentes oculares trouxe um grande benefício em razão da maior precisão e acurácia, se comparada com as técnicas ultra-sônicas de contato ou de imersão, com resolução de 0,01mm (Packer *et al.*, 2002; Rose, Moshegov, 2003; Sheng *et al.*, 2004). Essa técnica apresenta diversas vantagens quando comparada com a biometria ultra-sônica, como não-contato com o olho, evitando lesão corneana; maior precisão e acurácia; operador independente; facilidade, rapidez e praticidade. Entretanto, como desvantagem, pode-se citar o preço do aparelho (Padilha, Casanova, 2006).

1.4.2 MÉTODOS DE CÁLCULO

Bennett (1988) descreveu um método de cálculo para a determinação do poder equivalente ocular e do cristalino sem necessidade de oftalmofacometria. Essa técnica requer medidas do erro refrativo e da ceratometria, bem como a medida pelo ultra-som A-scan da profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino e da profundidade da câmara vítrea. Bennett (1988) utilizou ainda os índices de refração do olho esquemático de Gullstrand-Emsley para calcular o poder equivalente ocular e do cristalino. Dunne *et al.* (1989) compararam os achados obtidos por meio desse procedimento com medidas pela oftalmofacometria e encontraram

concordância entre os dados. Mutti *et al.* (1992) notaram 95% de concordância entre as duas técnicas para o poder do cristalino de $\pm 0,37$ D. Para Mutti *et al.* (1992), os procedimentos com medida direta dos componentes são preferíveis aos métodos calculados, por causa de sua independência quanto a criar vieses, possivelmente induzidos pelas medidas de outros componentes oculares

1.5 REFRACTIONOMETRIA AUTOMÁTICA

A maioria dos refratores automáticos se baseia em dois princípios (Bennett, 1986; Rosenberg, 1991).

O primeiro é o princípio do optômetro, no qual se usa uma única lente convergente (ao invés da substituição manual de lentes de prova). Um objeto colocado no foco principal dessa lente origina raios de luz paralelos que chegam à lente e atingem a pupila. A partir daí, a vergência dos raios de luz depende do estado refrativo do olho. Na emetropia, os raios são focalizados na retina e emergem novamente da pupila paralelamente, sendo focalizados pela lente objetiva na posição do objeto de prova. Na miopia, os raios emergentes são convergentes e a imagem é formada antes do objeto de prova. Ao contrário, na hipermetropia, os raios são divergentes e a imagem é formada em um ponto mais distante da posição do objeto de prova. Os refratores que se baseiam nesse princípio possuem a capacidade

de detectar a vergência dos raios emergentes e determinar a posição dessa imagem em relação ao objeto de prova. Realizam a leitura em dioptrias do poder da lente corretora necessária para trazer o indivíduo à condição de emetropia (trazer a imagem à posição de prova) (Bennett, 1986; Rosenberg, 1991).

O segundo princípio freqüentemente utilizado envolve variações do princípio do duplo buraco estenopeico de Scheiner. Esse princípio se baseia no posicionamento do duplo buraco estenopeico à frente da pupila. Um objeto de prova, observado através dessas aberturas, forma uma imagem na retina e que pode ser única (se o objeto estiver conjugado à retina, ou seja, no Ponto Remoto do olho) ou dupla (nas ametropias). No último caso, o ajuste necessário na posição desse objeto, até que ele apareça único, permite determinar a correção refrativa (Bennett, 1986; Rosenberg, 1991).

A refratometria automatizada tem papel estabelecido na prática da refratometria atual. Esses instrumentos são facilmente operados, mas não substituem a retinoscopia manual e devem ser utilizados conjuntamente com outros métodos para a determinação do erro refrativo final (Alves, Avakian, 2000; Alves *et al.*, 2005).

2. OBJETIVOS

Analisar os componentes oculares da refração (poder da córnea, profundidade da câmara anterior, poder equivalente do cristalino e comprimento axial) de uma população de anisométropes de 2,00 D ou mais, calculadas no meridiano vertical, para (entre os olhos):

1. comparar os valores médios individuais dos componentes oculares;
2. correlacionar as diferenças dos componentes oculares com as diferenças de refração no meridiano vertical;
3. verificar a contribuição total e a seqüência geral de influência dos componentes oculares na anisometropia;
4. identificar o menor número de fatores que contenham o mesmo grau de informações expressas no conjunto de variáveis que influenciam na composição da anisometropia.

3. MÉTODOS

3.1 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Conselho de Ética do Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas (Anexo A) e pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo (Anexo B). Os indivíduos incluídos no estudo foram informados de sua natureza e assinaram o termo de consentimento (Anexo C).

3.2 TIPO DE ESTUDO E POPULAÇÃO

Trata-se de estudo transversal analítico, conduzido em população de 77 anisométropes atendida no Ambulatório de Oftalmologia do Hospital Universitário Nilton Lins, Manaus, Amazonas, por demanda espontânea ou

referenciada por outros setores do mesmo serviço, no período compreendido entre março e julho de 2007.

3.2.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os indivíduos incluídos na pesquisa eram portadores de anisometropia de 2,00 D ou mais, calculadas no meridiano vertical.

3.2.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos os anisométropes que: a) eram portadores de qualquer doença ocular; b) eram usuários de lentes de contato; c) eram suspeitos de ceratocone; d) que haviam realizado cirurgia ocular prévia.

3.2.3 FORMAÇÃO DE GRUPOS

Os indivíduos anisométropes foram divididos em três grupos, classificados pela diferença de refração do meridiano vertical entre os olhos para comparação dos grupos em relação às variáveis: idade, sexo, poder da córnea e do cristalino. O grupo I foi composto por anisometropias de 2,00 a 3,00 D; o grupo II, de 3,01 a 5,00 D e o grupo III, por anisometropias superiores a 5,00 D.

Os participantes foram, também, divididos em dois grupos classificados pela diferença positiva ou negativa de refração do meridiano vertical entre os olhos para comparação dos grupos em relação às variáveis: profundidade da câmara anterior e comprimento axial.

3.2.4 EXAME OFTÁLMICO

O exame oftálmico foi realizado conforme a seguinte seqüência:

- a) medida da acuidade visual para longe, sem e com correção, empregando-se a escala optométrica de Snellen à distância de seis metros;
- b) exame ocular externo;
- c) exame biomicroscópico para avaliação do segmento anterior e anexos;
- d) cicloplegia com colírio de cloridrato de ciclopentolato a 1% (Cicloplégico, Laboratório Allergan Produtos Farmacêuticos Ltda.), instilando-se uma gota em cada olho, duas vezes, com intervalo de dez minutos, realizando-se os exames refratométrico e ultrasonográfico A-scan, respectivamente, cerca de trinta e de quarenta minutos após a segunda gota;
- e) ceratometria e refratometria estática empregando-se o refrator automático Topcon KR 8800, programado para a apresentação

dos resultados. Foram obtidas três medidas do erro refrativo, e a média foi testada subjetivamente no refrator manual;

- f) tonometria de aplanção com tonômetro de Goldmann;
- g) oftalmoscopia indireta;
- h) ultra-sonografia A-scan com o emprego de um biômetro ultrassônico da marca Tommey, modelo AL 3000.

3.2.5 VARIÁVEIS

3.2.5.1 Variáveis dependentes

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

- a) erro refrativo do meridiano vertical;
- b) poder corneano;
- c) profundidade da câmara anterior;
- d) poder equivalente do cristalino;
- e) comprimento axial.

3.2.5.2 Variáveis independentes

- a) idade;
- b) sexo.

3.3 PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS

3.3.1 CÁLCULO DO PODER REFRACTIVO DO MERIDIANO VERTICAL

O valor da refração (poder) do meridiano vertical foi calculado empregando-se a equação (Dowalib, 2001) (Anexo D):

$$F' = F_{\text{esfera}} + F_{\text{cilindro}} (\text{seno}^2 \emptyset)$$

F' = poder do meridiano vertical

F_{esfera} = poder do componente esfera

F_{cilindro} = poder do cilindro de um dado meridiano

$\emptyset$ = ângulo entre o eixo do cilindro e meridiano vertical

3.3.2 ULTRA-SONOGRAFIA A-SCAN

A profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino, profundidade da câmara vítrea e comprimento axial foram medidos com o emprego de um biômetro ultra-sônico da marca Tommey, modelo AL 3000, com sonda de frequência de 10 MHz, constante de 118,30 e velocidade do som regulada para 1532 m/seg para a câmara anterior e cavidade vítrea e 1641 m/seg para o cristalino. A técnica de contato foi realizada com o paciente deitado e o examinador posicionado lateralmente. Após a instilação

de uma gota de colírio de cloridrato de proparacaína a 0,5% (Anestalcon, Alcon Laboratórios do Brasil Ltda.), as pálpebras foram abertas com os dedos, evitando-se pressão sobre o bulbo ocular; a sonda foi aproximada perpendicularmente à superfície central da córnea, tocando-a delicadamente, e evitando-se a sua indentação. Durante o exame, o paciente manteve o olho contralateral aberto fixando um ponto no teto. Em todas as medidas, a profundidade da câmara anterior foi sempre conferida, pois, caso diminuísse ou apresentasse alguma alteração inesperada durante o exame, poder-se-ia supor que estivesse ocorrendo indentação ou compressão da córnea pela sonda. Entre as medidas, permitiu-se ao paciente piscar para umedecer a córnea, evitando-se o seu ressecamento. A medida do olho direito precedeu a medida do olho esquerdo. O valor de cada componente ocular representou a média de três medidas biométricas.

3.4.3 CÁLCULO DO PODER EQUIVALENTE DO CRISTALINO

Para o cálculo do poder equivalente do cristalino, utilizou-se o método de Bennett (1988) que dispensa o uso do oftalmofacômetro (Anexo E). A fim de facilitar o seu entendimento, apresentamos, na figura 1, o percurso de um raio a partir do ponto remoto do olho e a sua passagem pelas superfícies refrativas de um olho esquemático.

Figura 1 - Trajetória de um raio axial a partir do ponto remoto ocular e passagem pelas superfícies refrativas de um olho esquemático (Bennett, 1988)

A figura 1 mostra os pontos principais P_L e P'_L do cristalino na sua posição. As distâncias dos pontos principais do cristalino P_L e P'_L de A_2 e A_3 , correspondem a e_L e e'_L , cujos valores são conhecidos, uma vez que foram previamente calculados a partir das dimensões oculares e das constantes do olho esquemático de Gullstrand-Emsley ($e_L = 0,596 d_2$ e $e'_L = -0,358 d_2$), (Bennett, 1988). O raio traçado do ponto remoto ocular (M_R) sofre as vergências (L_1 e L'_1) na córnea (F_1 = poder da córnea) e as vergências (L_2 e L'_2) no cristalino (F_L = poder equivalente do cristalino) e alcança o seu ponto conjugado (M' = retina). Nessa trajetória, temos d_1 (profundidade de câmara anterior) e d_3 (profundidade da câmara vítrea). A vergência L_2 no plano de P_L é determinada a partir do valor da distância w ($d_1 + e_L$); a vergência L'_2 no plano P'_L é determinada a partir do valor da distância ℓ'_2 ($e'_L + d_3$). O poder equivalente do cristalino F_L corresponde a $L'_2 - L_2$.

Para o cálculo do poder equivalente do cristalino, seguiu-se a orientação de Bennett (1988) que recomendou que, no primeiro momento, fossem relacionados os seguintes dados:

- a) F_{sp} : valor da refração do meridiano vertical;
- b) v : distância vértice da correção óptica;
- c) F_1 : poder da córnea;
- d) d_1 : profundidade da câmara anterior;
- e) d_2 : espessura axial do cristalino;
- f) d_3 : profundidade da câmara vítrea;
- g) n_2 e n_4 : índices de refração dos humores aquoso e vítreo: 1,3333;
- h) n_3 : índice de refração do cristalino: 1,4160.

Recomendou-se ainda que, no segundo momento, fosse utilizado um computador para calcular o poder equivalente do cristalino, respeitando-se as seguintes etapas:

- 1) $L_1 = F_{sp}/(1-vF_{sp})$
- 2) $L'_1 = L_1 + F_1$
- 3) $e_L = 0,596 d_2$
- 4) $e'_L = -0,358 d_2$
- 5) $w = d_1 + e_L$
- 6) $L_2 = L'_1 / [1-(w/n_2)L'_1]$
- 7) $\ell'_2 = -e'_L + d_3$
- 8) $F_L = \text{poder equivalente da lente} = L'_2 - L_2$

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados desta pesquisa foram analisados mediante um nível de significância adotado de 5% ($\alpha = 0,05$), sendo calculados os valores da probabilidade de erro (**p**) quando $\leq 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos (*) e quando $> 0,05$ foram tomados como não significativos (NS).

A análise dos dados foi feita calculando-se médias e desvios padrão, medianas e valores mínimos e máximos de idade, sexo e parâmetros biométricos.

Foram adotados os modelos estatísticos abaixo indicados.

- 1) Análise univariada: para a comparação dos grupos de anisométropes em relação às variáveis: idade, sexo e componentes oculares. Para tal análise foram utilizados os testes abaixo indicados.
 - a) Análise de Variância (ANOVA) a um fator, quando se compararam os três grupos em relação a uma variável quantitativa e a suposição de normalidade não foi rejeitada.
 - b) Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, quando se compararam os três grupos de anisométropes em relação a uma variável quantitativa e a suposição de normalidade foi rejeitada. Para as comparações múltiplas (isto é, dois a dois), foi utilizado o teste de Dunn.

- c) Teste t de Student, quando se compararam os dois grupos de anisométropes em relação a uma variável quantitativa e a suposição de normalidade não foi rejeitada.
 - d) Teste não-paramétrico de Mann-Whitney, quando se compararam os dois grupos de anisométropes e a suposição de normalidade foi rejeitada.
 - f) Análise de correlação: para os cálculos dos coeficientes de correlação entre os componentes oculares e a refração. Para essa análise, empregou-se o teste de correlação de Pearson (bicaudal) e tendo sido fixado em 0,05 ou 5% o nível para rejeição da hipótese de nulidade, assinalando-se com asterisco os valores significativos, sendo * para 0,05 e ** para 0,01.
- 2) Análise multivariada: para examinar a interdependência entre as variáveis (componentes oculares e refração); para obter uma equação a fim de prever a variável (dependente) refração e tendo como base as variáveis (independentes) componentes oculares. Realizaram-se as análises apresentadas a seguir.
- a) Análise de regressão múltipla e correlação: com o objetivo de explorar relações entre as múltiplas variáveis para encontrar quais variáveis independentes (componentes oculares) realmente influenciam a refração.
 - b) Análise fatorial: para identificar o menor número de fatores que contivessem o mesmo grau de informações expressas no conjunto

de variáveis. Para a análise de cada um dos fatores, levou-se em conta a contribuição do coeficiente de correlação (carga fatorial) de cada medida na composição do mesmo. Na análise fatorial, utilizou-se a rotação ortogonal (critério Varimax) que permite a extração de dimensões não correlacionadas (Bryan, 1986).

3.5.1 PROGRAMAS ESTATÍSTICOS

Para a análise dos dados, criou-se um banco de dados no Programa Microsoft Access 2000 e foram empregados os programas *Statistica for Windows (StarSoft Inc.) release 5.0*, 1995; *Microsoft Excell 2000* e *SPSS for Windows (SPSS Inc.) release 10.0.1*, 1999.

4. RESULTADOS

4.1 DADOS DEMOGRÁFICOS E CLÍNICOS

A tabela 1 mostra as características clínicas e demográficas dos 77 indivíduos anisométropes avaliados.

Tabela 1- Características clínicas e demográficas de 77 indivíduos anisométricos. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

nº	Idade (anos)	Sexo	RefrMV + am (D)	RefrMV - am (D)	# RefrMV (D)	# Qt (D)	# PCA (mm)	# Pcris (D)	# Cax (mm)
1	35	M	-2,00	0,00	2,00	0,00	-0,10	2,92	-0,70
2	38	M	3,00	1,00	2,00	0,00	-0,30	1,31	-0,60
3	35	F	3,00	0,99	2,00	-0,25	-0,82	-0,69	-0,49
4	34	F	2,70	0,69	2,01	-0,25	-0,90	3,35	-0,90
5	25	F	-9,34	-7,30	2,04	-0,75	-0,21	2,29	0,36
6	38	M	2,79	0,75	2,04	-0,50	-1,60	-1,87	-0,50
7	30	F	-2,50	-0,44	2,06	-0,25	0,18	1,18	0,61
8	30	M	-2,23	-0,17	2,07	1,00	0,05	5,37	-1,13
9	29	M	-3,72	-1,65	2,07	0,25	1,10	2,84	-0,30
10	38	F	6,00	3,91	2,08	-0,25	-3,20	3,56	-0,50
11	16	F	-2,36	-0,21	2,16	-0,75	0,40	0,50	0,83
12	30	F	2,44	0,26	2,18	0,50	-1,26	2,84	-1,65
13	35	F	3,81	1,63	2,19	0,00	-1,50	-0,44	-2,10
14	14	F	3,25	1,03	2,22	-1,50	-0,15	-1,73	0,18
15	30	F	-2,76	-0,53	2,23	2,00	0,30	-0,34	-0,60
16	10	M	-5,22	-2,99	2,23	-0,50	-0,70	0,71	0,00
17	30	M	3,22	0,98	2,24	0,25	0,15	-2,57	0,25
18	17	M	2,26	0,00	2,26	-0,12	0,11	0,14	-0,95
19	33	F	-4,84	-2,54	2,29	0,00	0,90	4,65	1,80
20	27	F	-12,42	-10,12	2,29	-0,75	0,00	1,89	0,00
21	35	M	4,70	2,38	2,32	-0,50	0,10	-1,95	0,16
22	28	F	-10,21	-7,89	2,32	0,53	-0,30	-1,17	0,30
23	22	F	-13,31	-10,96	2,35	0,00	-0,20	2,59	0,00
24	28	F	3,41	0,97	2,44	-0,50	-0,10	-0,53	0,50
25	37	F	-2,50	0,00	2,50	0,00	-0,36	1,98	-0,28
26	14	F	-15,25	-12,59	2,66	0,75	-0,30	0,80	0,00
27	36	F	-6,10	-3,35	2,75	1,00	0,30	1,97	2,50
28	30	M	-5,49	-2,74	2,75	-0,75	0,10	2,18	0,40
29	26	F	-4,00	-1,24	2,76	0,00	-0,60	-0,22	-1,50
30	18	F	-8,06	-5,25	2,81	0,00	0,00	2,46	1,00
31	30	M	-12,00	-9,18	2,82	0,12	-0,23	-0,34	1,09
32	16	F	-9,48	-6,62	2,87	-0,25	0,12	-1,49	1,73
33	21	F	-9,22	-6,34	2,89	0,25	-1,10	-0,29	0,60
34	23	M	-14,17	-11,22	2,95	1,50	1,00	8,05	3,30
35	17	M	-2,47	0,50	2,97	-0,75	-0,10	7,10	0,00
36	35	F	-7,49	-4,50	2,99	-0,75	0,00	4,35	0,40
37	21	M	-8,00	-5,00	3,00	-0,25	-0,80	3,93	0,00
38	20	M	-6,75	-3,75	3,00	-0,25	-0,40	1,96	1,20
39	39	F	3,75	0,75	3,00	0,25	0,80	1,24	0,00

continua

Tabela 1 - Características clínicas e demográficas de 77 indivíduos anisométricos. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007 (conclusão)

nº	Idade (anos)	Sexo	RefrMV + am (D)	RefrMV - am (D)	# RefrMV (D)	# Qt (D)	# PCA (mm)	# Pcris (D)	# Cax (mm)
40	30	F	-12,83	-9,62	3,21	-0,25	-0,60	1,03	1,57
41	22	M	-7,50	-4,23	3,27	1,50	0,76	1,30	0,37
42	25	M	-5,91	-2,62	3,29	0,50	0,40	-3,21	1,53
43	34	F	-3,37	-0,05	3,33	0,50	-0,40	2,18	-0,40
44	26	F	-7,18	-3,70	3,48	0,50	0,80	0,89	2,20
45	17	F	4,50	1,00	3,50	0,00	0,30	-1,04	-1,10
46	38	F	4,02	0,50	3,52	0,00	0,13	-1,81	-1,08
47	17	F	-11,83	-8,25	3,58	-0,25	0,12	1,09	0,69
48	21	F	-17,75	-13,98	3,77	0,25	0,41	-0,65	1,66
49	18	F	-4,24	-0,44	3,80	1,00	-0,80	2,35	0,10
50	37	F	-3,50	0,31	3,81	1,00	-0,10	0,51	0,40
51	15	M	-7,83	-3,88	3,95	-0,50	0,08	4,34	-0,26
52	30	M	5,04	1,03	4,00	-0,75	-0,01	-0,01	-1,59
53	38	F	3,99	-0,02	4,01	0,50	1,70	-4,71	0,00
54	32	F	-19,00	-14,98	4,02	0,00	0,40	4,19	0,00
55	27	M	-5,36	-1,27	4,09	0,50	-0,40	-3,74	0,83
56	36	F	-9,34	-5,02	4,32	0,00	0,57	0,28	2,36
57	23	M	-14,39	-10,06	4,33	0,75	0,30	3,60	3,90
58	37	M	-4,36	0,00	4,36	-3,75	0,60	4,07	0,90
59	14	F	-6,58	-1,74	4,84	0,25	-0,60	2,59	1,80
60	39	M	6,15	1,25	4,90	0,00	-0,11	0,48	-1,76
61	39	M	-5,70	-0,75	4,95	0,25	0,69	-1,23	2,50
62	23	F	-4,26	1,00	5,26	0,50	1,50	4,44	-0,60
63	25	M	-12,67	-7,10	5,57	0,75	0,40	-0,28	6,10
64	32	F	-15,20	-9,08	6,12	0,75	1,00	-0,17	-5,70
65	23	F	-10,23	-3,28	6,96	-0,63	0,00	0,72	1,74
66	20	M	11,48	4,49	6,99	-0,75	0,13	-1,06	-0,35
67	31	F	-7,21	0,25	7,46	0,25	-0,30	4,78	0,00
68	36	F	-8,71	-0,44	8,27	3,00	0,25	2,42	0,65
69	9	M	-9,54	-1,00	8,54	0,00	-1,20	2,25	0,40
70	19	F	-10,89	-2,20	8,69	0,25	1,80	-2,76	2,50
71	30	F	-10,21	-0,78	9,44	-0,50	0,90	3,35	-0,70
72	35	F	-10,20	-0,41	9,79	0,25	0,00	-0,43	2,20
73	20	M	-13,24	-2,23	11,01	-0,25	-0,81	-0,39	3,87
74	34	M	-14,25	-1,73	12,52	0,00	-0,70	1,06	6,10
75	36	F	12,25	-2,00	14,25	-0,25	-0,37	-5,03	-3,92
76	28	M	-18,97	-0,50	18,47	-1,13	-0,23	-0,74	8,28
77	35	F	-17,24	2,00	19,24	-0,88	0,00	-0,18	7,35

Nota: RefrMV+am: refração do meridiano vertical do olho portador de maior ametropia; RefrMV-am: refração do meridiano vertical do olho portador de menor ametropia; Qt: poder central da córnea; PCA: profundidade da câmara anterior; Pcris: poder equivalente do cristalino; Cax: comprimento axial; #: diferença.

A tabela 2 mostra os valores da refração do meridiano vertical e dos componentes oculares dos 77 indivíduos anisométropes selecionados para o estudo.

Tabela 2 - Valores da refração do meridiano vertical e dos componentes oculares dos olhos portadores de maior e de menor ametropia de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

Características clínicas	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	p
Refração Meridiano Vertical (D)						
Olho de maior ametropia	-5,19	7,18	-5,70	-2,00	-19,00	0,0059 (2)
Olho de menor ametropia	-2,60	4,27	-1,00	0,00	-14,98	
Poder corneano médio (D)						
Olho de maior ametropia	43,85	1,67	43,75	39,50	49,25	0,9251 (1)
Olho de menor ametropia	43,82	1,57	43,75	38,50	47,25	
Profundidade da câmara anterior (mm)						
Olho de maior ametropia	3,60	0,89	3,45	1,90	5,40	0,9525 (1)
Olho de menor ametropia	3,64	0,98	3,60	1,80	5,00	
Poder equivalente do cristalino (D)						
Olho de maior ametropia	22,75	4,90	22,79	13,31	32,92	0,2679 (1)
Olho de menor ametropia	21,73	4,42	21,82	10,88	31,67	
Comprimento axial (mm)						
Olho de maior ametropia	25,33	3,12	24,90	16,50	32,66	0,1964 (2)
Olho de menor ametropia	24,67	2,35	24,50	18,60	31,00	

(1) Nível descritivo de probabilidade do teste t não pareado.

(2) Nível descritivo de probabilidade do teste não-paramétrico de Mann-Whitney

Os olhos dos indivíduos anisométropes não apresentaram diferenças significativas em relação aos componentes oculares: córnea, profundidade da câmara anterior, cristalino e comprimento axial. A córnea, a profundidade da câmara anterior e o cristalino apresentaram distribuição normal. O comprimento axial não apresentou distribuição normal.

Os indivíduos anisométricos foram divididos em três grupos, conforme a magnitude da diferença refrativa do meridiano vertical de ambos os olhos. O grupo I foi composto por diferenças entre 2,00 e 3,00 D; o grupo II, entre 3,01 e 5,00 D e o grupo III, por diferenças superiores a 5,00 D. A caracterização dos três grupos de anisométricos é mostrada na tabela 3.

Tabela 3 - Características demográficas dos três grupos de anisométricos classificados pela diferença de refração do meridiano vertical. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

		Grupo de diferença de refração do meridiano vertical			p
		I (n=39)	II (n=22)	III (n=16)	
	Média $\pm$ dp	27,32 $\pm$ 7,96	27,32 $\pm$ 7,96	27,32 $\pm$ 7,96	
Idade	Mediana	30,00	28,50	29,00	0,927 ⁽¹⁾
	(min; max)	(10; 38)	(14; 39)	(9 ; 36)	
Sexo	Feminino	23 62,2%	14 58,3%	10 62,5%	0,947 ⁽²⁾

Nota: grupo I, diferenças entre 2,00 D e 3,00 D; grupo II, entre 3,01 D e 5,00 D e grupo III, diferenças superiores a 5,00 D.

(1) Nível descritivo de probabilidade da Análise de Variância a um fator.

(2) Nível descritivo de probabilidade do teste de Qui-quadrado.

Os três grupos de anisométricos não apresentaram diferenças significativas em relação à idade e ao sexo.

4.2 COMPONENTES OCULARES DA REFRAÇÃO

A tabela 4 apresenta os valores do poder central médio da córnea nos três grupos de anisométropes, classificados pela diferença de refração do meridiano vertical.

Tabela 4 - Valores de média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo do poder central da córnea em dioptrias nos três grupos de anisométropes, classificados pela diferença de refração do meridiano vertical. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

Olho	Grupo	n	Média	Dp	Mediana	Mínimo	Máximo	p
Mais Amétrope	I	39	43,73	1,75	43,75	39,50	47,00	0,834 ⁽¹⁾
	II	22	43,94	1,30	43,88	41,75	46,75	
	III	16	43,99	2,02	43,75	40,50	49,25	
Menos Amétrope	I	39	43,77	1,82	43,75	38,50	47,25	0,954 ⁽¹⁾
	II	22	43,85	1,21	43,63	42,25	46,50	
	III	16	43,91	1,50	43,75	41,63	46,25	
Diferença	I	39	-0,04	0,68	0,00	-1,50	2,00	0,194 ⁽²⁾
	II	22	0,08	0,96	0,25	-3,75	1,50	
	III	16	0,09	0,96	0,00	-1,13	3,00	

Nota: grupo I, diferenças entre 2,00 e 3,00 D; grupo II, entre 3,01 e 5,00 D e grupo III, diferenças superiores a 5,00 D.

(1) Nível descritivo de probabilidade da Análise de Variância a um fator.

(2) Nível descritivo de probabilidade do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Os três grupos de anisométropes não apresentaram diferenças significativas em relação ao poder central médio da córnea.

A tabela 5 mostra os valores de profundidade da câmara anterior nos dois grupos de anisométropes classificados pela diferença positiva ou negativa da refração do meridiano vertical.

Tabela 5 - Valores de média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo da profundidade de câmara anterior em milímetros nos dois grupos de anisométropes, classificados pela diferença positiva ou negativa de refração do meridiano vertical. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

Olho	Diferença	n	Média	dp	Mínimo	Máximo	Mediana	p
Mais Amétrope	Positiva	20	3,45	0,95	2,31	5,40	3,07	0,392 ⁽¹⁾
	Negativa	57	3,66	0,87	1,90	5,20	3,68	
Menos Amétrope	Positiva	20	3,79	1,41	2,21	8,00	3,44	0,429 ⁽¹⁾
	Negativa	57	3,59	0,79	1,80	5,70	3,60	
Diferença	Positiva	20	-0,35	1,02	-3,20	1,70	-0,11	0,118 ⁽²⁾
	Negativa	57	0,07	0,62	-1,20	1,80	0,00	

(1) Nível descritivo de probabilidade do teste t de Student.

(2) Nível descritivo de probabilidade do teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Os dois grupos de anisométropes não apresentaram diferenças significativas em relação à profundidade da câmara anterior.

A tabela 6 apresenta os valores do poder do cristalino nos três grupos de anisométropes, classificados pela diferença de refração do meridiano vertical.

Tabela 6 - Valores de média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo do poder equivalente do cristalino em dioptrias nos três grupos de anisométropes, classificados pela diferença de refração do meridiano vertical. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

Olho	Grupo	n	Média	Dp	Mediana	Mínimo	Máximo	p
Mais Amétrope	I	39	23,21	4,05	22,95	15,59	31,36	0,910 ⁽¹⁾
	II	22	22,02	5,39	21,17	14,74	29,72	
	III	16	22,61	6,06	20,95	13,31	32,92	
Menos Amétrope	I	39	21,70	3,64	21,85	15,98	30,86	0,592 ⁽¹⁾
	II	22	21,45	5,35	21,56	11,53	31,67	
	III	16	22,17	4,89	22,57	10,88	28,13	
Diferença	I	39	3,10	5,36	2,25	-6,03	6,41	0,627 ⁽²⁾
	II	22	1,41	5,19	1,77	-6,80	9,55	
	III	16	0,77	7,48	0,35	-13,22	12,15	

Nota: grupo I, diferenças entre 2,00 e 3,00 D; grupo II, entre 3,01 e 5,00 D e grupo III, diferenças superiores a 5,00 D.

(1) nível descritivo de probabilidade da Análise de Variância a um fator.

(2) nível descritivo de probabilidade do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Os três grupos de anisométropes não apresentaram diferença significativa em relação ao poder do cristalino.

A tabela 7 mostra os valores do comprimento axial nos dois grupos de anisométropes, classificados pela diferença positiva ou negativa de refração do meridiano vertical.

Tabela 7- Valores de média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo do comprimento axial em milímetros nos dois grupos de anisométropes classificados pela diferença positiva ou negativa de refração do meridiano vertical. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

Olho	Diferença	n	Média	dp	Mínimo	Máximo	Mediana	p
Mais Amétrope	Positiva	20	21,94	1,69	16,50	23,80	22,42	< 0,001 ⁽¹⁾
	Negativa	57	26,52	2,58	22,20	32,66	26,33	
Menos Amétrope	Positiva	20	22,61	1,49	18,60	24,47	22,93	< 0,001 ⁽¹⁾
	Negativa	57	25,40	2,16	21,59	31,00	25,26	
Diferença	Positiva	20	-0,67	0,74	-2,10	0,50	-0,55	<0,001 ⁽²⁾
	Negativa	57	1,1'2	2,18	-5,70	8,28	0,61	

(1) Nível descritivo de probabilidade do teste t de Student.

(2) Nível descritivo de probabilidade do teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Os dois grupos diferiram em relação ao comprimento axial. O grupo com a diferença refrativa negativa apresentou valores significativamente maiores que os do grupo com diferença refrativa positiva.

4.3 CORRELAÇÕES UNIVARIADAS

A tabela 8 mostra os valores dos coeficientes de correlação entre as diferenças dos componentes oculares e as diferenças de refração do meridiano vertical dos indivíduos anisométropes do estudo.

Tabela 8 - Coeficientes de correlação calculados de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

	RefrMV	Qt	PCA	Cax	Pcris
RefrMV	1	-0,04	-0,12	-0,64(**)	-0,34(**)
Qt		1	0,14	-0,06	0,03
PCA			1	0,10	-0,01
Cax				1	0,00
Pcris					1

Nota: RefrMV = Refração do Meridiano Vertical; Qt = Poder Central da Córnea; PCA = Profundidade da Câmara Anterior; Cax = Comprimento Axial; Pcris = Poder Equivalente do Cristalino.

(**) -Correlação de Pearson significativa para nível descritivo de 0,01 (bicaudal).

Houve correlação negativa média entre a diferença de refração do meridiano vertical e a diferença de comprimento axial e correlação negativa fraca entre a diferença de refração do meridiano vertical e a diferença de poder do cristalino.

O gráfico 1 apresenta o diagrama de dispersão, a reta interpolatriz e o “r” calculado das diferenças de refração do meridiano vertical com as diferenças de comprimento axial dos indivíduos anisométropes.

Gráfico 1- Diagrama de dispersão, reta interpolatriz e “r” calculado das diferenças de refração do meridiano vertical (RefrMV) com as diferença de comprimento axial (Cax) de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

O gráfico 2 mostra o diagrama de dispersão, a reta interpolatriz e o “r” calculado das diferenças de refração do meridiano vertical com as diferenças do poder equivalente do cristalino dos indivíduos anisométropes.

Gráfico 2- Diagrama de dispersão, reta interpolatriz e “r” calculado das diferenças de refração do meridiano vertical (RefrMV) com as diferenças do poder equivalente do cristalino (Pcris) de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

4.4 CORRELAÇÕES MÚLTIPLAS

A tabela 9 mostra os valores dos coeficientes de correlações múltiplas para os subconjuntos de variáveis das diferenças entre os olhos dos indivíduos anisométropes.

Tabela 9 – Coeficientes de correlações múltiplas para os subconjuntos de variáveis calculados das diferenças entre os olhos de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

3 variáveis		4 variáveis		5 variáveis	
1.23	0,41				
1.24	0,42	1.234	0,42		
1.25	0,50	1.235	0,50	1.2345	0,51
1.34	0,02	1.245	0,51		
1.35	0,11	1.345	0,11		
1.45	0,10				
2.13	0,41				
2.14	0,42	2.134	0,42		
2.15	0,45	2.135	0,45	2.1345	0,46
2.34	0,02	2.145	0,46		
2.35	0,01	2.345	0,02		
2.45	0,00				
3.12	0,02				
3.14	0,03	3.124	0,04		
3.15	0,02	3.125	0,02	3.1245	0,04
3.24	0,03	3.145	0,04		
3.25	0,01	3.245	0,03		
3.45	0,02				
4.12	0,01				
4.13	0,02	4.123	0,03		
4.15	0,00	4.125	0,02	4.1235	0,04
4.23	0,03	4.135	0,02		
4.25	0,00	4.235	0,03		
4.35	0,02				
5.12	0,15				
5.13	0,10	5.123	0,15		
5.14	0,09	5.124	0,15		
5.23	0,00	5.134	0,10	5.1234	0,15
5.24	0,00	5.234	0,00		
5.34	0,00				

Nota: variável 1 = refração meridiano vertical; variável 2= comprimento axial; variável 3= profundidade câmara anterior; variável 4= poder da córnea e variável 5= poder do cristalino.

A tabela 10 mostra a ordem de importância das variáveis obtidas da diferença entre os olhos.

Tabela 10 - Ordem de importância das variáveis considerando-se as diferenças entre os olhos de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

Variável dependente	Seqüência de importância
1	2-5-4-3
2	1-5-4-3
3	4-1-2-5
4	3-2-1-5
5	1-2-3-4
Seqüência geral	1-2-5-4-3

variável 1 = Refração meridiano vertical; variável 2= comprimento axial; variável 3= profundidade câmara anterior; variável 4= poder da córnea e variável 5= poder do cristalino

Podemos observar a seguinte seqüência geral de ordem de importância das variáveis: refração do meridiano vertical, comprimento axial, poder do cristalino, poder da córnea e profundidade da câmara anterior.

4.5 REGRESSÕES MÚLTIPLAS

As equações de regressão múltipla, calculadas a partir dos coeficientes de correlações parciais e múltiplos das diferenças entre os olhos dos indivíduos anisométricos, foram as seguintes:

$$(1) \text{RefrMV} = -1,07 - 1,54 \cdot \text{Cax} - 0,31 \cdot \text{PCA} - 0,44 \cdot \text{Qt} - 0,24 \cdot \text{Pcris}$$

$$(2) \text{Cax} = 0,06 - 0,29 \cdot \text{RefrMV} + 0,08 \cdot \text{PCA} - 0,23 \cdot \text{Qt} - 0,07 \cdot \text{Pcris}$$

$$(3) \text{PCA} = -0,08 - 0,01 \cdot \text{RefrMV} + 0,02 \cdot \text{Cax} + 0,13 \cdot \text{Qt} - 0,004 \cdot \text{Pcris}$$

$$(4) \text{Qt} = 0,02 - 0,02 \cdot \text{RefrMV} - 0,07 \cdot \text{Cax} + 0,16 \cdot \text{PCA} - 0,004 \cdot \text{Pcris}$$

$$(5) \text{Pcris} = 1,11 - 0,65 \cdot \text{RefrMV} - 0,97 \cdot \text{Cax} - 0,22 \cdot \text{PCA} - 0,23 \cdot \text{Qt}$$

4.6 ANÁLISE FATORIAL

Para estudar a estrutura existente entre as cinco variáveis avaliadas, empregou-se a análise fatorial por ser uma técnica de análise multivariada que tem como objetivo examinar a interdependência entre variáveis e por sua principal característica ser a capacidade de redução de dados. Dessa forma foram obtidos três fatores (tabela 11) que, no seu conjunto, responderam por 78% da variação total dos dados para a diferença refrativa entre os olhos (Anexo F).

Tabela 11 - Análise fatorial das variáveis considerando-se as diferenças entre os olhos de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário da Faculdade de Medicina Nilton Lins, Manaus, Amazonas- 2007

Fator	1	2	3
Refração M Vertical	-0,85		
Comprimento Axial	0,92		
Prof Câmara Anterior		0,71	
Poder da Córnea		0,79	
Poder do Cristalino			0,95

fator 1: refração meridiano vertical, comprimento axial,
fator 2: profundidade da câmara anterior, poder da córnea,
fator 3: poder do cristalino

Vemos, nesta análise, que o poder do cristalino aparece como um fator isolado da refração e do comprimento axial, bem como da profundidade da câmara e do poder da córnea.

5. DISCUSSÃO

Em relação ao desenvolvimento dos erros refrativos e das anisometropias, muitas pesquisas têm procurado responder a diversas questões, como as apresentadas a seguir. Como os componentes oculares influenciam os erros refrativos? Por que alguns indivíduos apresentam anisometropia? Como os componentes oculares influenciam as anisometropias? Tais questões, e muitas outras que traduzem preocupações relacionadas com a etiologia, detecção e desenvolvimento da anisometropia, inspiraram a escolha deste tema para pesquisa.

Neste estudo, não houve diferença significativa entre as médias das medidas individuais dos diferentes componentes oculares de ambos os olhos dos indivíduos anisométricos (tabela 2). Em olhos com erros refrativos entre +6,00 e -4,00 D, Sorsby *et al.* (1957) não encontram diferenças nos valores dos componentes oculares medidos em olhos emétopes e amétopes e verificaram distribuição normal de todos os componentes oculares. Nesta investigação, os componentes poder corneano, profundidade da câmara anterior e poder do cristalino mostraram distribuição normal. O comprimento axial não mostrou distribuição normal. Stenström (1948), Araki (1962) e Carroll (1980) encontraram curva de distribuição normal para o poder corneano, poder do cristalino e câmara anterior. Para o

comprimento axial encontraram curva de distribuição leptocúrtica. Baseando-se nesse achado os autores sugeriram a existência de processo adaptativo no qual o comprimento axial seria ajustado pelo poder refrativo ocular. Com relação à hereditariedade, Sorsby *et al.* (1962a, 1962b, 1962c, 1966) e Sorsby e Benjamin (1973) demonstram que todas as refrações e seus componentes oculares são geneticamente determinados. Diferentemente dos gêmeos bivitelinos, os gêmeos univitelinos apresentam marcada concordância para a refração e seus componentes oculares (Sorsby *et al.*, 1962b). Estudo conduzido em famílias emétopes mostra coeficiente de correlação pai/filho de 0,5 para o comprimento axial e poder da córnea, valor interpretado como modelo de herança (do erro refrativo) poligênica e sem dominância (Sorsby *et al.*, 1966). Estudo realizado em famílias com um dos pais amétrope aponta coeficiente de correlação não estatisticamente diferente de zero; modelo mais comum de herança autossômica; e, menos freqüentemente, modelo recessivo ligado ao sexo e dominante (Sorsby *et al.*, 1966). Estudos *in vivo* têm reportado distribuição normal dos componentes oculares, distribuição leptocúrtica dos erros refrativos e correlação significativa do erro refrativo com o comprimento axial (Sorsby *et al.*, 1957; Sorsby *et al.*, 1961; Sorsby, 1995). Tais observações têm levantado à hipótese de que os erros refrativos resultam de mal combinada associação entre os componentes oculares (Stenström, 1948; Sorsby *et al.*, 1961; van Alphen, 1961; Sorsby *et al.*, 1962b; Tokoro, Suzuki, 1969; Larsen, 1971a; Larsen, 1971b; Mark, 1972; Fledelius 1982; Garner *et al.*, 1988; Troilo, 1992; Sorsby 1995; Brown *et al.*, 1999).

Nesta pesquisa, os três grupos de anisométropes classificados pela diferença de refração do meridiano vertical não apresentaram diferenças significativas em relação à idade e ao sexo (tabela 3), poder da córnea (tabela 4) e poder equivalente do cristalino (tabela 6). Os dois grupos de anisométropes classificados pela diferença positiva ou negativa da refração do meridiano vertical não apresentaram diferenças significativas em relação à profundidade da câmara anterior (tabela 5), mas, sim, diferença significativa em relação ao comprimento axial (tabela 7). Ou seja, ambos os olhos dos anisométropes com diferenças refrativas negativas eram mais compridos que os olhos dos anisométropes com diferenças refrativas positivas.

De acordo com Steiger (1913), Waardenburg (1930), Sorsby *et al.*, (1962a) e Rosenfield (2006), a influência da córnea na anisometropia é insignificante. Nos seus estudos, Steiger (1913) e Waardenburg (1930) ressaltam ser excepcional o encontro de olhos com diferenças ceratométricas superiores a 1,00 D, mesmo em indivíduos com altos graus de anisometropia. Na série de Waardenburg (1930) de cem casos de anisometropia de 0,75 a 20,00 D, 18 casos apresentavam anisometropia superior a 5,00 D; em 75 casos, as duas córneas mostraram os mesmos valores e, em somente um caso dos 25 remanescentes, observou-se diferença superior a 1,00 D. Na pesquisa de Sorsby *et al.* (1962a), realizada com 67 pacientes anisométropes de 2,00 a 15,00 D, em todos os casos as córneas apresentaram diferenças inferiores a 2,00 D; em 45 casos, encontrou-se diferença de 0,50 D ou inferior. Nesse estudo de 77 casos de

anisometropia de 2,00 a 19,24 D, em 14 casos as duas córneas mostraram os mesmos valores e, em apenas seis casos, foram observadas diferenças superiores a 1,00 D (tabela 1). Esses achados, de fato, relativizam a importância da participação da córnea na anisometropia.

No estudo de Sorsby *et al.* (1962a), as diferenças na profundidade da câmara anterior foram ignoradas pelos autores que as consideraram muito pequenas para influenciarem a composição da anisometropia.

Hirsch e Weymouth (1947) ressaltam que o aumento de profundidade da câmara anterior diminui o poder refrativo ocular devido ao efeito produzido pela maior separação entre córnea e cristalino.

Erickson (1991) estimou o efeito produzido no erro refrativo ocular pelo afastamento desses dois elementos da seguinte maneira: um aumento na profundidade da câmara anterior produzido pelo afastamento posterior do cristalino de 0,1mm, mantendo-se constante o comprimento axial, produz 0,13 D de desvio hipermetrópico; um aumento de profundidade da câmara anterior de 0,1mm produzido pelo afastamento da córnea, mantendo-se o cristalino fixo, produz 0,14 D de desvio miópico e 0,1mm de aumento no comprimento axial. Tais observações indicam que variações na profundidade da câmara anterior não podem ser consideradas de forma isolada, devendo ser avaliadas em conjunto com alterações resultantes no comprimento axial (Goss, Erickson, 1990). Para Hirsch e Weymouth (1947) e Goss e Erickson (1990), somente 7% da variação do estado refrativo ocular podem ser explicados por variações na profundidade da câmara anterior.

Tron, em 1940, realizou estudo com o objetivo de avaliar o papel do cristalino na anisometropia. Na sua série de 22 casos de anisometropia de 2,00 a 13,00 D, encontrou, em 17 casos, diferenças entre os poderes dos cristalinos de 2,00 a 5,00 D; e, nos demais cinco casos, diferenças de 5,50 a 13,00 D. O autor destaca a alta variabilidade das medidas do poder do cristalino. Na investigação de Sorsby *et al.* (1962a), em 59 de 67 casos, os autores encontraram diferenças nos poderes dos cristalinos de até 2,00D; nos demais oito casos, entre 2,01 e 4,00 D. Nesse estudo de 77 casos de anisometropia de 2,00 a 19,24 D, em 45 casos os dois cristalinos mostraram diferenças até 2,00 D; em 28 casos, diferenças entre 2,01 e 5,00 D e, nos outros quatro casos, as diferenças excederam a 5,00 D (tabela 1). Tais achados indicam que o cristalino parece exercer maior influência do que a córnea na anisometropia.

No estudo de Sorsby *et al.* (1962a), realizado para avaliar o papel de cada componente ocular da refração na anisometropia, os autores apontaram ser o comprimento axial o fator essencial. Encontraram diferenças no comprimento axial em 97% dos casos examinados, particularmente nos anisométropes maiores de 5,00 D. Em 86% dos altos anisométropes, diferenças no comprimento axial contribuíram para cerca de 80% da diferença refrativa entre os olhos. Observaram que, em altos graus de anisometropia, a contribuição do cristalino veio a seguir, a córnea aparecendo em último lugar. Para avaliar a contribuição de cada componente ocular na diferença refrativa entre os olhos, é necessário calcular as suas correlações com a refração ocular.

O estudo de correlações empregado nesta investigação baseou-se na análise de dez correlações entre os cinco elementos essenciais e considerou a refração ocular do meridiano vertical como um “elemento”. Com o estudo das correlações, pretendeu-se avaliar o grau de associação entre duas variáveis (Doria Filho, 1999). Encontraram-se correlação negativa média entre a diferença refrativa e a diferença de comprimento axial ($r=-0,64$; $p<0,01$) e correlação negativa fraca entre a diferença refrativa e a diferença de poder do cristalino ($r=-0,34$; $p<0,01$) (tabela 8 e gráficos 1 e 2).

Laird (1991) reanalisou os dados de Sorsby *et al.* (1962a) e de van der Torren (1985) e, comparando diferença refrativa com diferença de comprimento axial e com diferença do poder do cristalino, encontrou coeficientes de correlação de $-0,94$ e $-0,71$, respectivamente, valores superiores aos deste estudo.

Para evitar a introdução de erros nos cálculos de correlações, as variáveis a serem correlacionadas deveriam, preferentemente, ter sido medidas nas mesmas dimensões; por exemplo, o comprimento axial não deveria ser correlacionado com o poder corneano mas, sim, com o raio de curvatura corneana. Para estimar a magnitude desse erro, van Alphen (1961), utilizando os dados de Stenrön (1948), obteve $-0,10$ para o coeficiente de correlação entre curvatura corneana e profundidade da câmara anterior e $-0,31$ para o coeficiente de correlação entre curvatura corneana e comprimento axial. Substituindo o poder corneano pelo raio de curvatura corneana, obteve como coeficientes de correlação, respectivamente, $+0,09$ e $-0,32$. O exemplo indica que o uso de variáveis

com dimensões diferentes influencia pouco o valor absoluto do coeficiente de correlação. Tal fato não levanta objeções contra a opção de se realizar o cálculo de correlação entre variáveis de diferentes dimensões, como ocorreu neste estudo.

Uma outra crítica ao estudo poderia advir do fato de o poder equivalente do cristalino ter sido calculado a partir de outras variáveis; por isso, as correlações que o associam às outras variáveis poderiam estar “contaminadas”. Van Alphen (1961) também estimou a quantidade dessa “contaminação” comparando os dados e de Stentrön (1948) em que o poder do cristalino foi calculado (e não medido) com os de Sorsby *et al.* (1957) em que o poder do cristalino foi medido por oftalmofacometria. Na população com erro refrativo de $\pm 8,00$ D de Stentrön (1948) e de $\pm 10,00$ D de Sorsby *et al.* (1957), van Alphen (1961) obteve valores de coeficiente de correlação para poder do cristalino e refração de -0,02 e +0,28; poder do cristalino e comprimento axial de -0,39 e -0,49; poder do cristalino e poder da córnea de -0,10 e -0,10, respectivamente. Em amostras selecionadas de outras duas séries dos mesmos autores e com erros refrativos de $\pm 3,00$ D, van Alphen (1961) obteve valores de coeficiente de correlação para poder do cristalino e refração de +0,13 e +0,39; poder do cristalino e comprimento axial de -0,60 e -0,60; poder do cristalino e poder da córnea de -0,09 e -0,09, respectivamente. Os cálculos de Van Alphen (1961) mostraram que o coeficiente de correlação para refração e poder do cristalino é menor quando o poder do cristalino é calculado. O autor não identificou diferenças importantes nas correlações entre as outras variáveis.

Nesta investigação, o cálculo do poder equivalente do cristalino foi feito através do método de Bennett (1988) que requer dados do erro refrativo, de ceratometria e de ultra-sonografia A-scan. Dunne *et al.* (1989) compararam a oftalmofacometria com o método de Bennett (1988) calculando o poder do cristalino em 36 olhos, com erros de refração entre -9,37 e +3,14 D, de indivíduos com média de idade de 22,04 anos. Nesse estudo, as diferenças estimadas entre os dois métodos ficaram entre 0,01 e 0,77 D, com média de diferença de 0,23 D. Os autores relatam dificuldades no emprego do método da oftalmofacometria, além do fato do aparelho não se encontrar comercialmente disponível (Dunne *et al.*, 1989). Pode-se concluir que o desenvolvimento do método de Bennett (1988), além de ter facilitado a concretização deste trabalho, viabilizará a realização de novos estudos biométricos.

Kurtz *et al.* (2004) avaliaram a variabilidade das medidas de componentes oculares usando a ultra-sonografia A-scan de contato em crianças de seis a 11 anos de idade. Encontraram média de variabilidade de $0,062 \pm 0,043$ mm (mediana, 0,052) para o comprimento axial; de $0,063 \pm 0,043$ mm (mediana, 0,052) para profundidade da câmara anterior e de $0,061 \pm 0,045$ mm (mediana, 0,052) para a espessura do cristalino. A relação entre o comprimento axial e o poder refrativo ocular é de aproximadamente 0,3 mm de comprimento axial para cada 1,00 D, baseando-se no “olho reduzido” de Gullstrand-Emsley (Michaels, 1980). Dessa forma, a variabilidade encontrada para o comprimento axial correspondeu a $0,20 \pm 0,13$ D (IC 95%, 0,20 a 0,23 D), o que indica que a

ultra-sonografia A-scan é sensível para alterações no comprimento axial maiores que 0,25 D. A atividade acomodativa aumenta a variabilidade da medida do ultra-som A-scan da profundidade da câmara anterior e do cristalino (Steele *et al.*, 1992). Diferentes níveis de cicloplegia podem provocar diferenças estimadas de espessura do cristalino (Mutti *et al.*, 1994; Kee *et al.*, 1998). Pelo fato de a espessura do cristalino poder alterar a profundidade da câmara anterior, o poder equivalente do cristalino calculado a partir da espessura do cristalino e da profundidade da câmara anterior pode também ser afetado, se o cristalino não estiver adequadamente estabilizado pelo agente cicloplégico (Steele *et al.*, 1992, Storey, Rabie, 1993). A relação entre a espessura e o poder dióptrico do cristalino é de 0,035 a 0,07 mm de alteração na espessura por dioptria (Kee *et al.*, 1998; Garner, Yap, 1997). A ultra-sonografia A-scan é sensível para variações na espessura do cristalino que excedam 0,86 D (Kurtz *et al.*, 2004). A variabilidade das medidas da profundidade da câmara anterior foi similar à da espessura do cristalino (Kurtz *et al.*, 2004). Neste estudo, para minimizar as alterações ocasionadas pela acomodação (Garner, Yap, 1997), os pacientes foram submetidos à cicloplegia com colírio de ciclopentolato a 1%, antes do exame ecobiométrico.

As correlações medidas neste estudo, considerando-se as diferenças refrativas e as diferenças dos componentes oculares entre os olhos dos indivíduos anisométropes não foram o suficientemente altas (fortes) para se aproximarem de 1,00 (tabela 8 e gráficos 1 e 2). Tal fato também sugere a existência de outras correlações não identificadas influenciando a diferença

da refração ocular entre os olhos. Sendo a refração ocular função do poder corneano, poder do cristalino, profundidade da câmara anterior, comprimento axial e dos vários índices de refração, seria deveras notável se apenas uma correlação parcial alcançasse o valor 1,00. Impõe-se, portanto, a análise da interação dessas variáveis (componentes oculares) na diferença de refração entre os olhos e a regressão múltipla é a maneira de fazê-lo. Nesse tipo de avaliação, o pesquisador está interessado em saber qual o tipo de variável que tem a maior influência e/ou em encontrar a equação que melhor determina a diferença na refração ocular valendo-se das outras quatro variáveis.

A variação total na variável dependente (por exemplo, refração), explicada pela influência das variáveis independentes (por exemplo, poder da córnea, profundidade da câmara anterior, poder do cristalino e comprimento axial), é verificada prontamente a partir dos coeficientes de correlação múltipla. Eles são derivados de coeficientes de correlação parcial e computados para três, quatro ou cinco variáveis, cada variável sendo, por sua vez, considerada dependente de outra. Assim, na tabela 9, temos os seguintes coeficientes de correlação múltipla para o subconjunto de variáveis calculado a partir das diferenças entre os olhos: 1.2345=0,51; 2.1345=0,46; 3.1245=0,0,04; 4.1235=0,04 e 5.1234=0,15; sendo 1=refração; 2=comprimento axial, 3=profundidade da câmara anterior, 4=poder da córnea e 5= poder do cristalino. No subconjunto 1.2345, a variável 1 ou refração é a variável dependente que sofre a influência das outras variáveis, nesse momento, variáveis independentes. No subconjunto 2.1345, a variável

2 ou comprimento axial é a variável independente que sofre a influência das outras variáveis independentes. Dessa forma, a importância relativa de qualquer variável independente na variabilidade total da variável dependente pode ser determinada. Na tabela 9, os valores mais baixos para a variável dependente 1 com os das outras três variáveis são mostradas pelo coeficiente $1.345 = 0,11$. A variável 2 em 1.2345 exerce a maior influência. O valor mais alto mostra $1.245 = 0,51$ e, então, a variável 3 em 1.345 é a menos importante. Podemos observar que, quando a refração e o comprimento axial são considerados variáveis dependentes, tem-se boa parte da variabilidade dos dados explicada. Tal explicação está em ordem decrescente de grandeza em poder do cristalino, poder da córnea e profundidade da câmara anterior. Esse raciocínio deve ser repetido para outras variáveis a fim de se obter a seqüência geral de influências que, neste estudo, foi 1-2-5-4-3 (tabela 10), ou seja, refração, comprimento axial, poder do cristalino, poder da córnea e profundidade da câmara anterior.

A utilização de equações de regressão múltipla, calculadas a partir dos coeficientes de correlação parciais e múltiplos, permite entender como uma variável é influenciada pelas demais variáveis. As equações de regressão múltipla obtidas com os dados deste estudo, considerando-se as diferenças refrativas e as diferenças dos componentes oculares dos indivíduos anisométropes, foram as seguintes:

$$\begin{aligned}(1) \text{ RefrMV} &= -1,07 - \mathbf{1,54} \cdot \text{Cax} - \mathbf{0,31} \cdot \text{PCA} - \mathbf{0,44} \cdot \text{Qt} - \mathbf{0,24} \cdot \text{Pcris} \\(2) \text{ Cax} &= 0,06 - 0,29 \cdot \text{RefrMV} + 0,08 \cdot \text{PCA} - 0,23 \cdot \text{Qt} - 0,07 \cdot \text{Pcris} \\(3) \text{ PCA} &= -0,08 - 0,01 \cdot \text{RefrMV} + 0,02 \cdot \text{Cax} + 0,13 \cdot \text{Qt} - 0,004 \cdot \text{Pcris} \\(4) \text{ Qt} &= 0,02 - 0,02 \cdot \text{RefrMV} - 0,07 \cdot \text{Cax} + 0,16 \cdot \text{PCA} - 0,004 \cdot \text{Pcris} \\(5) \text{ Pcris} &= 1,11 - 0,65 \cdot \text{RefrMV} - 0,97 \cdot \text{Cax} - 0,22 \cdot \text{PCA} - 0,23 \cdot \text{Qt}\end{aligned}$$

A equação (1) refere-se à diferença de refração do meridiano vertical ocular entre os olhos. Indica que 1 mm de alteração no comprimento axial entre os olhos modifica a diferença de refração do meridiano vertical de **1,54** D; que 1 mm de alteração na diferença de profundidade da câmara anterior entre os olhos altera a diferença de refração do meridiano vertical de **0,31** D; que 1,00 D de diferença de poder da córnea entre os olhos altera a diferença de refração do meridiano vertical de **0,44** D e, ainda, que 1,00 D de diferença de poder equivalente do cristalino entre os olhos altera a diferença de refração do meridiano vertical de **0,24** D.

A análise fatorial é uma técnica de análise multivariada que tem como objetivo examinar a interdependência entre variáveis e a sua principal característica é a capacidade de redução de dados. Foi empregada nesta investigação para estudar a estrutura existente entre as cinco variáveis e reagrupá-las. Com essa técnica, pode-se substituir um conjunto inicial de variáveis por um conjunto menor de fatores não correlacionados. Os fatores obtidos na análise fatorial explicam a maior parte da estrutura de correlação do conjunto de variáveis originais, ou seja, identifica o menor número possível de fatores que contêm o mesmo grau de informações expressas no

conjunto de variáveis. Cada um dos fatores mostra, através das cargas fatoriais, quais as medidas que apresentam maior peso na sua composição. Com a rotação dos fatores, é possível obter-se uma matriz com cargas fatoriais mais facilmente interpretáveis ou mais identificáveis com a natureza das variáveis que compõem o teste, ou seja, consegue-se a extração de dimensões não correlacionadas (Bryan, 1986). Dessa forma, foram obtidos três fatores que, no seu conjunto, responderam por 78% da variação total dos dados para a diferença entre os olhos (Anexo F). Ou seja, para a diferença de refração entre os olhos, foram identificados o **fator 1** (refração, comprimento axial); o **fator 2** (profundidade da câmara anterior, poder da córnea) e o **fator 3** (poder do cristalino) (tabela 11).

A identificação do **fator 1** (refração, comprimento axial) pode estar relacionada com o fato de que olhos de quaisquer tamanhos, hipermétropes no nascimento, têm que se alongar para se tornarem emétopes. Nesse processo de emetropização, o comprimento axial é ajustado pelo poder refrativo total. O grau de ajustamento determina a refração e a forma do bulbo ocular (Van Alphen, 1961). Para Tayah *et al.* (2007), as diferentes correlações observadas no olho portador da menor e da maior ametropia em anisométropes reforçam o conceito de que o olho mais amétrope falhou em crescer com proporcionalidade.

Por sua vez, a identificação do **fator 2** (profundidade da câmara anterior, poder da córnea) pode estar relacionada com a tendência de olhos mais compridos apresentarem câmaras anteriores mais profundas e córneas mais planas (van Alphen, 1961). A câmara anterior, embora relativamente

profunda ao nascimento, continua se aprofundando à medida que o olho cresce e o cristalino aplanar. O seu aprofundamento (aumento da distância entre a córnea e o cristalino) reduz o poder refrativo ocular e contribui para a emetropização (Mark, 1972). A diminuição do poder de córnea, contudo, é insuficiente para compensar o aumento do comprimento axial, possivelmente, devido a sua baixa elasticidade. Por isso, após o nascimento, a córnea cresce relativamente pouco em comparação à esclera, que por expandir-se mais, influencia mais no erro refrativo (Gernet, 1964). Para van Alphen (1961) não deve haver correlação entre comprimento axial e córnea pelo fato de olhos muito hipermétropes (presumivelmente pequenos) terem córneas mais planas do que se deveria esperar. Esse achado, contudo, não contradiz a regra. Com mais razão, esse fato enfatiza que os erros refrativos resultam de quebra da associação normal entre os elementos refrativos. Assim, podemos esperar córneas mais planas em hipermetropia (Mark, 1972).

A identificação do **fator 3** (cristalino) pode estar relacionada com o fato de, curiosamente, o poder do cristalino ser independente do tamanho herdado do olho, e conseqüentemente olhos pequenos podem ter o mesmo poder do cristalino que olhos muito compridos (Van Alphen, 1961). No entanto, se a emetropia deve ser mantida a despeito do aumento do comprimento axial, então, o cristalino e a córnea devem perder poder (Mark, 1972). O cristalino é uma lente flexível dentro de uma cápsula elástica. À medida que aumenta o diâmetro do círculo suspensório, a zônula exerce tensão mecânica na sua circunferência, aplanando-o e diminuindo o seu poder. Ao nascimento, quando a produção de humor aquoso começa e seu

volume aumenta, ocorre um rápido aumento de pressão intra-ocular e então o olho expande e o cristalino aplanar (Barraquer, Varas, 1971). Medidas do poder do cristalino obtidas pela oftalmofacometria em diferentes idades indicam que isto de fato ocorre. A relação entre os diâmetros axial e equatorial do cristalino é de aproximadamente quatro quintos logo após o nascimento, mas aos 4 anos de idade já diminuiu para cerca de um terço (Duke-Elder, 1963). Essa associação de aumento de forças intra-oculares que aumentam o comprimento axial e aplanam o cristalino não estabelece necessariamente que uma relação causal exista, embora, o fato sugira a existência de mecanismos adaptativos contribuindo para a emetropização (Mark, 1972).

Tais achados sugerem, no seu conjunto, falência no mecanismo adaptativo normal em anisométropes, o que poderia traduzir-se não só pela ocorrência de falta de controle ou de “descontrole” do alongamento do comprimento axial (fator 1), mas também pela falência no controle do aplanamento da córnea, do aprofundamento da câmara anterior (fator 2) e do achatamento do cristalino (fator 3). Para van Alphen (1961) o mecanismo regulatório é desencadeado pela qualidade da percepção visual; localiza-se no sistema nervoso central; e a sua regulação ocorre por variação no tônus do músculo ciliar. Para Gernet e Olbrich (1969) alterações mecânicas no cristalino são as principais responsáveis por esse fenômeno.

Esses achados abrem novas perspectivas de pesquisas na área em questão, inclusive sobre as diversas condições que interferem no processo de desenvolvimento visual por estimulação inadequada de um ou de ambos

os olhos. Tais pesquisas são necessárias para que se possa compreender esses e outros mecanismos envolvidos na gênese da anisometropia.

7. CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos na realização deste estudo, conduzido em população de anisométropes, concluiu-se que (entre os olhos):

1. não houve diferenças significativas nas comparações dos valores médios individuais dos componentes oculares;
2. houve correlação negativa média entre a diferença refrativa e a diferença de comprimento axial ($r=-0,64$; $p<0,01$) e correlação negativa fraca entre a diferença refrativa e a diferença de poder do cristalino ($r=-0,34$; $p<0,01$);
3. as variáveis analisadas responderam, no seu conjunto, por 78% da variação total para a diferença refrativa; a seqüência geral de influência das variáveis na diferença refrativa foi a seguinte: comprimento axial, poder do cristalino, poder da córnea e profundidade da câmara anterior;
4. foram identificados três fatores para a diferença refrativa:
 - a. fator 1 (refração, comprimento axial);
 - b. fator 2 (profundidade da câmara anterior, poder da córnea) e
 - c. fator 3 (poder do cristalino).

7. ANEXOS

ANEXO A – CARTA DE APROVAÇÃO DO ESTUDO PELO COMITÊ DE ÉTICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO NILTON LINS, MANAUS, AMAZONAS

Comitê de Ética em Pesquisa

IDENTIFICAÇÃO

Processo nº 005/07-PG/CEP – Projeto de Pesquisa **Componentes ópticos em anisometropia.**

Interessado(a): Prof. David Tayah.

D E C I S Ã O

Nesta data, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Universitário Nilton Lins APROVOU o projeto supra identificado, ficando, portanto, autorizada a coleta dos dados da pesquisa proposta, em conformidade com o *caput* do item VII, combinado com a alínea **a** do sub-item VII.13 e com a alínea **a** do sub-item IX.2, da Resolução CNS 196/96.

Plenário do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Nilton Lins, em Manaus, 01 de março de 2007.

Prof. Dr. FRANCISCO NAILSON SANTOS PINTO
Coordenador

ANEXO B – CARTA DE APROVAÇÃO DO ESTUDO PELO CAPPESQ - HCFMUSP ***APROVAÇÃO***

O Presidente da Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo em 05.06.06, **APROVOU**, *ad-referendum*, o Protocolo de Pesquisa nº **109/06**, intitulado "**Componenetes ópticos em anisometropia**", apresentado pelo Departamento de **OFTALMOLOGIA E OTORRINOLARINGOLOGIA**, inclusive Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10.10.1996, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador(a) Responsável: **Prof. Dr. Milton Ruiz Alves**

Pesquisador(a) Executante: **Dr. David Tayah**

CAPPesq, 05 de Junho de 2006.

PROF. DR. EUCLIDES AYRES DE CASTILHO
Presidente da Comissão Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa

ANEXO C- TERMO DE CONSENTIMENTO PARA PARTICIPAÇÃO O ESTUDO

Caro(a) paciente,

A finalidade deste documento é explicar o propósito da investigação que estamos realizando. Por favor, leia com atenção e se concordar em participar, solicitamos a gentileza de assinar este termo de consentimento.

1. Justificativa

O sr(a) apresenta uma condição denominada **anisometropia**, que se caracteriza pelo fato de cada um de seus olhos necessitar de óculos com lentes de graus diferentes para cada olho. Esta diferença de grau das lentes de seus óculos está muito freqüentemente associada com desenvolvimento inadequado da visão que pode ter favorecido para que um ou ambos os olhos tenham se tornado preguiçosos. O olho mais preguiçoso geralmente é o olho que precisa de lente com maior grau, e por isso geralmente é aquele que não se desenvolveu visualmente de forma adequada.

2. Objetivos

Esta pesquisa tem por objetivos medir o grau dos olhos, medir a visão dos olhos e medir o tamanho dos olhos. A obtenção destes dados poderá ajudar a compreender as alterações que ocorrem nos olhos das pessoas que necessitam de óculos com lentes de graus diferentes.

3. Procedimentos

Os exames a que o(a) sr(a) será submetido(a) fazem parte da rotina do exame dos olhos:

- a) medida da visão para saber o quanto o(a) sr(a) enxerga, que será feita com o emprego de uma tabela contendo letras que estará posicionada a seis metros de distância a frente de seus olhos;
- b) exame de fundo de olho para verificar se o seu fundo de olho é sadio; e
- c) exame de ultra-som para medir o tamanho de seus olhos.

4. Desconfortos e riscos esperados

Após a medida da visão, antes da realização do exame de grau e de fundo de olho será pingado nos olhos um colírio que arde um pouco e que tem a finalidade de dilatar a pupila (menina dos olhos). Quando a pupila está dilatada, isto causa certo desconforto com claridade que dura até 4-6 horas. Antes do exame de ultra-som será pingado nos olhos um colírio anestésico que causa um ardor passageiro que desaparece dentro de 30 minutos.

5. Benefícios que poderão ser obtidos

A **anisometropia** é uma condição que pode levar a pessoa a ter um ou ambos os olhos com visão preguiçosa, ter vista torta e dificuldade no uso dos óculos para a correção dos graus diferentes que os olhos possuem. Os achados neste estudo poderão auxiliar no entendimento dessa condição e no tratamento de outras pessoas que apresentam olhos com graus diferentes de óculos.

6. Procedimentos alternativos vantajosos

O(A) sr(a) receberá a receita de óculos para atualizar os graus dos seus óculos, uma vez que este exame faz parte de sua avaliação.

7. Seu envolvimento na pesquisa

Para a sua participação no projeto é fundamental que você tenha dois ou mais graus de diferença entre os olhos. É também indispensável que o(a) sr(a) queira, por vontade própria fazer parte desta pesquisa.

Muito obrigado pela sua colaboração,

Nome do participante: _____

Assinatura do participante: _____

ANEXO D- Dados de refração ocular (comp esf - componente esférico, comp cil- componente cilíndrico e eixo) e da refração do meridiano vertical (RefrMV) de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário Nilton Lins, Manaus, Amazonas - 2006

	Refração + amétrope (D)			RefrMV	Refração - amétrope (D)			RefrMV
	comp esf	comp cil	eixo	+ am (D)	comp esf	comp cil	eixo	- am (D)
1	0,00	-2,00	180	-2,00	0,00	0,00	0	0,00
2	3,00	0,00	0	3,00	1,00	0,00	0	1,00
3	3,00	-0,50	95	3,00	1,00	-0,25	80	0,99
4	2,75	-0,75	105	2,70	1,75	-4,25	60	0,69
5	-8,50	-1,25	35	-9,34	-6,50	-1,25	143	-7,30
6	5,00	-2,50	160	2,79	3,25	-2,50	180	0,75
7	1,25	-3,75	180	-2,50	0,00	-0,50	20	-0,44
8	0,00	-2,25	175	-2,23	0,00	-0,25	145	-0,17
9	0,50	-4,25	175	-3,72	1,00	-3,00	160	-1,65
10	6,00	-0,50	85	6,00	4,00	-0,75	70	3,91
11	3,00	-5,75	15	-2,36	0,00	-1,25	114	-0,21
12	3,00	-0,75	150	2,44	1,00	-0,75	175	0,26
13	4,75	-1,25	30	3,81	2,00	-0,75	135	1,63
14	5,25	-2,00	180	3,25	4,75	-3,75	5	1,03
15	-0,75	-3,00	35	-2,76	-0,50	-1,00	80	-0,53
16	-1,75	-3,50	5	-5,22	-1,50	-1,50	175	-2,99
17	3,25	-0,25	110	3,22	1,00	-0,50	100	0,98
18	3,00	-0,75	175	2,26	0,00	0,00	0	0,00
19	-4,50	-0,50	35	-4,84	-2,50	-0,25	65	-2,54
20	-11,75	-3,75	115	-12,42	-9,25	-3,50	60	-10,12
21	4,75	-0,75	105	4,70	2,50	-1,00	70	2,38
22	-5,50	-4,75	175	-10,21	-4,50	-3,50	10	-7,89
23	-10,00	-4,25	152	-13,31	-8,25	-3,25	24	-10,96
24	3,50	-0,75	110	3,41	4,50	-4,00	20	0,97
25	2,50	-5,00	180	-2,50	4,00	-4,00	180	0,00
26	-13,75	-2,00	30	-15,25	-11,75	-1,25	145	-12,59
27	-6,00	-3,25	100	-6,10	-3,00	-3,00	70	-3,35
28	-4,25	-1,25	5	-5,49	-1,25	-1,50	175	-2,74
29	0,50	-4,50	180	-4,00	0,00	-1,25	5	-1,24
30	-7,25	-1,00	154	-8,06	-4,25	-1,00	176	-5,25
31	-9,00	-4,00	30	-12,00	-7,50	-2,50	145	-9,18
32	-7,50	-2,00	175	-9,48	-4,75	-2,00	15	-6,62
33	-8,25	-1,25	28	-9,22	-5,75	-1,00	140	-6,34
34	-9,00	-5,25	7	-14,17	-7,50	-3,75	175	-11,22
35	1,00	-3,50	5	-2,47	0,50	0,00	0	0,50
36	-6,25	-1,25	175	-7,49	-4,50	0,00	0	-4,50
37	-4,75	-3,25	178	-8,00	-4,25	-0,75	178	-5,00
38	-6,75	0,00	0	-6,75	-3,75	0,00	0	-3,75
39	6,00	-3,00	150	3,75	1,50	-1,00	150	0,75
40	-7,50	-5,50	10	-12,83	-5,50	-4,25	170	-9,62

continua

Anexo 1 - Dados de refração ocular (comp esf - componente esférico, comp cil- componente cilíndrico e eixo) e da refração do meridiano vertical (RefrMV) de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário Nilton Lins, Manaus, Amazonas - 2006 (conclusão)

	Refração + amétrope (D)			RefrMV	Refração - amétrope (D)			RefrMV
	comp esf	comp cil	eixo	+ am (D)	comp esf	comp cil	eixo	- am (D)
40	-7,50	-5,50	10	-12,83	-5,50	-4,25	170	-9,62
41	-1,50	-6,00	180	-7,50	-2,00	-2,25	175	-4,23
42	-5,25	-0,75	20	-5,91	-2,25	-0,50	150	-2,62
43	-3,00	-1,50	120	-3,37	0,00	-1,50	80	-0,05
44	-6,00	-1,25	14	-7,18	-2,50	-1,25	168	-3,70
45	4,50	0,00	0	4,50	1,00	0,00	0	1,00
46	7,00	-3,00	5	4,02	0,50	0,00	0	0,50
47	-6,50	-5,50	10	-11,83	-4,75	-3,50	180	-8,25
48	-15,50	-2,25	180	-17,75	-11,00	-3,00	175	-13,98
49	-3,00	-1,25	5	-4,24	0,00	-0,50	160	-0,44
50	0,25	-4,25	160	-3,50	1,50	-1,50	153	0,31
51	-5,50	-2,50	15	-7,83	0,00	-4,00	170	-3,88
52	7,50	-3,00	25	5,04	1,50	-0,50	15	1,03
53	4,00	-0,75	95	3,99	0,00	-0,25	75	-0,02
54	-16,00	-3,00	180	-19,00	-13,00	-2,00	175	-14,98
55	-5,00	-2,00	65	-5,36	-1,25	-0,50	100	-1,27
56	-9,00	-0,50	35	-9,34	-5,00	-0,50	100	-5,02
57	-11,75	-4,50	140	-14,39	-6,75	-3,75	20	-10,06
58	0,00	-4,50	170	-4,36	0,00	-2,25	90	0,00
59	-6,50	-0,25	55	-6,58	-1,00	-0,75	175	-1,74
60	7,25	-1,25	20	6,15	1,25	0,00	0	1,25
61	-1,50	-4,50	15	-5,70	-0,75	0,00	0	-0,75
62	3,50	-8,00	170	-4,26	1,00	0,00	0	1,00
63	-8,00	-5,00	15	-12,67	-2,25	-5,00	170	-7,10
64	-15,00	-3,00	105	-15,20	-8,50	-3,25	65	-9,08
65	-8,25	-2,00	175	-10,23	-2,25	-1,25	25	-3,28
66	9,50	2,00	5	11,48	5,50	-1,50	145	4,49
67	1,25	-8,50	176	-7,21	0,75	-0,50	175	0,25
68	-3,75	-5,00	5	-8,71	-0,25	-0,75	60	-0,44
69	-9,25	-0,50	40	-9,54	-1,00	0,00	0	-1,00
70	-7,50	-3,50	10	-10,89	-0,75	-1,50	170	-2,20
71	-5,50	-4,75	5	-10,21	0,25	-1,25	155	-0,78
72	-6,00	-4,50	15	-10,20	0,00	-0,50	155	-0,41
73	-12,00	-1,25	5	-13,24	-1,75	-0,50	170	-2,23
74	-12,00	-3,00	150	-14,25	0,25	-2,00	5	-1,73
75	5,25	7,50	165	12,25	2,50	-4,50	180	-2,00
76	-18,50	-0,50	15	-18,97	0,00	-0,50	175	-0,50
77	-16,00	-3,00	50	-17,24	2,25	-0,25	180	2,00

Nota: Com esf: componente esférico; Com cil: componente cilíndrico; RefrMV+am: refração do meridiano vertical do olho portador de maior ametropia; RefrMV-am: refração do meridiano vertical

ANEXO E- Poder corneano, profundidade de câmara anterior, espessura do cristalino, poder equivalente do cristalino, profundidade de câmara vítrea e comprimento axial de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário Nilton Lins, Manaus, Amazonas - 2006

	Qt (D)		PCA (mm)		Espcris (mm)		Pcris (D)		PCV (mm)		Cax (mm)	
	+ am	- am	+ am	- am	+ am	- am	+ am	- am	+ am	- am	+ am	- am
1	43,50	43,50	2,70	2,80	2,80	3,00	21,28	18,36	16,00	16,50	24,60	25,30
2	45,00	45,00	4,50	4,80	1,90	1,80	28,13	26,83	11,80	12,60	23,20	23,80
3	43,75	44,00	2,64	3,46	4,91	4,10	16,48	17,17	14,97	15,45	22,52	23,01
4	43,50	43,75	3,40	4,30	1,90	2,20	22,51	19,17	14,50	15,70	22,90	23,80
5	43,75	44,50	3,19	3,40	3,70	3,48	21,18	18,89	23,05	22,99	26,75	26,39
6	46,75	47,25	4,50	6,10	2,20	1,90	28,99	30,86	11,10	10,50	22,70	23,20
7	44,25	44,50	2,81	2,63	3,73	3,83	22,16	20,98	19,39	18,96	22,20	21,59
8	39,50	38,50	3,36	3,31	3,66	4,16	23,20	17,83	20,77	22,85	24,13	25,26
9	44,50	44,25	5,20	4,10	1,80	1,90	27,82	24,97	13,20	14,20	24,60	24,90
10	45,75	46,00	4,80	8,00	2,40	2,10	24,35	20,79	11,70	11,80	22,70	23,20
11	44,75	45,50	2,20	1,80	1,80	1,80	24,50	24,00	15,10	14,80	26,13	25,30
12	41,25	40,75	2,69	3,95	3,85	3,33	18,97	16,12	15,68	17,59	22,22	23,87
13	46,00	46,00	3,00	4,50	2,10	2,10	27,62	28,06	12,00	11,80	16,50	18,60
14	43,00	44,50	2,98	3,13	3,49	3,37	19,57	21,30	18,54	18,21	21,52	21,34
15	45,50	43,50	4,90	4,60	1,80	1,50	26,15	26,48	13,50	13,60	24,60	25,20
16	43,75	44,25	2,90	3,60	1,80	1,80	17,52	16,81	19,20	18,30	25,30	25,30
17	41,75	41,50	3,48	3,33	3,41	3,62	19,88	22,45	14,84	14,53	21,73	21,48
18	39,75	39,87	3,10	2,99	3,82	3,82	17,81	17,68	16,55	17,46	23,52	24,47
19	43,75	43,75	4,50	3,60	1,80	2,20	28,48	23,83	13,50	15,00	26,70	24,90
20	42,00	42,75	2,40	2,40	2,50	2,40	17,87	15,98	29,80	29,40	31,00	31,00
21	42,75	43,25	2,31	2,21	4,68	4,52	15,59	17,54	15,33	15,43	22,32	22,16
22	43,28	42,75	1,90	2,20	2,80	2,20	22,79	23,96	17,70	16,90	26,20	25,90
23	41,75	41,75	4,00	4,20	1,80	1,80	26,41	23,81	16,80	17,70	31,00	31,00
24	44,50	45,00	3,90	4,00	2,10	1,80	25,06	25,59	12,90	13,30	23,20	22,70
25	42,75	42,75	2,83	3,19	4,27	4,26	21,31	19,33	15,45	15,38	22,55	22,83
26	44,75	44,00	3,80	4,10	1,60	1,60	23,68	22,89	18,00	18,00	31,00	31,00
27	47,00	46,00	4,20	3,90	1,90	1,80	26,39	24,42	13,90	14,50	27,10	24,60
28	41,75	42,50	2,50	2,40	2,10	2,20	22,95	20,77	17,10	17,20	25,90	25,50
29	45,00	45,00	3,30	3,90	2,10	2,40	26,13	26,36	14,20	13,20	23,80	25,30
30	42,75	42,75	3,90	3,90	1,80	1,80	24,30	21,85	16,50	17,00	27,70	26,70
31	42,75	42,63	2,99	3,22	4,06	3,94	17,66	18,01	20,45	19,30	27,76	26,67
32	46,00	46,25	3,68	3,56	3,82	3,69	18,59	20,08	17,58	16,09	25,07	23,34
33	43,50	43,25	2,80	3,90	1,80	1,80	22,53	22,83	17,80	16,66	27,70	27,10
34	45,25	43,75	4,60	3,60	1,60	1,90	31,36	23,31	13,50	17,50	31,00	27,70
35	42,75	43,50	5,00	5,10	1,80	1,80	29,57	22,47	12,70	14,50	23,80	23,80
36	45,50	46,25	3,90	3,90	1,90	1,80	28,02	23,67	13,90	15,00	27,10	26,70
37	44,25	44,50	2,50	3,30	1,30	1,60	21,64	17,71	18,10	18,70	26,70	26,70
38	43,50	43,75	2,40	2,80	2,10	2,20	20,32	18,36	18,30	18,10	27,10	25,90
39	44,50	44,25	5,40	4,60	2,20	2,10	26,38	25,14	11,80	13,30	23,80	23,80
40	46,00	46,25	3,40	4,00	1,50	1,50	29,92	28,89	14,10	13,90	27,70	26,13

continua

Anexo 2 - Poder corneano, profundidade de câmara anterior, espessura do cristalino, poder equivalente do cristalino, profundidade de câmara vítrea e comprimento axial de 77 indivíduos anisométropes. Hospital Universitário Nilton Lins, Manaus, Amazonas - 2006 (conclusão)

	Qt (D)		PCA (mm)		Espcris (mm)		Pcris (D)		PCV (mm)		Cax (mm)	
	+ am	- am	+ am	- am	+ am	- am	+ am	- am	+ am	- am	+ am	- am
41	43,75	42,25	3,98	3,22	3,30	3,41	15,21	13,90	19,79	20,18	23,77	23,40
42	45,50	45,00	4,90	4,50	2,10	1,90	22,30	25,51	15,60	13,90	26,13	24,60
43	44,00	43,50	4,50	4,90	1,90	2,20	26,52	24,34	13,90	13,80	24,90	25,30
44	43,25	42,75	4,80	4,00	1,80	1,80	18,38	17,49	18,80	18,60	27,10	24,90
45	42,75	42,75	4,60	4,30	1,80	1,80	26,68	27,72	12,40	12,90	22,70	23,80
46	43,50	43,50	2,45	2,32	4,56	4,66	14,74	16,55	19,30	20,51	21,75	22,83
47	42,63	42,88	3,68	3,56	3,69	3,69	20,03	18,94	18,96	18,38	26,33	25,64
48	46,75	46,50	3,23	2,82	3,82	3,76	18,24	18,89	20,11	18,92	27,16	25,50
49	45,00	44,00	3,70	4,50	1,80	1,80	27,33	24,98	13,80	13,90	24,60	24,50
50	44,00	43,00	5,10	5,20	1,90	1,90	28,44	27,93	13,00	12,60	24,20	23,80
51	44,00	44,50	2,86	2,78	3,58	3,81	15,87	11,53	19,79	20,13	22,65	22,91
52	42,00	42,75	2,39	2,40	4,53	4,81	16,46	16,47	18,89	20,47	21,28	22,87
53	42,75	42,25	4,50	2,80	1,90	1,90	26,97	31,67	12,40	12,00	22,70	22,70
54	44,00	44,00	4,60	4,20	1,80	1,60	29,42	25,23	15,40	17,20	31,00	31,00
55	45,00	44,50	3,40	3,80	2,10	1,90	18,08	21,82	18,10	15,40	26,13	25,30
56	43,00	43,00	3,56	2,99	4,18	4,06	16,11	15,83	19,99	18,84	28,21	25,85
57	46,25	45,50	3,70	3,40	1,80	2,20	25,10	21,50	16,50	17,50	31,00	27,10
58	41,75	45,50	3,10	2,50	2,50	2,40	25,69	21,62	15,10	15,10	24,70	23,80
59	44,25	44,00	3,10	3,70	1,80	1,50	28,13	25,54	14,20	14,40	27,10	25,30
60	43,50	43,50	2,53	2,64	4,68	4,43	19,09	18,60	13,33	15,17	20,48	22,24
61	42,87	42,62	3,45	2,76	4,06	4,55	15,79	17,01	18,96	16,66	26,47	23,97
62	43,75	43,25	4,90	3,40	1,30	1,30	27,85	23,41	13,80	15,00	23,20	23,80
63	43,75	43,00	4,30	3,90	1,80	1,80	27,82	28,10	15,30	14,40	31,00	24,90
64	42,50	41,75	4,90	3,90	1,60	1,60	23,67	23,84	18,50	17,40	25,30	31,00
65	44,87	45,50	2,99	2,99	3,45	3,45	18,43	17,71	18,84	16,78	25,14	23,40
66	44,50	45,25	2,72	2,59	3,47	3,36	20,66	21,72	11,75	13,34	18,94	19,29
67	44,25	44,00	4,00	4,30	1,90	1,90	32,92	28,13	12,00	12,60	23,80	23,80
68	49,25	46,25	2,91	2,66	3,89	3,92	13,31	10,88	18,84	18,16	22,73	22,08
69	43,25	43,25	4,50	5,70	1,60	2,20	26,38	24,13	15,60	13,90	24,90	24,50
70	45,50	45,25	5,10	3,30	1,80	1,80	21,23	23,99	17,50	14,80	26,70	24,20
71	43,00	43,50	4,80	3,90	1,90	1,60	31,14	27,80	13,30	13,30	24,60	25,30
72	46,00	45,75	4,00	4,00	1,80	1,80	25,83	26,25	15,30	13,20	26,70	24,50
73	45,13	45,38	2,87	3,68	4,68	3,45	17,51	17,89	19,53	16,09	27,08	23,21
74	42,25	42,25	3,90	4,60	2,20	1,80	27,77	26,71	15,90	13,90	31,00	24,90
75	43,75	44,00	3,04	3,41	4,04	4,00	13,52	19,55	15,09	15,58	22,07	22,99
76	40,50	41,63	3,22	3,45	3,82	3,82	16,16	16,91	25,62	17,12	32,66	24,38
77	41,62	42,50	2,53	2,53	4,80	4,43	17,54	17,73	22,75	15,63	30,23	22,88

Nota: -Qt: poder central médio da córnea; PCA: profundidade de câmara anterior; Pcris: poder equivalente do cristalino; PCV: profundidade de câmara vítrea, Cax: comprimento axial, am-: olho menos amétrope, am+: olho mais amétrope

ANEXO F – ANÁLISE MULTIVARIADA

Resultados do método de rotação ortogonal (critério Varimax) considerando-se os fatores com “eigenvalue” > 1,0.

Matriz dos autovalores

	1	2	3	4	5
Auto valor	1.7460	1.1313	1.0087	0.8260	0.2880
Diferença	0.6147	0.1226	0.1827	0.5379	
Proporção	0.3492	0.2263	0.2017	0.1652	0.0576
Acumulada	0.3492	0.5755	0.7772	0.9424	1.0000

Analisando-se as influências de 3 fatores têm-se que eles em conjunto são responsáveis por 77,7% da variação total dos dados para a diferença refrativa entre os olhos dos indivíduos anisométropes. Analisando-se a influência de 4 fatores têm-se que eles em conjunto são responsáveis por 94% da variação total dos dados para a diferença refrativa entre os olhos, mas o autovalor é menor que 1. Assim o computador automaticamente já escolhe 3 fatores.

Matriz de transformação ortogonal

	Fatores Padrão		
	FATOR1	FATOR2	FATOR3
RefrMV	-0.91542	0.06394	-0.03347
Cax	0.82501	-0.13906	-0.39458
PCA	0.27073	0.68930	-0.20013
Qt	0.04321	0.78613	0.24233
PCris	0.39017	-0.12132	0.86782

Esta é a matriz cujos resultados são submetidos ao método de rotação:

	1	2	3
1	0.93517	0.16727	0.31222
2	-0.14175	0.98454	-0.10288
3	-0.32460	0.05195	0.94442

Fatores padrão com a rotação

	FATOR 1	FATOR 2	FATOR 3
RefrMV	-0.85427	-0.09191	-0.32401
Cax	0.91932	-0.01941	-0.10075
PCA	0.22043	0.71353	-0.17540
Qt	-0.14969	0.79380	0.16148
Pcris	0.10038	-0.00909	0.95389

Observando a matriz acima, em cada coluna tem-se os maiores valores que estão em **vermelho**, dessa forma é que se tem a definição dos fatores: fator 1 (refração, comprimento axial); 2 (córnea, profundidade de câmara anterior) e 3 (cristalino).

7. REFERÊNCIAS

Abrahamsson M, Fabian G, Sjostrand J. A longitudinal study of a population based sample of astigmatic children II. The changeability of anisometropia. *Acta Ophthalmol.* 1990;68:435-40.

Adams AJ. Axial length elongation, not corneal curvature, as basis of adult onset myopia. *Am J Optom Physiol Opt.* 1987; 64: 150-151.

Adams DW, McBrien NA. Prevalence of myopia and myopic progression in a population of clinical microscopists. *Optom Vis Sci.* 1992;69:467-73.

Aine E. Refractive errors in a Finnish rural population. *Acta Ophthalmol.* 1984; 62: 944-54.

Almeder LM, Peck LB, Howland HC. Prevalence of anisometropia in volunteer laboratory and school screening populations. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1990; 31:2448-55.

Almeida HC, Curi R. *Manual de Estrabismo*. Rio de Janeiro: Ed. dos Autores; 1997.

Alves MR, Avakian A. teste objetivos e subjetivos do exame de refração. In: Uras R, editores. *Óptica e refração ocular*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2000, p. 75-96.

Alves MR, Lipener C, Uras R, Avakian A. Propedêutica dos vícios de refração: técnicas. In: Alves MR, Chamon W, Nosé W, editores. *Cirurgia refrativa*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2005. p. 39-146.

Alves MR. Aniseiconia. In: Bicas H, Alves AA, Uras R, editores. *Refratometria ocular*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2005a. p.169-171.

Alves MR. Posições das lentes. In: Bicas H, Alves AA, Uras R, editores. *Refratometria ocular*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2005b. p.269-273.

Alves MR, Giovedi Filho R. Anisometropias. In: Bicas H, Alves AA, Uras R, editores. *Refratometria ocular*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2005. p.167-169.

Alves MR, Tayah D, Victor G. Lentes de contato. In: Bicas HE, Jorge AAH, editores. *Oftalmologia. Fundamentos e aplicações*. São Paulo: Tecmedd; 2007. p. 533-44.

American Academy of Ophthalmology. *Amblyopia. Preferred practice pattern*. San Francisco: The Academy; 2002.

Araki M. Studies on refractive components of human eye by means of ultrasonic echogram. Report III: the correlation among refractive components. *Acta Soc Ophthalmol Jpn*. 1962; 66: 128-47.

Attebo K, Ivers RQ, Mitchell P. Refractive errors in an old population: Blue Mountain Eye Study. *Ophthalmology*.1999; 106:1066-72.

Bannon RE, Triller W. Aniseikonia – a clinical report covering a ten-year period. *Am J Optom*. 1944; 21:171-82.

Barraquer JI, Varas JM. Annotations concerning the relation of forces and pressure in eyes during growth. *Ann Ophthalmol*. 1971; 3: 425-31.

Bartlett JD. Anisometropia and aniseikonia. In: Amos JF, editor. *Diagnosis and management in vision care*. Boston: Butterworth-Heinemann; 1987. p.173-202.

Bennett AG. An historical review of optometric principles and techniques. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1986. 6:3-21.

Bennett AG. A method of determining the equivalent powers of the eye and its crystalline lens without resort to phakometry. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1988; 8: 53-59.

Binhorst RD. The accuracy of ultrasonic measures of the axial length of the eye. *Ophthalm Surg*. 1981;12: 363-365.

Birch E, Stager D, Everett M. Natural history of infantile anisometropia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1995; 36: S45.

Borisch IM. *Clinical Refraction*, 3rd ed. Chicago: Professional Press, 1970.

Bothe RG, Dobson V, Teller DY. Postnatal development of vision in human and nonhuman primates. *Ann Rev Neurosci*. 1985;8:495-545.

Brown NF, Koretz JF, Bron AJ. The development and maintenance of emmetropia. *Eye*. 1999;13: 83-92.

Bryan FJM. *Multivariate Statistical Methods*. Boston: Chapman & Hall; 1986.p. 72-85.

Bullimore MA, Gilman B, Royston Jm. Steady-state accommodation and ocular biometry in late-onset myopia. *Doc Ophthalmol*. 1992;80:143-55.

Carroll JP. Geometric optics and the statistical analysis of refractive error. *Am J Optom Physiol Opt*. 1980; 57:367-71.

Cheng HM, Singh OS, Kwong KK. Shape of the myopic eye as seen with high-resolution magnetic resonance image. *Optom Vis Sci*. 1992; 69:698-701.

Cheng C-H, Hsu W-M, Liu J-H, Refractive errors in an elderly chinese population in Taiwan: the Shipai eye study. *Invest Ophtalmol Vis Sci*. 2003;44: 4630-38.

Cronenberg MF, Plut M. Ambliopia anisométrica. *Arq Bras Oftalmol*. 1995; 58: 443-447.

Curtin BJ. *The Myopias. Basic science and clinical management*. Philadelphia: Harper & Row; 1985.

DeLuise P, Anderson DR. Primary infantile glaucoma (congenital glaucoma). *Surv Ophthalmol*. 1983; 28: 1-29.

De Vries J. Anisometropia in children: Analysis of a hospital population. *Brit J Ophthalmol*. 1985; 69: 504-507.

Dobson V, Fulton AB, Manning K. Cycloplegic refractions of premature infants. *Am J Ophthalmol*. 1981; 91:490-495.

Doria Filho U. *Introdução à bioestatística para simples mortais*. São Paulo: Negócio; 1999. p.124-135.

Dowalib M. *Practical aspects of ophtalmic optics*. Boston: Butterworth-Heinemann; 2001,p.1-34.

Duke-Elder S. Embryology. In: *System of Ophthalmology*; v.3. St Louis: Mosby; 1963. p. 308.

Duke-Elder S. Anisometropia. In: *System of Ophthalmology*; v.5. St Louis: Mosby; 1970. p. 505-11.

Dunne MCM, Barnes DA, Royston JM. An evaluation of Benett's method for determining the equivalent powers of the eye and its crystalline without resort to phacometry. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1989; 9: 69-71.

Emsley HH. Visual Optics. In: *Optics of vision*, v.1. London: Butterworth-Heneimann, 1953.

Erickson P. Optical components contributing to refractive anomalies. In: Grovesnor T, Flom MC, editors. *Refractive anomalies, research and clinical applications*. Boston: Butterworth-Heneimann;1991. p.199-218.

Fledelius HC. Ophthalmic changes from age 10 to 18 years. A longitudinal study of sequels to low birth weight. III. Ultrasound oculometry and keratometry of anterior eye segment. *Acta Ophthalmol.* 1982; 60: 393-402.

Fletcher RJ. The utility of the third Purkinge image for studies of changes of accomodation in human eye. London: British Optical Association. *Transactions of the Internation Optical Congress.*1951. p.121-136.

Gardiner PA. Corneal power im myopic children. *Brit J Ophthalmol.* 1962;46: 138-143.

Garner LF, kinnear RF, McKellar M, Klingeret J, Hovander MS, Grosvenor T. Refraction and its components in Melanesian school-children in Vanuatu. *Am J Optom Physiol Opt.* 1988; 65: 182-9.

Garner LF, Yap MK. changes in ocular dimensions and refraction with accommodation. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1997; 17: 12-17.

Garner LF, Yap MK, Scott R. Crystalline lens power in myopia. *Optom Vis Sci.*1992; 69: 863-865.

Gernet H. Compensatory behavior or corneal refraction and length of globe in buphthalmia. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 1964; 144: 429-36.

Gernet H, Olbrich E. Excess of the human refraction curve and its cause . In: Gitter KA, editor. *Ophthalmic ultrasound*. St. Louis: CV Mosby, 1969. p. 142.

Gettes BC. The management of anisometropia. *Surv Ophthalmol*. 1970;14:433-35.

Giers U, Eppele C. Comparison of A-scan device accuracy. *J Cataract Refract Surg*. 1990; 16: 235-42.

Giovedi Filho R. *Anisometropia em escolares: aspectos clínicos, refrativos e biométricos* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2002.

Giovedi Filho R, Alves MR. Anisometropia. In: Uras R, editor. *Óptica e refração ocular*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2000. p.67-74.

Giovedi Filho R, Alves MR, Giovedi MRA, Netto AL, Pwa HWT. Características de uma população de anisométropes. *Rev Bras Oftalmol*. 2003; 62:103-07.

Goldschmidt E. On the etiology of myopia. An epidemiological study. *Acta Ophthalmol*. 1968; 98:1-72.

Goss DA, Cox VD, Herrin-Lawson GA. Refractive error, axial length, and height as function of age in young myopes. *Optom Vis Sci*. 1990; 67: 332-38.

Goss DA, Erickson P. Effects of changes in anterior depth on refractive error of the human eye. *Clin Vision Sci*. 1990; 5: 197-2001.

Goss DA, Winkler RL. Progression of myopia in youth: age of cessation. *Am J Optom Physiol Opt*. 1983; 60: 651-658.

Grahan MV, Gray OD. Refractions in premature babies. *Brit Med J*. 1963;1: 1452-57.

Grosvenor T, Scott R. Comparison of refractive components in youth-onset and early adult-onset myopia. *Optom Vis Sci*. 1991;70:677-683.

Gwiazada J, Thorn F, Bauer J, Held R. Emmetropization and the progression of manifest refraction in children followed from infancy to puberty. *Clin Vis Sci*. 1993;8:337-44.

Haegerstrom-Portnoy G, Schneck M E, Brabyn JA, Lott, LA. Development of refractive errors into old age. *Am Ac Optom*. 2002;79: 643-649.

Hirsch MJ, Weymouth FW. Notes on ametropia - a further analysis of Stenstrom's data. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. 1947; 24: 601-08.

Hirsch MJ. Summary of current research on refractive anomalies. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. 1966; 43: 755-62.

Hirsch MJ. Anisometropia: a preliminary report of the Ojai longitudinal study. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. 1967; 44: 581-5.

Hoyt CS, Sone RD, Fromer C, Billson FA. Monocular axial myopia associated with neonatal eyelid occlusion in humans infants. *Am J Ophthalmol*. 1981; 91: 197-200.

Hurrt J, Rasicovici A. Fusion in anisometropia. *Am Orthoptic J*. 1971; 21: 102-106.

Ingram RM. Refraction of 1-year old children after atropine cycloplegia. *Brit J Ophthalmol*. 1979; 63: 342-347.

Katz M. The Human eye as an optical system. In: Schechter RJ, editor. Refraction and clinical optics. *Duane's Clinical Ophthalmology*, vol.1. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1995: 1-52.

Kee CS, Do TC, Lai RW, Wong G, Lam K. Could a cycloplegic agent be replaced by fogging or a corrective lens in the biometric measurement of the crystalline lens? *Ophthalmic Physiol Opt*. 1998; 18: 521-6.

Keeney H. *Crhontology of ophthalmic development*. Springfield:Charles C. Thomas; 1961.

Koenig S, Graul E, Kaufman HE. Ocular refraction after penetrating keratoplasty with infantile donor corneas. *Am J Ophthalmol*. 1982; 94: 534-539.

Koretz J F, Kaufman P L, Neider MW, Goekner PA. Acomodation and Presbyopia in the human eye-aging of anterior segment. *Vision Res*. 1999; 29:1685-1692.

Kulp MAT, Raasch TW, Polasky M. Patients with anisometropia and aniseikonia. In: Benjamin WJ, editor. *Borish's Clinical Refraction*. Philadelphia: Saunders; 2006. p. 479-1508.

Kurtz D, Manny R, Hussein M. Variability of the ocular component measurements in children using A-scan ultrasonography. *Optom Vis Sci*. 2004; 81: 35-43.

Laird IK. Anisometropia. In Grosvenor T, Flom MC, editors. *Refractive Anomalies Research and Clinical Applications*. Boston:Butterworth-Heinemann;1991. p.174-98.

Larsen JS. The sagittal growth of the eye. I. Ultrasonic measurement of the depth of the anterior chamber from birth to puberty. *Acta Ophthalmol* .1971a;49:239–62.

Larsen JS. The sagittal growth of the eye: III. Ultrasonic measurement of the posterior segment (axial length of the vitreous) from birth to puberty. *Acta Ophthalmol*. 1971b;49:441-53.

Lewinski R. Correções ópticas nas anisometropias.. In: Bicas H, Alves AA, Uras R, editores. *Refratometria ocular*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2005. p.273-78.

Mark HH. Emmetropisation: physical aspects of a statistical phenomenon. *Ann Ophthalmol*. 1972; 4: 399-401.

McBrien NA, Millodot M. A biometric investigation of late onset myopic eyes. *Acta Ophthalmol*. 1987; 65: 461-68.

McBrien NA, Norton TT. The development of ocular growth and refractive state in normal and monocular deprived tree shrews (*Tupaia belangeri*). *Soc Neurosci*. 1987; 13: 1535.

Merriam WW, Ellis FD, Helveston EM. Congenital blepharoptosis, anisometropia, and amblyopia. *Am J Ophthalmol*. 1980; 89: 401-407.

Michaels DD. *Visual optics and refraction: a clinical aproach*. St. Louis: Mosby, 1980. p.112.

Miller-Meeks MJ, Bennet SR, Keech RV, Blodi CF. Myopia induced by vitreous hemorrhage. *Am J Ophthalmol*.1990; 109: 199-203.

Mori ES, Allemann N, Funchal C. Ceratometria e topografia corneana. In: Farah ME, Allemann N, Belfort Jr. B, editores. *Exames e Diagnósticos em Oftalmologia*. Rio de Janeiro:Cultura Médica; 2006. p.23-36.

Mutti DO, Zadnik K, Adams AJ. A vídeo technique for phacometry of the human cristalline lens. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1992; 33: 1771-82.

Mutti DO, Zadnik K, Egashira S, Kish L, Twelker JD, Adams AJ. The effect of cycloplegia on measurement of the ocular components. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1994; 35: 515-27.

Nordlow W. Anisometropia, amblyopia, induced aniseikonia and estimated correction with iseikonic lenses in 4-year-olds. *Acta ophthalmologica*. 1970; 48: 959-970.

Oissonig KC. Quantitative echography – the basis of the tissue differentiation. *J Clin Ultrasound*. 1974; 2: 33-46.

Oissonig KC. Standardized echography: basic principles, clinical applications, and results. *Int Ophthalmol*. 1979; 19: 127-210.

Ossoinig KC. How to obtain maximum measuring accuracies with standardized A-scan. In Hillman JS, LeMay MM (Eds), *Ophthalmic Ultrasonography*. 1983:197-216.

Packer M, Fine IH, Hoffman RS, Coffman PG, Brown LK. Immersion A-scan compared with parcial coherence interferometry: outcomes analysis. *J Cataract Refract Surg*. 2002; 28: 239-242.

Padilha MA, Casanova F. Breve história da evolução da cirurgia da catarata e sua correlação biométrica. In: Centurion V, editor. *Excelência em Biometria*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2006. p.3-33.

Pediatric Eye Disease investigador Group 2005. Randomized trial of treatment of amblyopia in children aged 7 to 17 years. *Arch Ophthalmol*. 2005; 123: 437-447.

Phelps WL, Muir J. Anisometropia and strabismus. *Am J Orthopt J*. 1977; 27: 131-137.

Rohrer B, Iuvone PM, Stell WK. Stimulation of dopaminergic amacrine cells by stroboscopic illumination of fibroblast growth factor (β FGF, FGF-2) injections: possible roles in prevention of form-deprivation myopia in the chick. *Brain Res*. 1995; 68: 169-181.

Rose LT, Moshegov CN. Comparison of the Zeiss IOLMaster and applanation A-scan ultrasound: biometry for intra-ocular lens calculation. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2003; 31: 121-124.

Rosenberg R. Automated refraction. In: Eskridge JB, Amos JF, editors. *Clinical procedures in optometry*. Philadelphia: JB Lippincott; 1991. p.168-73.

Rosenfield M. Refractive Status of the Eye. In: Benjamin WJ, editor. *Borish's Clinical Refraction*, 2nd , St. Louis: Butterworth-Heinemann; 2006. p.3-34.

Rowsey JJ, Balyeat HD. Preliminary results and complications of radial keratometry. *Am J Ophthalmol*. 1982; 93: 437-455.

Rubin L. The clinical handling of anisometropia. *Opt J Rev Optom*. 1950; 87: 34-36.

Scammon RE, Wilmer HA. Growth of the components of the human eyeball. *Arch Ophthalmol*. 1950; 43: 620-637.

Schaffer D, Quinn G, Johnson L. Sequelae of arrested mild retinopathy of prematurity. *Arch Ophthalmol*. 1984; 102: 373-76.

Schelenz J, Kammann J. Comparison of contact and immersion techniques for axial length measurement and implant power calculation. *J Cataract Refract Surg*. 1989; 15: 425-428.

Sheng H, Bottjer CA, Bullimore MA. Ocular component measure using the Zeiss IOMaster. *Optom Vis Sci*. 2004; 81: 27-34.

Singh V, Sinha S, Singh GK. A retrospective cohort study for prognostic significance of visual acuity for near over that for distance in anisometropic amblyopia. *Ind J Ophthalmol*. 1992; 40: 44-47.

Smith EL, Fox DA, Duncan CC. Refractive error changes in kitten's eyes produced by chronic ON-channel blockade. *Vision Res*. 1991;31:833-44.

Smith EL, Hung L-E, Harwerth RS. Effects of optically induced blur on the refractive status of young monkeys. *Vision Res*. 1994, 34: 293-301.

Smith EL, Hung L-E, Harwerth RS. Development visual system anomalies and the limits of emmetropization. *Ophthalmol Physiol*. 1999, 19: 90-102.

Sorsby A, Benjamin B, Davey JB. Emmetropia and its aberrations. *Med Res Counc Spec Rep Ser*. 1957; 293: 1.

Sorsby A, Benjamin B, Sheridan M, Stone J, Leary GA. Refraction and its components during the growth of the eye from the age of three. *Spec Rep Ser Med Res Counc*. 1961;1: 301.

Sorsby A, Leary GA, Richards MJ. The optical components in anisometropia. *Vis Res*. 1962a; 2: 43-51.

Sorsby A, Leary GA, Richards MJ. Correlation ametropia and component ametropia. *Vis Res*. 1962b; 2: 309.

Sorsby A, Sheridan M, Leary GA. Refractions and its components in twins. *Med Res Counc Spec Rep Ser.* 1962c; 1: 303.

Sorsby A, Leary GA, Fraser GR. Family studies on ocular refraction and its components. *J Med Genet.* 1966; 3: 269.

Sorsby A, Benjamin B. Models of inheritance of errors of refraction. *J Med Genet* 1973; 10: 161.

Sorsby A. Biology of the eye as an Optical System. In: Tasmann W, Jaeger EA, editors. *Duane's clinical ophthalmology*, v.1. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1995. p. 1-17.

Souza SJF. Revisando as anisometropias. *Arq Bras Oftalmol.* 2002; 65: 114-117.

Stark N, Walter C. Refractive errors, amblyopia and strabismus in congenital ptosis (German). *Klin Monatsbl Augenheilkd.* 1984, 184: 37-39.

Steiger A. *Die Entstehung der sphärischen refraktionen des menschlichen auges.* Berlin: Karger; 1913.

Steele CF, Craab DB, Edgar DF. Effects of different ocular fixation conditions on A-scan ultrasound biometry measurements. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1992; 12: 491-5.

Stenström S. Investigation of the variation and correlation of the optical elements of human eyes. *Am J Optom Arch Am Acad Optom.* 1948;48:218-32.

Stigmar G, Crawford JS, Ward CM, Thompson HC. Ophthalmic sequelae of infantile hemangiomas of the eyelids and orbit. *Am J Ophthalmol.* 1978; 85: 806-813.

Storey JK, Rabie EP. Ultrasound: a research tool in the study of accommodation. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1993; 3: 315-27.

Tayah D, Coral-Ghanem V, Alves MR. Componentes oculares em anisometropia. *Arq Bras Oftalmol.* 2007; 70: 459-64.

Thill EZ. Theory and practice of spectacle correction of anisikonia. In: Tasmann W, Jaeger EA, editors. *Duane's clinical ophthalmology*, v.1. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1995. p.1-17.

Tokoro T, Suzuki K. Changes in ocular refractive components and development of myopia during seven years. *Jap J Ophthalmol.* 1969; 13:27-34.

Troilo D. Neonatal eye growth and emmetropisation: a literature revision. *Eye.* 1992; 6: 154-60.

Tron EJ. The optical elements of the refractive power of the eye. In: Ridley F, Sorsby A, editors. *Modern Trends in Ophthalmology*. New York: Paul B. Hoeber; 1940. p. 245-55.

van Alphen GWHM. On emetropia and ametropia. *Ophthalmologica.* 1961;142: 1-92.

van der Torren K. Treatment of amblyopia in strongly anisometropic eyes. *Doc Ophthalmol.* 1985; 59: 99-104.

van Veen HC, Goss DA. Simplified system of Purkinge image photography for phacometry. *Am J Optom Physiol Opt.* 1988; 65: 905-08.

von Noorden GK. Prophylaxis of ambliopia. *J Pediat Ophthalmol.* 1964; 1: 35-38.

Waardenburg PJ. Anisometropie und Horhautbrechung. *Klin Mbl Augenheilk.* 1930; 84: 788.

Wang Q, Klein BE, Klein R, Moss SE. Refractive status in the Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1994; 35: 4344–7.

Weale RA. Epidemiology of refractive errors and presbyopia. *Surv Ophthalmol.* 2003; 48; 515-543.

Wiesel TN, Raviola E. Myopia and eye enlargement after neonatal lid fusion in monkeys. *Nature.* 1977; 266: 66-77.

Wick B, Wingard M, Cooter S, Scheiman M. Anisometropic amblyopia: is the patient ever too old to treat? *Optom Vis Sci.* 1992; 69: 866-78.

Whiteside RW, Leatherbarrow B. A cranio-cerebral erosiom (growing skull fracture) causing anisometropia. *Brit J Radiol.* 1990; 63: 728-730.

Woodruff ME. prevalence of visual and ocular anormalies in 168 non-institutionalized mentally retarded children. *Can J Public Health.* 1977; 68: 225-32.

Zacharias W. Ecobiometria em situações especiais. In: Alves MR, Chamon W. Nosé W, editores. *Cirurgia Refrativa.* Rio de Janeiro: Cultura médica; 2007. p.267-71.

Zadnik K, Mutti DO, Friedman NE, Adams AJ. Initial cross-sectional results from the Orinda Longitudinal Study of Myopia. *Optom Vis Sci.* 1993;70:750–8.

FONTES CONSULTADAS

Siegel S. *Estatística não paramétrica para ciências do comportamento*. Rio de Janeiro: McGraw; 1995. 350 p.

Souza Dias CR. *A redação do trabalho científico*. Departamento de Oftalmologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo; 2001. 44 p.