

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia

Letícia Maria Coelho

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO VISUAL DE SENSIBILIDADE AO CONTRASTE:
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE UM NOVO TESTE E UM TESTE PADRÃO**

Belo Horizonte
2019

Letícia Maria Coelho

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO VISUAL DE SENSIBILIDADE AO CONTRASTE:
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE UM NOVO TESTE E UM TESTE PADRÃO**

Versão final

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Medicina.

Área de concentração: Resposta Inflamatória à Agressão Tecidual

Linha de Pesquisa: Resposta Morfológica dos Tecidos Oculares a Agentes Químicos, Físicos e Biológicos

Orientador: Dr. Márcio Bittar Nehemy

Coorientador: Dr. Reinaldo de Oliveira Sieiro

Belo Horizonte
2019

Coelho, Letícia Maria.
C672 Avaliação da função visual de sensibilidade ao contraste [manuscrito]: estudo comparativo entre um novo teste e um teste padrão. / Letícia Maria Coelho. -- Belo Horizonte: 2019.
77f.: il.
Orientador (a): Márcio Bittar Nehemy.
Coorientador (a): Reinaldo de Oliveira Sieiro.
Área de concentração: Resposta Inflamatória à Agressão Tecidual.
Tese (doutorado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

1. Sensibilidades de Contraste. 2. Percepção Visual. 3. Desempenho Físico Funcional. 4. Processamento Espacial. 5. Reconhecimento Visual de Modelos. 6. Técnicas de Diagnóstico Oftalmológico. 7. Dissertação Acadêmica. I. Nehemy, Márcio Bittar. II. Sieiro, Reinaldo de Oliveira. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. IV. Título.

NLM: WW 105



FOLHA DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO VISUAL DE SENSIBILIDADE AO CONTRASTE: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE UM NOVO TESTE E UM TESTE PADRÃO.

LETÍCIA MARIA COELHO

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À OFTALMOLOGIA, como requisito para obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À OFTALMOLOGIA, área de concentração RESPOSTA INFLAMATÓRIA À AGRESSÃO TECIDUAL, linha de pesquisa Resp. Morf. dos Tec. Ocul. a Ag. Quím., Físicos e Biológicos.

Aprovada em 06 de dezembro de 2019, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Marcio Bittar Nehemy - Orientador
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof(a). Reinaldo de Oliveira Sieiro
FCMMG

Prof(a). Luciene Chaves Fernandes
UFMG

Prof(a). Galton Carvalho Vasconcelos
UFMG

Prof(a). Marcia Fernanda da Costa Reis Guimarães
UNIFESP

Prof(a). Luciano Mesquita Simão
FCMMG

Belo Horizonte, 6 de dezembro de 2019.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À OFTALMOLOGIA

Reitora: Profa. Sandra Regina Goulart Almeida.

Vice-Reitor: Prof. Alessandro Fernandes Moreira.

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Fábio Alves da Silva Junior.

Pró-Reitor de Pesquisa: Prof. Mário Fernando Montenegro Campos.

Diretor da Faculdade de Medicina: Prof. Humberto José Alves.

Vice-Diretora da Faculdade de Medicina: Profa. Alamanda Kfoury Pereira.

Coordenador do Centro de Pós-Graduação: Prof. Tarcizo Afonso Nunes.

Subcoordenadora do Centro de Pós-Graduação: Profa. Eli Iola Gurgel Andrade.

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Oftalmologia: Profa. Vivian Resende.

Subcoordenador do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Oftalmologia: Prof. Túlio Pinho Navarro.

Chefe do Departamento de Cirurgia: Prof. Marco Antônio Gonçalves Rodrigues.

Chefe do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia: Prof. Sebastião Cronemberger Sobrinho.

Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia:

Profa. Vivian Resende (Coordenadora).

Prof. Túlio Pinho Navarro (Subcoordenador).

Prof. Sebastião Cronemberger Sobrinho.

Prof. Márcio Bittar Nehemy.

Prof. Marco Antônio Percoppe.

Representante Discente: Artur William Caldeira Abreu Veloso.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela presença constante e pela força suprema em todos os momentos.

À minha família, pelo amor, pelo exemplo e pelo apoio, alicerces fundamentais para minha caminhada.

Aos amigos e a todas as pessoas queridas, pelo apoio e pela compreensão da minha ausência durante a minha dedicação a esse projeto.

A esta Universidade e a todos os seus docentes, discentes e colaboradores, que contribuíram para meu aprendizado.

Ao Prof. Dr Márcio Bittar Nehemy, que não só aceitou o desafio de conduzir o trabalho de uma nova linha de pesquisa, como também me orientou de forma dedicada e criteriosa, contribuindo de forma significativa para minha formação acadêmica e científica.

Ao Prof. Dr Reinaldo de Oliveira Sieiro, que nos confiou o estudo de seu teste, participou na orientação do trabalho e contribuiu de forma significativa para minha formação profissional e acadêmica.

A toda a equipe da clínica Laser Visão que contribuiu para a realização deste trabalho, em especial à Fátima Sebastiana Soares, que realizou, com experiência e zelo, os exames de sensibilidade ao contraste.

Aos alunos da Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais que ajudaram na realização desta pesquisa, Fabiana Oliveira Penido, Victória Moreira Fernandes, Júlia Carvalho Barbosa e Leonardo Santos Resende.

A todos que, embora não estejam mencionados aqui, contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho de pesquisa.

RESUMO

Introdução: A sensibilidade ao contraste é uma das mais importantes funções visuais e reflete a visão funcional, relacionada à capacidade de realizar tarefas cotidianas. Sua avaliação pode ajudar a detectar e a monitorar várias doenças oculares, além de indicar e de acompanhar o resultado de diversos tratamentos oftalmológicos.

Objetivo: Avaliar a sensibilidade ao contraste de uma população normal e de pacientes com ceratocone ou pós-cirurgia refrativa, por meio de um teste de sensibilidade ao contraste inédito, baseado no princípio de grades senoidais, impresso, para perto, de baixo custo e rápida execução, em comparação com um teste considerado padrão, o *Optec 6500®*.

Métodos: Foram avaliados 200 olhos com sensibilidade ao contraste normal (grupo 1) e 113 olhos previamente submetidos a cirurgia refrativa ou com ceratocone inicial (grupo 2). Todos os pacientes foram submetidos a ambos os testes, pela mesma examinadora, no mesmo dia (“teste”) e duas semanas após (“reteste”). Foram mensuradas a concordância entre o novo teste e o teste padrão, a concordância entre “teste” e “reteste” de ambos os testes e as medidas de acuidade de ambos os testes ($p < 0,05$).

Resultados: No teste padrão, 27,0% dos pacientes do grupo 1 foram classificados abaixo da curva de normalidade na frequência espacial de 1,5 cpg (“efeito chão”). Como a curva de normalidade do teste padrão não se aplicou ao grupo 1, foi definida uma nova curva para a população estudada pelos percentis 5 e 95. Foi observado um efeito aprendido entre “teste” e “reteste” em ambos os testes. Avaliando a concordância entre “teste” e “reteste” de ambos os testes, houve uma boa concordância apenas na frequência espacial de 6,0 cpg no teste padrão ($K = 0,66$). Avaliando a concordância entre o novo teste e o teste padrão, houve uma boa concordância apenas na frequência espacial de 12,0 cpg ($K = 0,64$) quando os dois grupos foram considerados em conjunto.

Conclusões: Houve uma moderada concordância entre o novo teste e o teste padrão. Ambos os testes apresentaram baixa reprodutibilidade teste-reteste. Foi observado um efeito aprendido entre “teste” e “reteste” com ambos os testes. A curva de sensibilidade ao contraste obtida com o teste padrão parece diferir em populações distintas. O novo teste mostrou-se útil para avaliação da função visual de sensibilidade ao contraste, mas ainda precisa ser aprimorado.

Palavras-chave: Sensibilidades de Contraste; Percepção Visual; Desempenho Funcional; Processamento Espacial; Reconhecimento Visual de Modelos; Técnicas de Diagnóstico Oftalmológico.

ABSTRACT

Introduction: Contrast sensitivity is one of the most important visual functions and reflects functional vision, which is related to the ability to perform everyday tasks. Its assessment can help detecting and following numerous eye diseases, as well as indicating and evaluating the outcome of various ophthalmic treatments.

Purpose: To evaluate visual contrast sensitivity of a normal population and patients with keratoconus or post refractive surgery by a novel contrast sensitivity chart, the first printed grating contrast sensitivity test for near, in comparison with a standard contrast sensitivity test, *Optec 6500®*.

Methods: Two hundred eyes with normal contrast sensitivity (group 1) and 113 eyes previously submitted to refractive surgery or with incipient keratoconus (group 2) were evaluated. All patients underwent both tests, with the same examiner, on the same day ("test") and two weeks later ("retest"). The agreement between the new test and the standard test, the agreement between "test" and "retest" of both tests and the acuity measurements of both tests were measured ($p < 0.05$).

Results: In the standard test, 27.0% of group 1 patients were classified below the normality curve in the spatial frequency of 1.5 cpd ("floor effect"). As the normality curve of the standard test did not apply to group 1, a new curve was defined for this population based on 5th and 95th percentiles. A learning effect was observed between "test" and "retest" in both tests. Considering the agreement between "test" and "retest" of both tests, there was a good agreement only in the spatial frequency of 6.0 cpd of the standard test ($K = 0.66$). Evaluating the agreement between the new test and the standard test, there was a good agreement only in spatial frequency of 12.0 cpd ($K = 0.64$) when both groups were considered together.

Conclusions: There was a moderate agreement between the new test and the standard contrast sensitivity test. Both tests showed low test-retest reproducibility. A learning effect was observed between "test" and "retest" with both tests. The contrast sensitivity curve obtained with the standard test appears to differ in distinct populations. The new test proved useful for assessing contrast sensitivity visual function but still needs to be improved.

Keywords: Contrast Sensitivity; Visual Perception; Functional Performance; Spatial Processing; Pattern Recognition, Visual; Diagnostic Techniques, Ophthalmological.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Foto ilustrativa de voluntária realizando o exame computadorizado, considerado o teste de sensibilidade ao contraste padrão.....	25
FIGURA 2 Valores de referência da curva de sensibilidade ao contraste para realização do exame <i>Optec 6500®</i> em condições fotópicas.....	26
FIGURA 3 Foto ilustrativa de voluntária realizando o exame com o novo teste de sensibilidade ao contraste.....	27
FIGURA 4 Modelo do novo teste, que contém barras dispostas 15° à esquerda, 0° (vertical) e 15° à direita, nas frequências espaciais de 1; 3; 6; 12 e 18 cpg, com nove diferentes níveis de contraste (40% a 1%) em cada uma delas.....	29
FIGURA 5 Desenho esquemático representando um dos quadrados do novo teste, que contém o círculo com o padrão senoidal.....	30
FIGURA 6 Desenho esquemático representando o posicionamento do olho em relação ao teste impresso.....	30
FIGURA 7 Desenho esquemático representando quadrados do novo teste, contendo o círculo com o padrão senoidal.....	32
FIGURA 8 Exemplo das curvas de sensibilidade ao contraste, obtidas pela realização do exame <i>Optec 6500 (Stereo Optical Co, Inc. USA)®</i> , em azul, e pelo novo teste, em vermelho, no olho esquerdo (OE) de um mesmo paciente, num mesmo dia.....	33
FIGURA 9 Curva de normalidade do novo teste de sensibilidade ao contraste, construída a partir do percentil 5 (P ₅) e do percentil 95 (P ₉₅), em cada frequência espacial.....	41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Valores de contraste em cada um dos círculos do teste impresso, de acordo com a linha e a coluna do novo teste avaliado.....	28
TABELA 2 Interpretação da estatística “ <i>Kappa</i> ”.....	34
TABELA 3 Cálculo do erro amostral de acordo a margem de erro estabelecida	35
TABELA 4 Caracterização dos olhos com ou sem alterações oftalmológicas quanto às variáveis de interesse.....	37
TABELA 5 Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o teste de sensibilidade ao contraste <i>Optec 6500®</i> , em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.....	38
TABELA 6 Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o novo teste de sensibilidade ao contraste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.....	38
TABELA 7 Descrição dos resultados do segundo exame (“reteste”) com o teste de sensibilidade ao contraste <i>Optec 6500®</i> , em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.....	39
TABELA 8 Descrição dos resultados do segundo exame (“reteste”) com o novo teste de sensibilidade ao contraste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.....	39
TABELA 9 Ponto de corte (P_5) para cada frequência espacial para o exame considerado padrão-ouro (<i>Optec 6500®</i>) e para o novo teste, em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste.....	40
TABELA 10 Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o teste de sensibilidade ao contraste <i>Optec 6500®</i> , em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (curva de normalidade do teste padrão proposta pelo presente estudo).....	41
TABELA 11 Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o novo teste de sensibilidade ao contraste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (curva de normalidade do novo teste proposta pelo presente estudo).....	42
TABELA 12 Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o teste de sensibilidade ao contraste <i>Optec 6500®</i> , em pacientes com potenciais alterações da função visual de sensibilidade ao contraste.....	43

TABELA 13 Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o novo teste de sensibilidade ao contraste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.....	43
TABELA 14 Análise de concordância entre “teste” e “reteste” do teste considerado padrão-ouro (<i>Optec 6500®</i>) em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.....	44
TABELA 15 Análise de concordância entre “teste” e “reteste” do novo teste em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.....	45
TABELA 16 Análise de concordância entre o novo teste e o teste considerado padrão-ouro (<i>Optec 6500®</i>) em três grupos distintos.....	46
TABELA 17 Medidas de acuidade do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão-ouro (<i>Optec 6500®</i>), considerando a curva de normalidade do fabricante.....	47
TABELA 18 Medidas de acuidade do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão-ouro (<i>Optec 6500®</i>), considerando a curva de normalidade proposta pelo presente estudo...	49
TABELA 19 Medidas de acuidade do novo teste de sensibilidade ao contraste, considerando a curva de normalidade proposta pelo presente estudo.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS

C	Contraste
cd/m ²	Candelas por metro quadrado
cos	Cosseno
cpg	Ciclo por grau de ângulo visual
d	Erro amostral
d.p.	Desvio-padrão
dpi	<i>Dots Per Inch</i> (pontos por polegada)
Freq _{min}	Frequência mínima
Lmax	Luminância máxima
Lmin	Luminância mínima
n	Número
p	Probabilidade
P ₅	Percentil 5
P ₉₅	Percentil 95
Q ₁	Primeiro quartil
Q ₃	Terceiro Quartil
S	Sensibilidade
SC	Sensibilidade ao contraste
sen	Seno
tg	Tangente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3	OBJETIVOS.....	22
4	MÉTODOS.....	23
4.1	Desenho do estudo.....	23
4.2	Ética em pesquisa.....	23
4.3	Amostra.....	23
4.3.1	Seleção dos pacientes.....	23
4.3.2	CrITÉRIOS de inclusão.....	23
4.3.3	CrITÉRIOS de exclusão.....	24
4.4	Testes de sensibilidade ao contraste.....	24
4.4.1	Teste de sensibilidade ao contraste computadorizado (padrão).....	24
4.4.2	Teste de sensibilidade ao contraste impresso (novo teste).....	26
4.4.3	Desenho do novo teste.....	29
4.4.4	Impressão do novo teste.....	32
4.5	Variáveis estudadas.....	33
4.6	Análise estatística.....	33
4.6.1	Estatística descritiva.....	33
4.6.2	ndice de concordância (<i>Kappa de Cohen</i>).....	33
4.6.3	Medidas de acuidade dos testes estudados.....	34
4.6.4	Programa estatístico.....	34
4.6.5	Significância estatística.....	34
4.6.6	Cálculo amostral.....	35
5	RESULTADOS.....	37
5.1	Caracterizao da amostra.....	37
5.2	Resultados do primeiro exame com o teste padrão e com o novo teste.....	37
5.3	Resultados do segundo exame com o teste padrão e com o novo teste.....	38
5.4	Definio do ponto de corte para o teste padrão e para o novo teste.....	40
5.5	Resultados do primeiro exame com o teste padrão e com o novo teste em pacientes com ceratocone e/ou submetidos a cirurgia refrativa.....	42
5.6	Análise de concordância entre “teste” e “reteste” do teste padrão e do novo teste...	43
5.7	Análise de concordância entre o novo teste e o teste padrão.....	45

5.8	Análise das medidas de acuidade do teste padrão e do novo teste.....	47
6	DISCUSSÃO.....	53
6.1	Amostra.....	53
6.2	Resultados do primeiro exame com o teste padrão e com o novo teste.....	54
6.3	Resultados do segundo exame com o teste padrão e com o novo teste.....	55
6.4	Definição do ponto de corte para o teste padrão e para o novo teste.....	56
6.5	Resultados do primeiro exame com o teste padrão e com o novo teste em pacientes com ceratocone e/ou submetidos a cirurgia refrativa.....	56
6.6	Análise de concordância entre “teste” e “reteste” do teste padrão e do novo teste...	57
6.7	Análise de concordância entre o novo teste e o teste padrão.....	57
6.8	Análise das medidas de acuidade do teste padrão e do novo teste.....	58
6.9	Progressão dos níveis de contraste do novo teste.....	59
6.10	Novas perspectivas.....	59
7	CONCLUSÕES.....	61
8	REFERÊNCIAS.....	63
9	APÊNDICES.....	68
A	Termo de consentimento livre e esclarecido.....	68
B	Comparação dos resultados do primeiro (“teste”) e do segundo exame (“reteste”), por frequência espacial, em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, com ambos os testes de sensibilidade ao contraste avaliados.....	69
C	Comparação dos resultados obtidos no primeiro exame (“teste”), em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, por frequência espacial, com ambos os testes de sensibilidade ao contraste avaliados.....	74
10	ANEXO.....	77

1 INTRODUÇÃO

A visão, um dos mais importantes sentidos humanos, é um processo complexo que compreende a chegada da luz à retina (estímulo), a transformação desse estímulo luminoso em sinal neural (sensação), a transmissão desse sinal pelas vias neurais próprias, a decodificação desse sinal e sua transformação em imagem mental (percepção) e o entendimento do significado dessa imagem (cognição) (BICAS, 2002). Esse processo inclui várias funções, como acuidade visual, sensibilidade ao contraste, percepção de movimentos, percepção de cores e campo visual, associadas aos processos interpretativos que ocorrem nas camadas mais profundas da retina e no córtex cerebral (KNIESTEDT; STAMPER, 2003).

A avaliação da visão é de fundamental importância na prática oftalmológica diária, auxiliando no diagnóstico das doenças oculares, nos seus diagnósticos diferenciais, no acompanhamento da sua evolução e na verificação da eficácia do tratamento instituído (KJAER *et al*, 2000). Embora seja mais rotineiramente avaliada pelo oftalmologista, a acuidade visual representa apenas uma das funções visuais. Sua medida pode avaliar apenas os fatores ópticos do olho, enquanto a medida da função de sensibilidade ao contraste pode avaliar, também, os fatores neurais da visão (ELLIOTT; SITU, 1998). Enquanto a medida da acuidade visual consiste em identificar detalhes de um objeto em condição de máximo contraste (visão ideal), os testes de sensibilidade ao contraste buscam avaliar a visão cotidiana (WOODS; WOOD, 1995). Essa visão é chamada de funcional e reflete a visão nas situações reais, em que temos que perceber imagens de diferentes tamanhos e de diferentes níveis de contraste (WOODS; WOOD, 1995; PAREDE *et al*, 2013). A visão funcional é, portanto, a forma como uma pessoa utiliza sua visão para desempenhar suas atividades (COLENBRANDER, 2005).

A habilidade de detectar objetos de baixo contraste, também chamada de sensibilidade ao contraste, é considerada um importante aspecto no desempenho visual e está diretamente relacionada à habilidade de desempenhar tarefas cotidianas, como, por exemplo, dirigir, ler, andar, reconhecer faces e utilizar o computador (HAYMES *et al*, 2006). Evidências também sugerem que a sensibilidade ao contraste pode ajudar a detectar e a monitorar doenças como catarata (HONG *et al*, 2010), glaucoma (ONAL *et al*, 2008; RICHMAN *et al*, 2010), degeneração macular (STANGOS *et al*, 1995; KEANE *et al*, 2010), retinopatia diabética (DELLA SALA *et al*, 1985; SOKOL *et al*, 1985) e neuropatia óptica

(TROBE *et al*, 1996). Ela pode, ainda, ser empregada na indicação e na avaliação dos resultados de cirurgias e de outros tratamentos oculares (GINSBURG *et al*, 2006; SIEIRO, 2007; NIELSEN; HJORTDAL, 2012; SOGUTLU *et al*, 2012; GERTNERE; SOLOMATIN; SEKUNDO, 2013; ZHANG *et al*, 2013; LI *et al*, 2014;). Sua medida, por proporcionar maior informação sobre a qualidade visual, também é muito empregada na avaliação de pacientes com baixa visão (HAYMES *et al*, 2006).

Por isso, desde a década de 1970, os testes de sensibilidade ao contraste ganharam mais notoriedade na Oftalmologia, constituindo importantes ferramentas na avaliação dos distúrbios visuais (OWSLEY *et al*, 1987). E, desde então, vários instrumentos foram desenvolvidos, a fim de se avaliar a função de sensibilidade ao contraste. Entretanto, limitações como tempo de execução, treinamento técnico, custo e reprodutibilidade ainda são encontradas, o que faz com que não se possa apontar, ainda hoje, um teste ideal para essa avaliação. Recentemente, foi desenvolvido um novo teste por Sieiro e colaboradores, com um conjunto de características ainda não descrito na literatura médico-científica. Trata-se de um teste para perto, no formato impresso, baseado no princípio de grades senoidais, que é considerado o estímulo ideal para determinar as respostas visuais para uma frequência espacial específica (PELLI; ROBSON, 1988; SANTOS, 2003). Esse formato impresso, para perto, parece facilitar seu emprego no próprio consultório médico. E, como possui um tempo reduzido de aplicação, pode ser realizado durante a própria consulta oftalmológica. Ademais, a normatização bem definida e a facilidade de aplicação pelo próprio oftalmologista dispensam o treinamento de operadores. Além disso, a disponibilização a baixo custo facilita o acesso ao teste e contribui para difundir o conhecimento acerca da importância da avaliação da sensibilidade ao contraste, que ainda não foi incorporada à prática oftalmológica diária.

A relevância deste trabalho reside, pois, em estudar um teste inédito, o primeiro teste de sensibilidade ao contraste impresso, para perto, com o estímulo de grades senoidais. Esse teste ainda não foi patentado e, se validado, representará um exame de baixo custo e de fácil execução, podendo ser amplamente utilizado no sistema público de saúde. Além disso, ele poderá ser empregado não só no diagnóstico de doença ocular, como no acompanhamento de sua evolução clínica, no monitoramento do tratamento instituído e na indicação e na avaliação dos resultados de cirurgias oftalmológicas. Poderá ainda ser empregado como um método de triagem, direcionando melhor as indicações para testes mais sofisticados, que eventualmente sejam necessários.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A *sensibilidade ao contraste* é definida como a recíproca da quantidade mínima de contraste necessária para detectar uma grade de uma frequência espacial específica. Por sua vez, *frequência espacial* é o número de ciclos (períodos ou barras claras e escuras) por unidade de espaço, que, em percepção visual da forma, foi convencionalmente denominada de ciclo por grau de ângulo visual (cpg). Em outras palavras, a sensibilidade ao contraste é, por definição, o inverso da curva de limiar de contraste. (SANTOS, 2003).

Já o *contraste* (C) é calculado pela relação entre a luminância máxima (Lmax) e a luminância mínima (Lmin) e é representado matematicamente pela seguinte fórmula: $C = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{max} + L_{min}}$. Por sua vez, *luminância* se refere à quantidade de luz refletida por uma superfície. Desse modo, o contraste é sempre um valor que varia entre “zero” e “um” (contraste máximo). Assim, o sistema visual possui alta sensibilidade quando um padrão precisa de pouco contraste para ser detectado e, de maneira inversa, baixa sensibilidade, quando um padrão precisa de alto valor de contraste para ser detectado. Indivíduos com função visual considerada normal apresentam função de sensibilidade ao contraste máxima nas frequências intermediárias ou médias, aproximadamente no centro da curva, com atenuações nas frequências baixas e altas, nos extremos da curva (SANTOS, 2003).

Acredita-se que o sistema visual humano seja composto por canais visuais que respondam a faixas específicas de frequências espaciais (CAMPBELL; ROBSON, 1968). Assim, uma cena visual complexa é decomposta em componentes mais elementares por meio de um modelo de análise de Fourier e esses componentes seguem canais neurais independentes e específicos para o processamento visual (LEGGE, 1976).

Para avaliação da função visual humana de sensibilidade ao contraste, a grade senoidal é o estímulo clássico, descrita primeiramente por Schade (1956) e empregada na maioria dos estudos sobre processamento e percepção visual da forma (CAMPBELL; ROBSON, 1968). Tem sido considerada o estímulo elementar ideal para determinar as características das respostas visuais para uma faixa de frequência espacial específica (SANTOS, 2003).

Baseadas nesse princípio de ondas senoidais, as placas de Arden (1978) foram uma das primeiras tentativas de desenvolvimento de um teste de sensibilidade ao contraste

simples e de baixo custo. Nelas, sete frequências espaciais diferentes (*screening*; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2 e 6,4 cpg) são avaliadas por meio de sete placas, em que o observador deve reportar a partir de onde ele percebe as barras em cada uma das placas (ARDEN; JACOBSON, 1978). Entretanto, não se mostraram muito confiáveis na detecção de doenças oculares, uma vez que apresentaram variabilidade tanto na interpretação da técnica, quanto no tempo de exposição da placa e nos resultados entre diferentes examinadores (WOODS; WOOD, 1995; RICHMAN *et al*, 2013).

Hoje, após evolução dos estudos, já estão disponíveis vários instrumentos para avaliação da função de sensibilidade ao contraste. A principal diferença entre eles é o tipo de estímulo empregado. Os testes com grades senoidais são denominados testes de sensibilidade ao contraste e utilizam círculos com barras ou ondas de diferentes contrastes e frequências espaciais. Dentre os mais conhecidos, estão *Vision Contrast Test System* (VCTS) - *Vistech* e *Functional Acuity Contrast Test* (FACT). Já os testes com letras, com números ou com símbolos de contraste decrescente são chamados testes de acuidade visual de baixo contraste e utilizam optotipos de mesmo tamanho e com contraste progressivamente menor a partir do topo da tabela. Os mais conhecidos são o tipo Baily-Lovie, o teste de Pelli-Robson e a tabela de Mars (PAREDE *et al*, 2013).

O *Vistech* foi introduzido por Ginsburg (GINSBURG, 1984) e é composto por placas circulares de grades senoidais, dispostas verticalmente e inclinadas 15° à direita ou 15° à esquerda, em cinco frequências espaciais (1,5; 3,0; 6,0; 12,0 e 18,0 cpg), organizadas em nove colunas de níveis de contraste distintos. A progressão de contraste entre as colunas não é uniforme, com uma média de 0,25 unidade logarítmica. O paciente deve indicar a orientação percebida em cada placa. A última placa corretamente identificada indica sua pontuação em cada frequência. O teste é realizado a uma distância aproximada de 3 metros (PESUDOVS *et al*, 2004).

Já o *Functional Acuity Contrast Test* (FACT) é considerado uma segunda geração do *Vistech* (GINSBURG, 1996), já que apresenta desenho semelhante, porém com menor progressão de contraste entre as colunas, que ocorre em passos de 0,15 unidade logarítmica. O teste também é realizado a uma distância aproximada de 3 metros (PESUDOVS *et al*, 2004).

Ambos apresentam baixa confiabilidade teste-reteste e são de realização mais demorada. Entretanto, são considerados os melhores e mais sensíveis para avaliação da função de sensibilidade ao contraste humana e, por isso, são muito empregados nos estudos clínicos (PESUDOVS *et al*, 2004; PAREDE *et al*, 2013; RICHMAN *et al*, 2013).

O teste tipo Baily-Lovie (1976) é um teste que emprega tabelas logarítmicas padronizadas tipo ETDRS (ROSENFELD; GREGORI; FEUER, 2010), cada uma com níveis de contraste diferentes, decrescentes de 100% até 1,25%. A melhor acuidade visual obtida pelo paciente em cada tabela é registrada, dando origem a uma linha de sensibilidade ao contraste, que é comparada com a faixa estatística de normalidade do teste. Pode ser realizado em diferentes distâncias, mas a mais recomendada é a de 2 metros (BAILEY; LOVIE, 1976).

O teste de Pelli-Robson (1988) utiliza um único tamanho de optotipo (20/60), com contraste que decresce progressivamente em 0,15 unidade logarítmica a cada três optotipos. O paciente lê os optotipos, começando por aqueles de contraste mais alto, até que não consiga ler dois ou três optotipos de um mesmo contraste. O paciente recebe, então, uma classificação baseada no contraste do último grupo em que ele conseguiu discriminar pelo menos dois optotipos. A classificação representa o logaritmo da sensibilidade ao contraste do paciente e define portador de sensibilidade ao contraste normal, deficiência visual ou visão subnormal. Normalmente, a distância de teste empregada é de um metro (PELLI; ROBSON; WILKINS, 1988).

A tabela de Mars segue os mesmos princípios do teste de Pelli-Robson. Entretanto, nela o contraste decresce numa escala de 0,04 unidade logarítmica a cada optotipo e a distância de realização do teste é de 41-59 cm, requerendo, por isso, adição de +2,00 dioptrias esféricas nos presbitas (ARDITI, 2005; HAYMES *et al*, 2006).

Os resultados desses testes de acuidade visual de baixo contraste podem ser influenciados pela iluminação do ambiente, pelas reflexões e pela qualidade das tabelas e, também, pela capacidade cognitiva do paciente de reconhecer os optotipos. Entretanto, como apresentam boa confiabilidade teste-reteste, tempo reduzido de aplicação e normatização bem documentada, são muito empregados nos estudos epidemiológicos (PAREDE *et al*, 2013; RICHMAN *et al*, 2013).

Em crianças, os testes de sensibilidade ao contraste são selecionados de acordo com a fase de desenvolvimento. Para crianças na fase pré-verbal, o *Hiding Heidi*, desenvolvido por Lea Hyvärinen, é um teste muito empregado (LEAT; WEGMANN, 2004). Esse teste consiste em quatro cartões, um em branco e três com uma face sorridente em cada um dos dois lados, que avaliam seis níveis de contraste em uma escala logarítmica (1,25%; 2,5%; 5,0%; 10,0%; 25,0% e 100,0%). Funciona como um teste de olhar preferencial e avalia a reação da criança frente ao cartão. Pode ser realizado em diferentes distâncias.

Para crianças na fase verbal, mas que ainda não foram alfabetizadas, o *LEA low-contrast symbols test* é muito utilizado (LEAT; WEGMANN, 2004). É formado por cinco símbolos de tamanho 9,5M em cada nível de contraste, representados por uma maçã, um círculo, um quadrado ou uma casa. Avalia seis níveis de contraste numa escala logarítmica (0,6%; 1,2%; 2,5%; 5,0%; 10,0% e 25,0%). A criança deve verbalizar a forma visualizada e a distância de realização do teste também é variável.

Já para as crianças em fase verbal e já alfabetizadas, os testes descritos anteriormente podem ser usados, como o teste tipo Baily-Lovie (BAILEY; LOVIE, 1976), o teste de Pelli-Robson (PELLI; ROBSON; WILKINS, 1988) e os testes psicofísicos, baseados no estímulo de grade senoidal, conforme o entendimento da criança acerca da realização de cada um dos testes.

Com o desenvolvimento das tecnologias atuais, novos testes têm sido criados, a fim de tornar mais prática e acessível a medida da função de sensibilidade ao contraste. Esses novos testes se utilizam de recursos como *Internet, smartphones e tablets*. O *Freiburg Visual Acuity Test* é um teste de acuidade visual de baixo contraste automatizado baseado no “C” de *Landolt*, que pode ser apresentado em oito diferentes posições na tela do computador. O paciente escolhe a posição do “C” visualizada dentre as oito opções possíveis. Os estímulos seguem uma escala logarítmica, em que o limiar do próximo estímulo é baseado na resposta anterior do paciente, denominado *PEST* ou *Parameter Estimation by Sequential Testing*. O teste pode ser realizado a uma distância de até 5 metros (BACH, 1996). Apesar de apresentar boa reprodutibilidade, esse teste pode se tornar exaustivo, além de requerer certa destreza do paciente na escolha da opção correta (BÜHREN *et al*, 2006).

O *Spaeth/Richman Contrast Sensitivity (SPARCS)* é um teste disponibilizado na *Internet* para avaliar a capacidade de o paciente detectar contraste, tanto na área central quanto na área periférica da visão, por meio de grades senoidais de diferentes níveis de contraste e diferentes frequências espaciais (RICHMAN *et al*, 2015). O SPARCS é realizado na tela do computador e parece apresentar uma reprodutibilidade semelhante ao teste de Pelli-Robson, com a vantagem de avaliar tanto a visão central, quanto a periférica (RICHMAN *et al*, 2015; SPAETH, 2016; GUPTA *et al*, 2017).

O *Mobile app Aston contrast sensitivity test* é um aplicativo para *iPad®*, baseado nos estudos de Campbell e Robson (CAMPBELL; ROBSON, 1968), em que o paciente deve identificar os limites de uma curva com diferentes frequências espaciais e diferentes níveis de

contraste (KINGSNORTH *et al*; 2016). Embora esse teste tenha mostrado uma reprodutibilidade menor que aquela do teste de Pelli-Robson, apresentou um reduzido tempo de aplicação, com instantânea geração dos resultados (KINGSNORTH *et al*; 2016).

O *Quick Contrast Sensitivity Function* (qCSF) também é um aplicativo para *iPad*®, desenvolvido para a distância de 60 cm, que testa 50 estímulos, de um total de 1152 estímulos disponíveis, compreendidos entre as frequências espaciais de 0,64 a 41,0 cpg e os níveis de contraste de 0,2 a 100,0%. O estímulo subsequente é escolhido baseado nas informações da resposta anterior do paciente, a fim de reduzir o tempo de aplicação e otimizar as informações do teste (LESMESS *et al*, 2010; DORR *et al*, 2013; DORR *et al*, 2018).

O *Mobile Assessment of Vision by intERActive Computer* (MAVERIC) consiste em um teste desenvolvido para *tablet* ou *iPad*®, que busca aferir a acuidade visual de baixo contraste para perto (40 cm), por meio de optotipos semelhantes ao “C” de *Landolt*, em vinte diferentes tamanhos e em vários níveis de contraste. Esse teste pareceu ter boa reprodutibilidade, quando comparado aos cartões de perto tipo ETDRS. (ASLAM *et al*, 2016).

Entretanto, uma das maiores limitações dos testes realizados por meio de telas de computadores, *tablets* ou *smartphones* é a dificuldade de controlar as condições de iluminação e de resolução das diferentes telas para que haja uma reprodutibilidade adequada do exame.

Embora inúmeros outros testes estejam disponíveis para avaliação da função visual de sensibilidade ao contraste, o exame considerado padrão ou referência até o momento é o sistema *Optec*® (GUIMARÃES, 2000), baseado no protocolo *Functional Acuity Contrast Test – FACT* (*Stereo Optical Co, Inc. USA*)®, que se utiliza de grades de padrão senoidal, considerado o melhor estímulo para avaliar a resposta visual em uma frequência espacial específica. Suas medidas são feitas pela leitura de barras senoidais de alta qualidade em um sistema computadorizado, cujas funcionalidades são automaticamente calibradas, reguladas e

reprodutíveis. As principais limitações desse exame são o custo do equipamento, a necessidade de treinamento apropriado dos examinadores e o tempo de realização do teste, geralmente feito em um momento diferente da consulta oftalmológica. Além disso, como já mencionado, esse tipo de exame costuma apresentar baixa confiabilidade teste-reteste (PESUDOVS *et al*, 2004; PAREDE *et al*, 2013; RICHMAN *et al*, 2013).

O desenvolvimento frequente de novos exames para avaliação da sensibilidade ao contraste reflete a necessidade de um teste confiável, reprodutível, de baixo custo, de rápida realização, de fácil aplicação pelo próprio oftalmologista durante a consulta oftalmológica, de boa compreensão pelo paciente e que forneça prontamente resultados úteis para o diagnóstico e o acompanhamento de doenças oculares e para a indicação e o acompanhamento de tratamentos oftalmológicos.

3 OBJETIVOS

Avaliar a concordância entre um novo teste de sensibilidade ao contraste e um teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500®*) em uma população brasileira com função visual de sensibilidade ao contraste normal e em pacientes com ceratocone grau 1 e/ou pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias.

Avaliar, em uma população brasileira com função visual de sensibilidade ao contraste normal, a frequência de respostas normais ou alteradas nas diferentes frequências espaciais de um teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500®*).

Avaliar a prevalência de alterações da função visual de sensibilidade ao contraste em pacientes com ceratocone grau 1 e/ou pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias, por meio de um teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500®*).

Avaliar a concordância entre o primeiro exame (“teste”) e o segundo (“reteste”) de um teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500®*) em uma população brasileira com função visual de sensibilidade ao contraste normal.

Avaliar, em uma população brasileira com função visual de sensibilidade ao contraste normal, a frequência de respostas normais ou alteradas nas diferentes frequências espaciais de um novo teste de sensibilidade ao contraste.

Avaliar a prevalência de alterações da função visual de sensibilidade ao contraste em pacientes com ceratocone grau 1 e/ou pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias, por meio de um novo teste de sensibilidade ao contraste.

Avaliar a concordância entre o primeiro exame (“teste”) e o segundo (“reteste”) de um novo teste de sensibilidade ao contraste em uma população brasileira com função visual de sensibilidade ao contraste normal.

4 MÉTODOS

4.1 Desenho do estudo

O presente trabalho corresponde a um estudo transversal para avaliação de um novo método diagnóstico.

4.2 Ética em pesquisa

O projeto de pesquisa deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG), conforme disponível no anexo (Cf. p. 76). Tratando-se de um estudo epidemiológico, os pacientes não foram identificados e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa. Foram observados todos os dispositivos de Ética em Pesquisa, conforme a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde (CNS/MS).

4.3 Amostra

4.3.1 Seleção dos pacientes

Foram avaliados 200 olhos de pacientes com exame oftalmológico normal (grupo 1) e 113 olhos de pacientes com alguma alteração/intervenção oftalmológica prévia (grupo 2). Os pacientes foram selecionados em uma clínica oftalmológica de Belo Horizonte, Minas Gerais, que presta atendimentos particulares e pela saúde suplementar.

Todos os pacientes foram submetidos a exame oftalmológico completo, incluindo acuidade visual corrigida, ectoscopia, motilidade ocular, exame dinâmico da pupila, biomicroscopia, tonometria e fundoscopia.

4.3.2 Critérios de inclusão

No grupo 1, foram incluídos pacientes com exame oftalmológico normal, com idade entre 20 e 40 anos, sem história de doenças oculares, emétopes ou com ametropia compreendida entre -6,00 e +6,00 dioptrias esféricas e/ou -3,00 dioptrias cilíndricas, com acuidade visual corrigida normal (20/20 ou 1,0).

No grupo 2, foram incluídos pacientes com potencial alteração da função visual de sensibilidade ao contraste, com idade entre 20 e 40 anos, com acuidade visual corrigida melhor que 20/40 ou 0,5. Foram selecionados pacientes submetidos a ceratectomia fotorrefrativa (PRK) para correção de até 5,00 dioptrias de miopia e/ou 2,00 dioptrias de astigmatismo, sem intercorrências, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias, além de pacientes com ceratocone grau 1 pela classificação de *Amsler-Krumeich*, que corresponde a ceratometria central < 48,00 dioptrias, miopia e/ou astigmatismo induzido menor que 5,00 dioptrias e ausência de cicatrizes corneanas (CHOI; KIM, 2012). As demais avaliações do exame oftalmológico desses pacientes foram normais.

4.3.3 Critérios de exclusão

Foram excluídos os pacientes sem capacidade de compreender ou de cooperar com o exame.

4.4 Testes de sensibilidade ao contraste

Todos os pacientes foram submetidos ao teste computadorizado, considerado como referência (padrão), e ao novo teste impresso, no mesmo dia, por uma mesma examinadora. A examinadora apresenta experiência com a realização do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão há mais de 10 anos e foi treinada para a realização do novo teste de sensibilidade ao contraste. Para determinar a ordem de aplicação dos testes, foi realizado um sorteio. Após duas semanas, foi realizado um reteste, em condições semelhantes ao primeiro exame, pela mesma examinadora.

4.4.1 Teste de sensibilidade ao contraste computadorizado (padrão)

Foi empregado o equipamento *Optec 6500*®, que contém o protocolo *Functional Acuity Contrast Test – FACT* (*Stereo Optical Co, Inc. USA*)®, considerado um dos mais apropriados para os estudos clínicos (PAREDE *et al*, 2013; RICHMAN *et al*, 2013). Suas medidas são feitas pela leitura de barras senoidais de alta qualidade nas frequências espaciais de 1,5; 3,0; 6,0; 12,0 e 18,0 cpg. As barras são dispostas em um fundo cinza, com iluminação média constante, numa inclinação de 15 graus à direita, 0 grau (vertical) ou 15 graus à esquerda, o que mantém as barras no campo de orientação dos canais visuais. Em cada

frequência espacial, avaliam-se nove níveis decrescentes de contraste, numa progressão de 0,15 unidade logarítmica.

Primeiramente, os pacientes foram orientados por meio de uma foto que reproduzia as barras de contraste nas três posições possíveis e sobre como responder a cada uma das opções apresentadas. Após a completa compreensão sobre a realização do exame, os pacientes foram posicionados no aparelho e orientados a identificar nove padrões senoidais de contraste decrescente em cada uma das cinco frequências espaciais (figura 1). O menor contraste (limiar de contraste) foi aquele detectado antes da primeira resposta errada ou não detectada em cada frequência espacial. Os pacientes foram estimulados a responder, mesmo quando não tivessem certeza da resposta correta. Os exames foram feitos com a melhor correção óptica do paciente, de forma monocular, iniciando-se sempre pelo olho direito. Uma vez que a calibração do equipamento é automática, não foram necessários ajustes pela examinadora. Para comparação com o novo teste, foi utilizada a condição fotópica (85 cd/m^2) e o formato para longe.

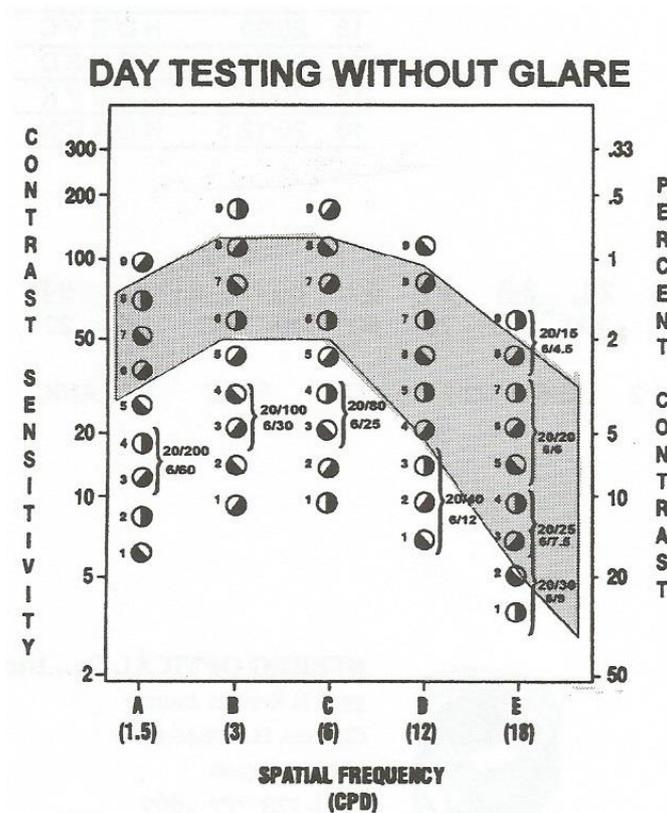
Figura 1 – Foto ilustrativa de voluntária realizando o exame computadorizado, considerado o teste de sensibilidade ao contraste padrão (*Optec 6500®*).



O menor nível de contraste detectado em cada uma das frequências espaciais foi registrado em um gráfico.

A faixa de normalidade desse teste, fornecida pelo fabricante do equipamento, foi construída considerando 90% da população normal e pode ser vista na área sombreada da imagem a seguir (figura 2). Consideram-se suspeitos resultados abaixo da curva em uma ou mais linhas.

Figura 2 - Valores de referência da curva de sensibilidade ao contraste para realização do exame *Optec 6500*®, em condições fotópicas.



Fonte: Manual do equipamento *Optec 6500*®.

4.4.2 Teste de sensibilidade impresso (novo teste)

Neste teste, o paciente foi solicitado a identificar a orientação dos padrões senoidais impressos em um cartão.

Primeiramente, os pacientes foram orientados por meio de uma foto que reproduzia as barras de contraste nas três posições possíveis e sobre como responder a cada

uma das opções apresentadas. Após a completa compreensão do paciente sobre a realização do exame, o cartão foi posicionado a uma distância de 40 cm de seus olhos. Nessa distância, cada círculo onde estão impressos os padrões senoidais forma um ângulo visual igual a 1 (um) grau.

O teste foi colocado perpendicularmente ao eixo visual do paciente, sem qualquer inclinação ou distorção que prejudicasse a iluminação difusa e uniforme da impressão (figura 3). A iluminação do ambiente foi aferida por meio de um fotômetro e mantida em torno de 85 cd/m² (condição fotópica).

Figura 3 – Foto ilustrativa de voluntária realizando o exame com o novo teste de sensibilidade ao contraste.



O teste impresso avalia as frequências espaciais de 1,0; 3,0; 6,0; 12,0 e 18,0 cpg. As barras são dispostas numa inclinação de 15 graus à direita, 0 grau (vertical) ou de 15 graus à esquerda. Em cada frequência espacial, são avaliados nove níveis decrescentes de contraste (40%, 30%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2% e 1%), conforme tabela 1 a seguir.

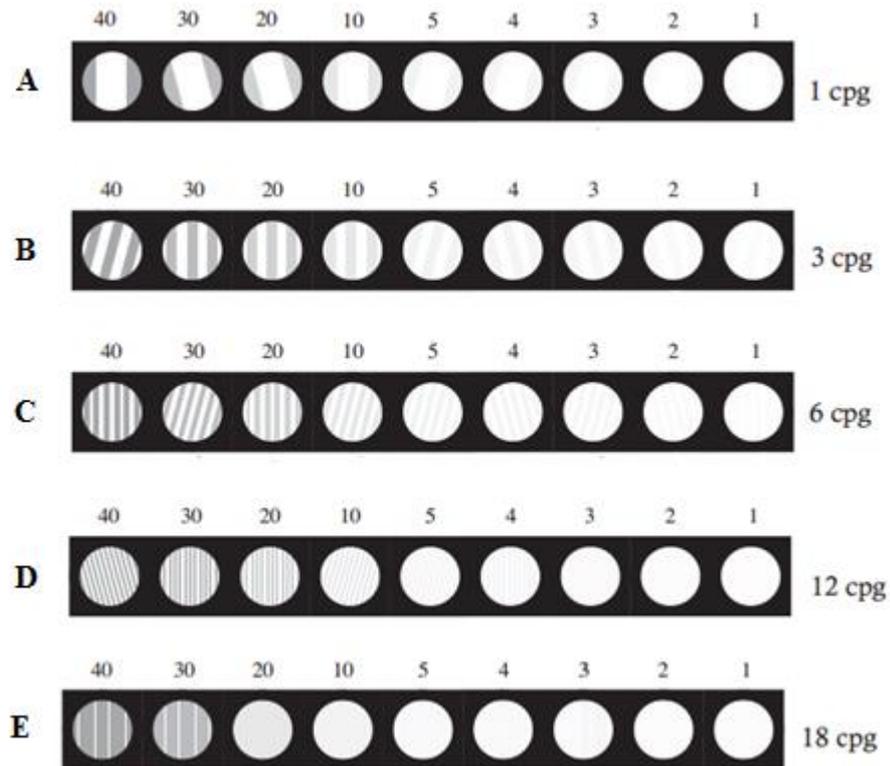
Tabela 1: Valores de contraste em cada um dos círculos do teste impresso, de acordo com a linha e a coluna do novo teste avaliado.

Linha	CPG	Coluna								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1	40	30	20	10	5	4	3	2	1
B	3	40	30	20	10	5	4	3	2	1
C	6	40	30	20	10	5	4	3	2	1
D	12	40	30	20	10	5	4	3	2	1
E	18	40	30	20	10	5	4	3	2	1

cpg = ciclo por grau de ângulo visual.

Os pacientes foram orientados a identificar nove padrões senoidais de contraste decrescente em cada uma das cinco frequências espaciais (figura 4). O menor contraste (limiar de contraste) foi aquele detectado antes da primeira resposta errada ou não detectada em cada frequência espacial. Os pacientes foram estimulados a responder, mesmo quando não tivessem certeza da resposta correta. Os exames foram feitos com a melhor correção óptica do paciente, de forma monocular, iniciando-se sempre pelo olho direito. O menor nível de contraste detectado em cada uma das frequências espaciais foi registrado em um gráfico.

Figura 4 - Modelo do novo teste, com barras dispostas 15° à esquerda, 0° (vertical) e 15° à direita, nas frequências espaciais de 1; 3; 6; 12 e 18 cpq, com nove diferentes níveis de contraste (40% a 1%) em cada uma delas.

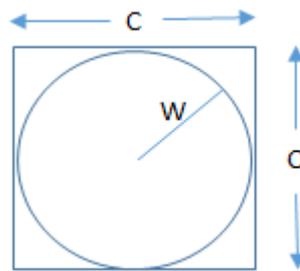


4.4.3 Desenho do novo teste

O teste impresso foi matematicamente calculado para que, na distância de realização do teste (40 cm), cada círculo onde estão impressos os padrões senoidais forme um ângulo visual igual a 1 (um) grau.

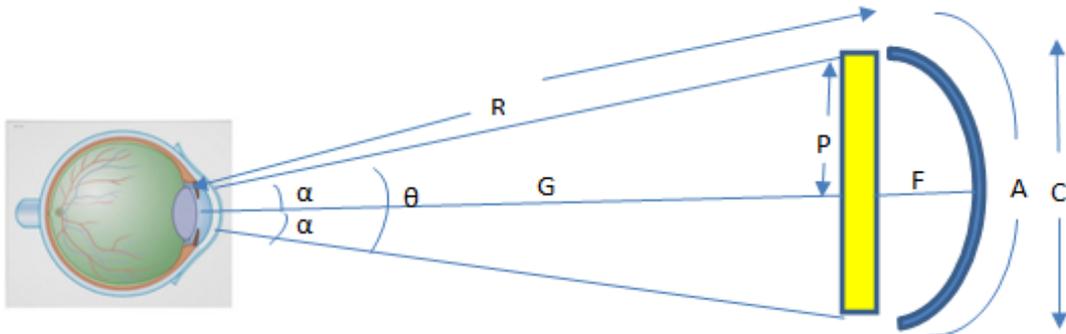
O cálculo do tamanho de cada um dos quadrados, que contêm os círculos, foi realizado da seguinte forma:

Figura 5 - Desenho esquemático representando um dos quadrados do novo teste, que contém o círculo com o padrão senoidal.



Nesse esquema, C representa o tamanho do lado do quadrado que contém a circunferência onde está impresso o padrão senoidal e W representa o raio dessa circunferência.

Figura 6 - Desenho esquemático representando o posicionamento do olho em relação ao teste impresso.



Nesse desenho esquemático, a parte em amarelo corresponde à tela onde estão presentes as faixas a serem interpretadas pelo observador; a distância entre o olho e a tela é dada pela letra “G”; “A” representa o comprimento do arco, parte da circunferência de raio “R”; “R” é dado pela soma de “G” e “F”; “C” representa o comprimento do lado do quadrado que contém a circunferência; “P” é a metade de “C”; “α” é o ângulo formado pelos segmentos de comprimento “R” e “G” e “θ” é dado pelo dobro de “α”.

Observando as figuras 3 e 4, podemos retirar as seguintes relações:

$$A = 2\alpha R \quad \text{e} \quad \alpha = \frac{A}{2R} \quad (1,2)$$

O comprimento do arco “A” é dado pela multiplicação do ângulo que forma este arco com o raio da circunferência.

Outra relação é dada por:

$$C = 2P \quad (3)$$

Do triângulo superior, formado pelos segmentos de comprimento “G”, “R” e “P”, podemos retirar a equação:

$$\operatorname{sen}\alpha = \frac{\text{Cateto Oposto}}{\text{Hipotenusa}} = \frac{P}{R} \quad \text{e} \quad \operatorname{cos}\alpha = \frac{\text{Cateto Adjacente}}{\text{Hipotenusa}} = \frac{G}{R} \quad (4,5)$$

Com isso, obtemos:

$$C = 2P = 2R\operatorname{sen}\alpha, \quad G = R\operatorname{cos}\alpha \quad \text{e} \quad \operatorname{tg}\alpha = \frac{\text{Cateto Oposto}}{\text{Cateto Adjacente}} = \frac{P/R}{G/R} = \frac{P}{G} \quad (6,7,8)$$

Colocando “P” em relação a “C”, ou $P = \frac{C}{2}$, chegamos à expressão:

$$\operatorname{tg}\frac{\theta}{2} = \frac{C}{2G} \quad \text{e} \quad C = 2G\operatorname{tg}\frac{\theta}{2} \quad (9,10)$$

Para o teste de sensibilidade ao contraste, as seguintes medidas são estabelecidas:

G – Distância do olho à tela é igual a 40 cm;

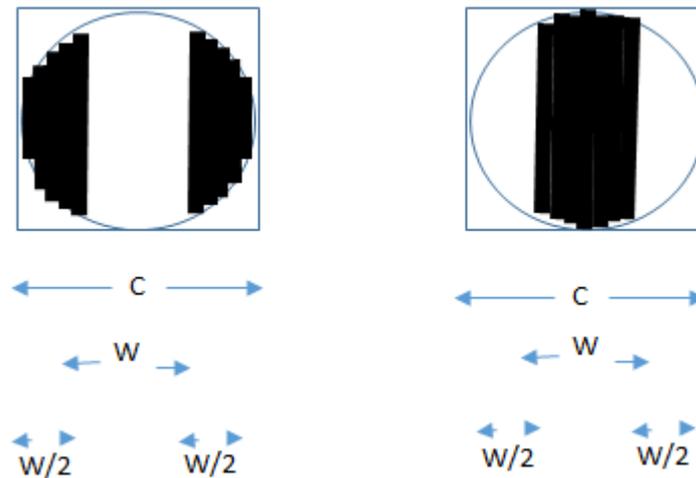
Θ – ângulo formado pelos segmentos que vão do olho às bordas da tela e tem o valor de 1 grau, ou $\frac{\pi}{180}$ radianos.

De posse desses valores, podemos calcular o lado do quadrado:

$$C = 2 * 0,40 * \operatorname{tg}\frac{\pi}{360} = 0,698 \text{ cm} = 6,98 \text{ mm} \quad (11)$$

Para a colocação das barras de padrão senoidal, colocadas em cada círculo, de acordo com as diferentes frequências testadas, foi feito o seguinte cálculo:

Figura 7 - Desenho esquemático representando quadrados do novo teste, contendo o círculo com o padrão senoidal.



$$Freq_{min} = 1ciclo/\theta \quad Freq_{min} = 1ciclo/2arctg \frac{C}{2G} \quad (12,13)$$

Nesse esquema, C representa o tamanho do lado do quadrado que contém a circunferência onde está impresso o padrão senoidal, W representa o ciclo e $Freq_{min}$ representa a frequência espacial desse quadrado.

4.4.4 Impressão do novo teste

O novo teste foi impresso em papel branco A4 150 gramas, numa resolução 2400 x 2400 dpi, por impressora a *laser Xerox DocuColor 240/250*®.

Esse papel e essa impressora foram escolhidos por serem aqueles que apresentaram melhores resultados após várias tentativas com diferentes tipos de papel e em diferentes impressoras durante a realização do estudo piloto.

Todas as impressões foram realizadas num mesmo dia, com o mesmo nível de tinta da impressora. A qualidade da impressão foi verificada, a fim de evitar diferenças entre os impressos e/ou quaisquer falhas da impressão.

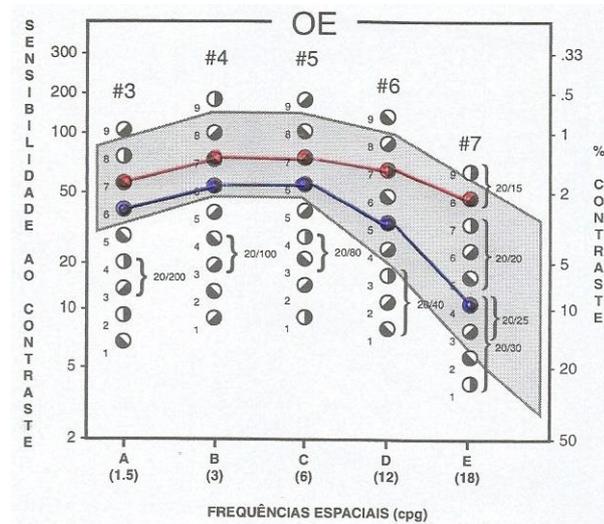
Para manter as propriedades da impressão, o examinador e o paciente devem evitar tocar no impresso durante a realização do exame. E enquanto não estiver sendo usado, o teste deve ser armazenado em invólucros de papel neutro, ao abrigo da luz.

O oftalmologista deve estar atento a quaisquer alterações no papel ou na impressão do teste e, se notar alguma imperfeição, deve substituir o impresso.

4.5 Variáveis estudadas

Foram avaliados os valores obtidos na curva de sensibilidade ao contraste no teste padrão e os valores obtidos na curva de sensibilidade ao contraste no novo teste. Os resultados foram anotados no gráfico em vermelho para o novo teste e em azul para o teste padrão, conforme ilustrado pela figura a seguir (figura 8).

Figura 8 - Exemplo das curvas de sensibilidade ao contraste, obtidas pela realização do exame *Optec 6500* (Stereo Optical Co, Inc. USA)®, em azul, e pelo novo teste, em vermelho, no olho esquerdo (OE) de um mesmo paciente, num mesmo dia.



4.6 Análise estatística

4.6.1 Estatística descritiva

Neste estudo, foram apresentadas as medidas descritivas mínimo, máximo, mediana, média, desvio-padrão (d.p.), intervalo de 95% de confiança para a média, percentis 5 (P_5) e 95 (P_{95}) e quartis (Q_1 e Q_3), além de percentuais como medidas para descrever os resultados das variáveis estudadas.

4.6.2 Índice de concordância (*Kappa de Cohen*)

Para avaliar a concordância entre o novo teste e o teste padrão e a concordância entre o resultado do primeiro (“teste”) e do segundo (“reteste”) exame de ambos os testes de sensibilidade ao contraste, foi empregado o *Kappa* (COHEN, 1960).

O índice de concordância de *Kappa* (K) é um teste não-paramétrico utilizado para avaliar o nível de concordância entre o cruzamento dos resultados obtidos por duas variáveis categóricas de interesse, avaliadas numa mesma unidade amostral.

O índice de *Kappa* é interpretado conforme a tabela 2.

Tabela 2: Interpretação da estatística “*Kappa*”.

Intervalo	Interpretação
0,00 — 0,20	Concordância fraca ou nula
0,21 — 0,40	Concordância leve
0,41 — 0,60	Concordância moderada
0,61 — 0,80	Concordância boa
0,81 — 1,00	Concordância excelente

Ressalta-se que, quanto mais próximo de 1, maior é a concordância entre duas variáveis.

4.6.3 Medidas de acuidade dos testes estudados

Para avaliar um novo teste diagnóstico, é necessária sua comparação junto a um teste considerado padrão-ouro pela literatura médico-científica. Por isso, os parâmetros de acuidade (sensibilidade, especificidade, falso positivo, falso negativo, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia) de cada um dos testes foram calculados (PARIKH *et al*, 2008).

4.6.4 Programa estatístico

Os dados obtidos foram analisados no programa *SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 17.0 for Windows®*.

4.6.5 Significância estatística

Todos os resultados foram considerados significativos para uma probabilidade de significância inferior a 5% ($p < 0,05$), tendo, portanto, pelo menos 95% de confiança nas conclusões apresentadas.

4.6.6 Cálculo amostral

A amostra foi calculada a partir de uma população infinita (pessoas sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste). Para calcular a amostra, com o objetivo de estimar o percentual de olhos com alteração da função visual de sensibilidade ao contraste nas cinco frequências espaciais pesquisadas, foi utilizada a fórmula abaixo:

$$n = \frac{N}{1 + \frac{N-1}{PQ} \left(\frac{d}{z_{\alpha/2}}\right)^2} \quad (\text{BARNETT, 1982}) \quad (14)$$

Em que:

N → Total populacional (**amostra infinita – muito grande**)

PQ → **P**×**Q** → Variabilidade populacional = 0,50×0,50 = 0,25 (Variância máxima)

d → Erro amostral

α → Nível de significância (5%)

$z_{\alpha/2}$ = Valor da tabela normal padrão (1,96)

Tabela 3: Cálculo do erro amostral de acordo a margem de erro estabelecida.

Parâmetros	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
N	<i>Pop. Infinita</i>	<i>Pop. Infinita</i>	<i>Pop. Infinita</i>	<i>Pop. Infinita</i>
P	0,50	0,20	0,10	0,05
Q	0,50	0,80	0,90	0,95
α	0,05	0,05	0,05	0,05
Z_{α/2}	1,96	1,96	1,96	1,96
n	200	200	200	200
d	7,0%	5,6%	4,2%	3,1%

NOTA: *Amostra do estudo* → 200 olhos, sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, para cálculo do novo padrão da curva de sensibilidade ao contraste.

Considerando que o percentual estabelecido para resultados abaixo da curva de normalidade da função de sensibilidade ao contraste em olhos sem alterações deverá ser de 5% nesta população, utiliza-se a variabilidade populacional com valor de P igual a 5% e com valor de Q igual a 95% ($p \times q = 0,0475$) e, portanto, a variabilidade a ser utilizada é igual a 4,75%. Assim, com uma amostra de 200 olhos normais, a margem de erro amostral é de 3,1% para mais ou para menos, dentro de um intervalo de confiança de 95%. Isso significa que, em 100 levantamentos simultâneos, com a mesma metodologia e com a mesma população, em 95 dos casos, os resultados estarão dentro da margem de erro prevista de mais ou menos 3,1 pontos percentuais.

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização da amostra

Foram avaliados 200 olhos de 100 pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste, 42 mulheres e 58 homens, com idade média de 25 anos ($\pm 4,7$ anos) e mediana de 23 anos. E foram avaliados, ainda, 113 olhos de 57 pacientes com potencial alteração da sensibilidade ao contraste, 27 mulheres e 30 homens, com idade média de 28,4 anos ($\pm 5,5$ anos) e mediana de 30 anos (tabela 4).

Tabela 4: Caracterização dos olhos com ou sem alterações oftalmológicas quanto às variáveis de interesse.

Variáveis	Grupo de pacientes			
	Sem alteração		Com alteração	
	n	%	n	%
Sexo				
<i>Masculino</i>	58	58,0	30	52,6
<i>Feminino</i>	42	42,0	27	47,4
TOTAL	100	100,0	57	100,0
Faixa etária				
<i>20 a 25 anos</i>	65	65,0	20	36,4
<i>26 a 30 anos</i>	22	22,0	14	25,4
<i>31 a 35 anos</i>	7	7,0	15	27,3
<i>36 a 40 anos</i>	6	6,0	6	10,9
TOTAL	100	100,0	55	100,0
Idade (anos)				
<i>Média \pm d.p</i>	25,0 \pm 4,7		28,4 \pm 5,5	
<i>I.C. da média (95%)</i>	(24,1; 26,0)		(26,9; 29,9)	
<i>Mediana ($Q_1 - Q_3$)</i>	23,0 (22,0 – 27,0)		30,0 (23,0 – 33,0)	

Base de dados: 157 pacientes. Sem alteração: 100 pacientes. Com alteração: 57 pacientes.

Nota: d.p. = desvio-padrão; I.C. da média (95%) = intervalo de confiança de 95% da média; Q_1 = quartil 1; Q_3 = quartil 3. A diferença do total de pacientes, por grupo de olhos, e o total apresentado para cada variável refere-se à quantidade de casos sem informação.

5.2 Resultados do primeiro exame com o teste padrão e com o novo teste

As tabelas 5 e 6 mostram os resultados obtidos na realização do primeiro exame (“teste”) com o teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*) e com o novo teste,

respectivamente, em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste (grupo 1). A faixa em destaque corresponde à faixa de normalidade do *Optec 6500®*, fornecida pelo fabricante do equipamento.

Tabela 5: Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o teste de sensibilidade ao contraste *Optec 6500®*, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.

Sensibilidade ao contraste	Frequências Espaciais									
	A		B		C		D		E	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
9	23	11,5	26	13,0	55	27,5	36	18,0	39	19,5
8	32	16,0	69	34,5	103	51,5	63	31,5	45	22,5
7	36	18,0	60	30,0	21	10,5	52	26,0	44	22,0
6	55	27,5	34	17,0	9	4,5	32	16,0	17	8,5
5	40	20,0	7	3,5	8	4,0	9	4,5	30	15,0
4	14	7,0	4	2,0	3	1,5	6	3,0	19	9,5
3	0	0,0	0	0,0	1	0,5	2	1,0	3	1,5
2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5
1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,0
TOTAL	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0

Tabela 6: Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o novo teste de sensibilidade ao contraste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.

Sensibilidade ao contraste	Frequências Espaciais									
	A		B		C		D		E	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
9	1	0,5	8	4,0	7	3,5	3	1,5	5	2,5
8	7	3,5	32	16,0	49	24,5	19	9,5	25	12,5
7	9	4,5	29	14,5	57	28,5	66	33,0	27	13,5
6	20	10,0	39	19,5	48	24,0	103	51,5	103	51,5
5	63	31,5	90	45,0	39	19,5	7	3,5	26	13,0
4	98	49,0	2	1,0	0	0,0	2	1,0	13	6,5
3	2	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5
2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0

5.3 Resultados do segundo exame com o teste padrão e com o novo teste

As tabelas 7 e 8 mostram os resultados obtidos na realização do segundo exame (“reteste”) com o teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*) e com o novo teste, respectivamente, em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste

(grupo 1). A faixa em destaque corresponde à faixa de normalidade do *Optec 6500®*, fornecida pelo fabricante do equipamento.

Tabela 7: Descrição dos resultados do segundo exame (“reteste”) com o teste de sensibilidade ao contraste *Optec 6500®*, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.

Sensibilidade ao contraste	Frequências Espaciais									
	A		B		C		D		E	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
9	23	11,5	21	10,5	71	35,5	55	27,5	45	22,5
8	36	18,0	86	43,0	101	50,5	76	38,0	55	27,5
7	45	22,5	64	32,0	12	6,0	35	17,5	39	19,5
6	59	29,5	23	11,5	12	6,0	24	12,0	25	12,5
5	31	15,5	4	2,0	2	1,0	6	3,0	20	10,0
4	6	3,0	1	0,5	2	1,0	2	1,0	12	6,0
3	0	0,0	1	0,5	0	0,0	2	1,0	3	1,5
2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5
TOTAL	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0

Tabela 8: Descrição dos resultados do segundo exame (“reteste”) com o novo teste de sensibilidade ao contraste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.

Sensibilidade ao contraste	Frequências Espaciais									
	A		B		C		D		E	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
9	1	0,5	12	6,0	11	5,5	5	2,5	5	2,5
8	9	4,5	39	19,5	52	26,0	25	12,5	15	7,5
7	6	3,0	38	19,0	82	41,0	84	42,0	18	9,0
6	49	24,5	56	28,0	41	20,5	84	42,0	141	70,5
5	76	38,0	52	26,0	13	6,5	2	1,0	16	8,0
4	59	29,5	3	1,5	1	0,5	0	0,0	4	2,0
3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5
2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0

5.4 Definição do ponto de corte para o teste padrão e para o novo teste

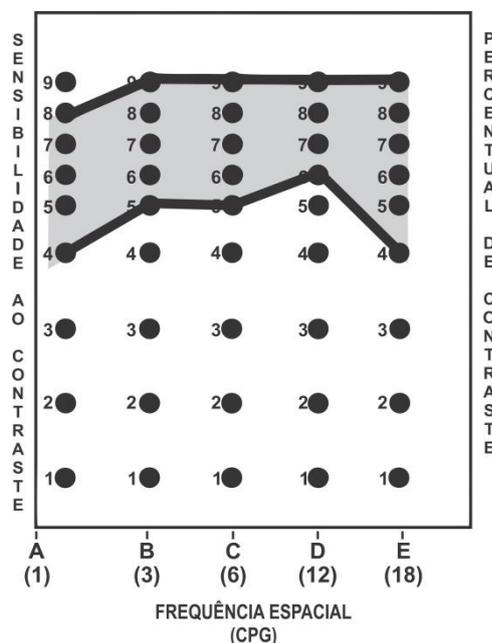
Com base nos resultados do primeiro exame realizado (“teste”) com o teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*) e com o novo teste, em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste (grupo 1), foi determinado o ponto de corte inferior para cada frequência espacial, por meio do percentil 5 (P_5), para a população em estudo (tabela 9).

Tabela 9: Ponto de corte (P_5) para cada frequência espacial para o exame considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*) e para o novo teste, em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste.

Método	Classificação	Frequências espaciais				
		A	B	C	D	E
Teste padrão	Alterado	≤ 3	≤ 4	≤ 4	≤ 4	≤ 3
	Normal	≥ 4	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4
Novo teste	Alterado	≤ 3	≤ 4	≤ 4	≤ 5	≤ 3
	Normal	≥ 4	≥ 5	≥ 5	≥ 6	≥ 4

A partir do ponto de corte inferior pelo percentil 5 (P_5) e do ponto de corte superior pelo percentil 95 (P_{95}), para cada frequência espacial, foi construída a curva de normalidade do novo teste em estudo, abrangendo 90% da população com função visual de sensibilidade ao contraste normal, conforme a figura a seguir (figura 9).

Figura 9 – Curva de normalidade do novo teste de sensibilidade ao contraste, construída a partir do percentil 5 (P_5) e do percentil 95 (P_{95}), em cada frequência espacial.



Considerando em destaque a nova faixa de normalidade proposta para ambos os testes, a distribuição dos resultados obtidos na realização do primeiro exame (“teste”) com o teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*) e com o novo teste, em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste (grupo 1), encontra-se nas tabelas 10 e 11, respectivamente.

Tabela 10: Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o teste de sensibilidade ao contraste *Optec 6500®*, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (curva de normalidade do teste padrão proposta pelo presente estudo).

Sensibilidade ao contraste	Frequências Espaciais									
	A		B		C		D		E	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
9	23	11,5	26	13,0	55	27,5	36	18,0	39	19,5
8	32	16,0	69	34,5	103	51,5	63	31,5	45	22,5
7	36	18,0	60	30,0	21	10,5	52	26,0	44	22,0
6	55	27,5	34	17,0	9	4,5	32	16,0	17	8,5
5	40	20,0	7	3,5	8	4,0	9	4,5	30	15,0
4	14	7,0	4	2,0	3	1,5	6	3,0	19	9,5
3	0	0,0	0	0,0	1	0,5	2	1,0	3	1,5
2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5
1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,0
TOTAL	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0

Tabela 11: Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o novo teste de sensibilidade ao contraste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (curva de normalidade do novo teste proposta pelo presente estudo).

Sensibilidade ao contraste	Frequências Espaciais									
	A		B		C		D		E	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
9	1	0,5	8	4,0	7	3,5	3	1,5	5	2,5
8	7	3,5	32	16,0	49	24,5	19	9,5	25	12,5
7	9	4,5	29	14,5	57	28,5	66	33,0	27	13,5
6	20	10,0	39	19,5	48	24,0	103	51,5	103	51,5
5	63	31,5	90	45,0	39	19,5	7	3,5	26	13,0
4	98	49,0	2	1,0	0	0,0	2	1,0	13	6,5
3	2	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5
2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0	200	100,0

5.5 Resultados do primeiro exame com o teste padrão e com o novo teste em pacientes com ceratocone e/ou submetidos a cirurgia refrativa

As tabelas 12 e 13 mostram os resultados obtidos na realização do primeiro exame (“teste”) com o teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*) e com o novo teste de sensibilidade ao contraste, respectivamente, em pacientes com ceratocone grau 1 e/ou pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias (grupo 2). A área em destaque da tabela 12 corresponde à faixa de normalidade do teste *Optec 6500®*, fornecida pelo fabricante do equipamento, enquanto a área em destaque da tabela 13 corresponde à faixa de normalidade do novo teste, proposta por este estudo.

Tabela 12: Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o teste de sensibilidade ao contraste *Optec 6500®*, em pacientes com ceratocone grau 1 e/ou pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias.

Sensibilidade ao contraste	Frequências Espaciais									
	A		B		C		D		E	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
9	2	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
8	4	3,5	4	3,5	3	2,7	1	0,9	0	0,0
7	22	19,5	9	8,0	7	6,2	3	2,7	0	0,0
6	44	38,9	38	33,6	24	21,2	7	6,2	2	1,8
5	30	26,5	28	24,8	27	23,9	22	19,5	5	4,4
4	7	6,2	19	16,8	24	21,2	21	18,6	25	22,1
3	2	1,8	6	5,3	8	7,1	26	23,0	18	15,9
2	1	0,9	5	4,4	8	7,1	12	10,6	14	12,4
1	1	0,9	4	3,6	12	10,6	21	18,5	49	43,4
TOTAL	113	100,0	113	100,0	113	100,0	113	100,0	113	100,0

Tabela 13: Descrição dos resultados do primeiro exame (“teste”) com o novo teste de sensibilidade ao contraste, em pacientes com ceratocone grau 1 e/ou pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias.

Sensibilidade ao contraste	Frequências Espaciais									
	A		B		C		D		E	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
6	0	0,0	1	0,9	5	4,4	22	19,5	6	5,3
5	12	10,6	42	37,2	61	54,0	38	33,6	20	17,7
4	91	80,5	64	56,6	43	38,1	38	33,6	48	42,5
3	10	8,9	6	5,3	4	3,5	14	12,4	27	23,9
2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	8	7,1
1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3,5
TOTAL	113	100,0	113	100,0	113	100,0	113	100,0	113	100,0

5.6 Análise de concordância entre “teste” e “reteste” do teste padrão e do novo teste

A fim de avaliar a concordância entre os resultados obtidos com o primeiro (“teste”) e o segundo exame (“reteste”), tanto para o teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*), quanto para o novo teste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste, foi empregada a estatística Kappa (tabela 14 e 15, respectivamente).

Para a classificação da resposta como “normal” ou “alterado”, em cada frequência espacial, foram consideradas as novas curvas de normalidade propostas pelo presente estudo tanto para o teste padrão, quanto para o novo teste.

Tabela 14: Análise de concordância entre “teste” e “reteste” do teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*) em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.

Frequência Espacial / Resultado no Teste	Resultado no Reteste				TOTAL	
	Alterado		Normal			
	n	%	n	%	n	%
A						
<i>Alterado</i>	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
<i>Normal</i>	0	0,0	200	100,0	200	100,0
TOTAL	0	0,0	200	100,0	200	100,0
<i>Kappa</i> = —						
B						
<i>Alterado</i>	1	0,5	3	1,5	4	2,0
<i>Normal</i>	1	0,5	195	97,5	196	98,0
TOTAL	2	1,0	198	99,0	200	100,0
$p < 0,001 \rightarrow Kappa = 0,32 (0,00; 0,81)$						
C						
<i>Alterado</i>	2	1,0	2	1,0	4	2,0
<i>Normal</i>	0	0,0	196	98,0	196	98,0
TOTAL	2	1,0	198	99,0	200	100,0
$p < 0,001 \rightarrow Kappa = 0,66 (0,22; 1,00)$						
D						
<i>Alterado</i>	2	1,0	6	3,0	8	4,0
<i>Normal</i>	2	1,0	190	95,0	192	96,0
TOTAL	4	2,0	196	98,0	200	100,0
$p < 0,001 \rightarrow Kappa = 0,32 (0,00; 0,66)$						
E						
<i>Alterado</i>	2	1,0	4	2,0	6	3,0
<i>Normal</i>	2	1,0	192	96,0	194	97,0
TOTAL	4	2,0	196	98,0	200	100,0
$p < 0,001 \rightarrow Kappa = 0,39 (0,00; 0,77)$						

Tabela 15: Análise de concordância entre “teste” e “reteste” do novo teste em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste.

Frequência Espacial / Resultado no Teste	Resultado no Reteste				TOTAL	
	Alterado		Normal			
	n	%	n	%	n	%
A						
<i>Alterado</i>	0	0,0	2	1,0	2	1,0
<i>Normal</i>	0	0,0	198	99,0	198	99,0
TOTAL	0	0,0	200	100,0	200	100,0
<i>Kappa = —</i>						
B						
<i>Alterado</i>	1	0,5	1	0,5	2	1,0
<i>Normal</i>	2	1,0	196	98,0	198	99,0
TOTAL	3	1,5	197	98,5	200	100,0
$p < 0,001 \rightarrow Kappa = 0,39 (0,00; 0,94)$						
C						
<i>Alterado</i>	0	0	0	0,0	0	0,0
<i>Normal</i>	1	0,5	199	99,5	200	100,0
TOTAL	1	0,5	199	99,5	200	100,0
<i>Kappa = —</i>						
D						
<i>Alterado</i>	0	0,0	9	4,5	9	4,5
<i>Normal</i>	2	1,0	189	94,5	191	95,5
TOTAL	2	1,0	194,5	99,0	200	100,0
$p = 0,758 \rightarrow Kappa = 0,00 (0,00; 0,01)$						
E						
<i>Alterado</i>	0	0,0	1	0,5	1	0,5
<i>Normal</i>	1	0,5	198	99,0	199	99,5
TOTAL	1	0,5	199	99,5	200	100,0
$p = 0,943 \rightarrow Kappa = 0,00 (0,00; 0,01)$						

5.7 Análise de concordância entre o novo teste e o teste padrão

Para avaliar a concordância entre os resultados obtidos com o novo teste e o teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*), foram considerados três grupos distintos: (1) apenas

pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste, (2) apenas pacientes com potencial alteração da função visual de sensibilidade ao contraste e (3) todos esses pacientes em conjunto, na realização do primeiro exame (“teste”), conforme a tabela 16.

Tabela 16: Análise de concordância entre o novo teste e o teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*) em três grupos distintos.

Frequência Espacial / OPTEC	NOVO TESTE											
	GRUPO NORMAL				GRUPO ALTERADO				GRUPO NORMAL + ALTERADO			
	Alterado		Normal		Alterado		Normal		Alterado		Normal	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
A												
Alterado	0	0,0	0	0,0	2	1,8	2	1,8	2	0,6	2	0,6
Normal	2	1,0	198	99,0	8	7,0	101	89,4	10	3,2	299	95,6
	Kappa = —				$p = 0,003 \rightarrow Kappa = 0,25$ (0,00; 0,56)				$p < 0,001 \rightarrow Kappa = 0,24$ (0,00; 0,52)			
B												
Alterado	0	0,0	4	2,0	26	23,0	8	7,1	26	8,3	12	3,8
Normal	2	1,0	194	97,0	44	38,9	35	31,0	46	14,7	229	73,2
	$p = 0,839 \rightarrow Kappa = 0,00$ (0,00; 0,00)				$p = 0,037 \rightarrow Kappa = 0,16$ (0,02; 0,30)				$p < 0,001 \rightarrow Kappa = 0,37$ (0,25; 0,50)			
C												
Alterado	0	0,0	4	2,0	30	26,6	22	19,5	30	9,6	26	8,3
Normal	0	0,0	196	98,0	17	15,0	44	38,9	17	5,4	240	76,7
	Kappa = —				$p = 0,001 \rightarrow Kappa = 0,30$ (0,12; 0,48)				$p < 0,001 \rightarrow Kappa = 0,50$ (0,37; 0,63)			
D												
Alterado	2	1,0	6	3,0	68	60,2	12	10,6	70	22,4	18	5,7
Normal	7	3,5	185	92,5	23	20,4	10	8,8	30	9,6	195	62,3
	$p = 0,004 \rightarrow Kappa = 0,20$ (0,00; 0,48)				$p = 0,062 \rightarrow Kappa = 0,17$ (0,00; 0,36)				$p < 0,001 \rightarrow Kappa = 0,64$ (0,54; 0,73)			
E												
Alterado	0	0,0	6	3,0	33	29,2	48	42,5	33	10,5	54	17,3
Normal	1	0,5	193	96,5	6	5,3	26	23,0	7	2,2	219	70,0
	$p = 0,860 \rightarrow Kappa = 0,00$ (0,00; 0,01)				$p = 0,027 \rightarrow Kappa = 0,16$ (0,03; 0,29)				$p < 0,001 \rightarrow Kappa = 0,42$ (0,30; 0,53)			

Também foram consideradas as novas curvas de normalidade propostas pelo presente estudo para classificação da resposta como “normal” ou “alterado”, em cada frequência espacial.

Quando foram avaliados apenas os pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste, foi observada uma concordância leve na frequência espacial de 12,0 cpg.

Quando foram avaliados apenas os pacientes com potencial alteração da função visual de sensibilidade ao contraste, houve uma concordância fraca nas frequências espaciais de 3,0; 12,0 e 18,0 cpg e uma concordância leve nas frequências espaciais de 1,5 e 6,0 cpg.

Já quando foram avaliados todos os pacientes em conjunto, houve uma concordância leve nas frequências espaciais de 1,5 e 3,0 cpg, uma concordância moderada nas frequências espaciais de 6,0 e 18,0 cpg e uma boa concordância na frequência espacial de 12,0 cpg.

5.8 Análise das medidas de acuidade do teste padrão e do novo teste

Com a finalidade de avaliar a acuidade do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*) e a do novo teste de sensibilidade ao contraste, foram calculados os valores de sensibilidade, especificidade, falso positivo, falso negativo, valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) de cada um dos testes.

Para o teste considerado padrão (*Optec 6500®*), primeiramente, foi considerada a curva de normalidade fornecida pelo fabricante do equipamento para classificação das respostas como “normal” ou “alterado”, conforme a tabela 17.

Tabela 17: Medidas de acuidade do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*), considerando a curva de normalidade do fabricante. **(continua)**

Frequência espacial / Grupo de pacientes	Resultado do exame				TOTAL	
	Alterado		Normal		n	%
	n	%	n	%		
A						
<i>Alterado</i>	41	13,1	72	23,0	113	36,1
<i>Normal</i>	54	17,3	146	46,6	200	63,9
TOTAL	95	30,4	218	69,6	313	100,0
	Sensibilidade → 36,3%		Especificidade → 73,0%			
	Falso Positivo → 56,8%		Falso Negativo → 33,0%			
	VPP → 43,2%		VPN → 67,0%			
	Resultados Corretos → 59,7%					

Tabela 17: Medidas de acuidade do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*), considerando a curva de normalidade do fabricante. **(conclusão)**

Frequência espacial / Grupo de pacientes	Resultado do exame				TOTAL	
	Alterado		Normal			
	n	%	n	%	n	%
B						
<i>Alterado</i>	62	19,8	51	16,3	113	36,1
<i>Normal</i>	11	3,5	189	60,4	200	63,9
TOTAL	73	23,3	240	76,7	313	100,0
	Sensibilidade → 54,9%		Especificidade → 94,5%			
	Falso Positivo → 15,1%		Falso Negativo → 21,3%			
	VPP → 84,9%		VPN → 78,7%			
	Resultados Corretos → 80,2%					
C						
<i>Alterado</i>	79	25,2	34	10,9	113	36,1
<i>Normal</i>	12	3,8	188	60,1	200	63,9
TOTAL	91	29,0	222	70,0	313	100,0
	Sensibilidade → 69,9%		Especificidade → 94,0%			
	Falso Positivo → 13,2%		Falso Negativo → 15,3%			
	VPP → 86,8%		VPN → 84,7%			
	Resultados Corretos → 85,3%					
D						
<i>Alterado</i>	59	18,8	54	17,3	113	36,1
<i>Normal</i>	2	0,6	198	63,3	200	63,9
TOTAL	61	19,4	252	80,6	313	100,0
	Sensibilidade → 52,2%		Especificidade → 99,0%			
	Falso Positivo → 3,3%		Falso Negativo → 21,4%			
	VPP → 96,7%		VPN → 78,6%			
	Resultados Corretos → 82,1%					
E						
<i>Alterado</i>	49	15,7	64	20,4	113	36,1
<i>Normal</i>	2	0,6	198	63,3	200	63,9
TOTAL	51	16,3	262	83,7	313	100,0
	Sensibilidade → 43,4%		Especificidade → 99,0%			
	Falso Positivo → 3,9%		Falso Negativo → 24,4%			
	VPP → 96,1%		VPN → 75,6%			
	Resultados Corretos → 78,9%					

BASE DE DADOS: 313 olhos (200 olhos com sensibilidade ao contraste normal + 113 olhos com potenciais alterações da sensibilidade ao contraste). **NOTA:** Os percentuais na tabela foram calculados em relação ao total de olhos avaliados.

Em seguida, foi considerada a curva de normalidade proposta pelo presente estudo para o teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500®*), para classificação das respostas como “normal” ou “alterado”, conforme tabela 18 a seguir.

Tabela 18: Medidas de acuidade do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*), considerando a curva de normalidade proposta pelo presente estudo.

(continua)

Frequência espacial / Grupo de pacientes	Resultado do exame				TOTAL	
	Alterado		Normal			
	n	%	n	%	n	%
A						
<i>Alterado</i>	4	1,3	109	34,8	113	36,1
<i>Normal</i>	0	0,0	200	63,9	200	63,9
TOTAL	4	1,3	309	98,7	313	100,0
		Sensibilidade → 3,5%		Especificidade → 100,0%		
		Falso Positivo → 0,0%		Falso Negativo → 35,3%		
		VPP → 100,0%		VPN → 64,7%		
		Resultados Corretos → 65,2%				
B						
<i>Alterado</i>	34	10,8	79	25,3	113	36,1
<i>Normal</i>	4	1,3	196	62,6	200	63,9
TOTAL	38	12,1	275	87,9	313	100,0
		Sensibilidade → 30,1%		Especificidade → 98,0%		
		Falso Positivo → 10,5%		Falso Negativo → 28,7%		
		VPP → 89,5%		VPN → 71,3%		
		Resultados Corretos → 73,4%				
C						
<i>Alterado</i>	52	16,6	61	19,5	113	36,1
<i>Normal</i>	4	1,3	196	62,6	200	63,9
TOTAL	56	17,9	257	82,1	313	100,0
		Sensibilidade → 46,1%		Especificidade → 98,0%		
		Falso Positivo → 23,2%		Falso Negativo → 23,7%		
		VPP → 76,8%		VPN → 76,3%		
		Resultados Corretos → 79,2%				
D						
<i>Alterado</i>	80	25,5	33	10,6	113	36,1
<i>Normal</i>	8	2,6	192	61,3	200	63,9
TOTAL	88	28,1	228	71,9	313	100,0
		Sensibilidade → 70,8%		Especificidade → 96,0%		
		Falso Positivo → 9,1%		Falso Negativo → 14,5%		
		VPP → 90,9%		VPN → 85,5%		
		Resultados Corretos → 86,8%				

Tabela 18: Medidas de acuidade do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*), considerando a curva de normalidade proposta pelo presente estudo.

(conclusão)

Frequência espacial / Grupo de pacientes	Resultado do exame				TOTAL	
	Alterado		Normal			
	n	%	n	%	n	%
E						
<i>Alterado</i>	81	25,9	32	10,2	113	36,1
<i>Normal</i>	6	1,9	194	62,0	200	63,9
TOTAL	87	27,8	226	72,2	313	100,0
	Sensibilidade → 71,7%		Especificidade → 97,0%			
	Falso Positivo → 6,9%		Falso Negativo → 14,2%			
	VPP → 93,1%		VPN → 85,8%			
	Resultados Corretos → 87,9%					

BASE DE DADOS: 313 olhos (200 olhos com sensibilidade ao contraste normal + 113 olhos com potenciais alterações da sensibilidade ao contraste). **NOTA:** Os percentuais na tabela foram calculados em relação ao total de olhos avaliados.

Para o novo teste, foi considerada a curva de normalidade proposta pelo presente estudo, para classificação das respostas como “normal” ou “alterado”, conforme tabela 19.

Tabela 19: Medidas de acuidade do novo teste de sensibilidade ao contraste, considerando a curva de normalidade proposta pelo presente estudo.

(continua)

Frequência espacial / Grupo de pacientes	Resultado do exame				TOTAL	
	Alterado		Normal			
	n	%	n	%	n	%
A						
<i>Alterado</i>	10	3,2	103	32,9	113	36,1
<i>Normal</i>	2	0,6	198	63,3	200	63,9
TOTAL	12	3,8	301	96,2	313	100,0
	Sensibilidade → 8,8%		Especificidade → 99,0%			
	Falso Positivo → 16,7%		Falso Negativo → 34,2%			
	VPP → 83,3%		VPN → 65,8%			
	Resultados Corretos → 66,5%					

Tabela 19: Medidas de acuidade do novo teste de sensibilidade ao contraste, considerando a curva de normalidade proposta pelo presente estudo. **(conclusão)**

Frequência espacial / Grupo de pacientes	Resultado do exame				TOTAL	
	Alterado		Normal		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
B						
<i>Alterado</i>	70	22,4	43	13,7	113	36,1
<i>Normal</i>	2	0,6	198	63,3	200	63,9
TOTAL	72	23,0	241	77,0	313	100,0
	Sensibilidade → 61,9%		Especificidade → 99,0%			
	Falso Positivo → 2,8%		Falso Negativo → 17,8%			
	VPP → 97,2%		VPN → 82,2%			
	Resultados Corretos → 85,7%					
C						
<i>Alterado</i>	47	15,0	66	21,1	113	36,1
<i>Normal</i>	0	0,0	200	63,9	200	63,9
TOTAL	47	15,0	266	85,0	313	100,0
	Sensibilidade → 41,6%		Especificidade → 100,0%			
	Falso Positivo → 0,0%		Falso Negativo → 24,8%			
	VPP → 100,0%		VPN → 75,2%			
	Resultados Corretos → 78,9%					
D						
<i>Alterado</i>	91	29,0	22	7,1	113	36,1
<i>Normal</i>	9	2,9	191	61,0	200	63,9
TOTAL	100	31,9	213	68,1	313	100,0
	Sensibilidade → 29,1%		Especificidade → 95,5%			
	Falso Positivo → 9,0%		Falso Negativo → 10,3%			
	VPP → 91,0%		VPN → 89,7%			
	Resultados Corretos → 90,0%					
E						
<i>Alterado</i>	39	12,5	74	23,6	113	36,1
<i>Normal</i>	1	0,3	199	63,6	200	63,9
TOTAL	40	12,8	273	87,2	313	100,0
	Sensibilidade → 34,5%		Especificidade → 99,5%			
	Falso Positivo → 2,5%		Falso Negativo → 27,1%			
	VPP → 97,5%		VPN → 72,9%			
	Resultados Corretos → 76,1%					

BASE DE DADOS: 313 olhos (200 olhos com sensibilidade ao contraste normal + 113 olhos com potenciais alterações da sensibilidade ao contraste). **NOTA:** Os percentuais na tabela foram calculados em relação ao total de olhos avaliados.

Na tabela 17, em que foi considerada a curva de normalidade fornecida pelo fabricante do *Optec 6500®*, foi observada uma sensibilidade baixa a moderada em todas as frequências espaciais, além de uma alta especificidade para as médias e altas frequências espaciais. Houve um alto percentual de resultados corretos em todas as frequências espaciais, exceto na frequência de 1,5 cpg, que foi de 59,7%. Nesta frequência, foi observada uma baixa sensibilidade (36,3%) e uma especificidade mais baixa do que nas demais frequências espaciais (73,0%).

Já na tabela 18, em que foram considerados os pontos de corte da curva de normalidade proposta pelo presente estudo, foi observada uma alta especificidade em todas as frequências espaciais, bem como um alto valor preditivo positivo. Entretanto, como houve uma diminuição da sensibilidade do teste nas baixas e médias frequências espaciais, houve uma diminuição de sua acurácia também nessas frequências.

Na tabela 19, em que foi avaliado o novo teste de sensibilidade ao contraste, foi observada uma alta especificidade em todas as frequências espaciais avaliadas, além de uma baixa sensibilidade em todas as frequências, exceto na frequência de 3,0 cpg, em que foi moderada (61,9%). Foi observada, ainda, uma acurácia acima de 75,0% em todas as frequências espaciais avaliadas, exceto na frequência de 1,0 cpg, em que foi de 66,5%.

6. DISCUSSÃO

6.1 Amostra

A fim de evitar fatores de confusão no estudo do novo teste, comparado ao teste considerado padrão ou de referência, foram selecionados primeiramente pacientes com sensibilidade ao contraste normal. Para isso, foram selecionados pacientes entre 20 e 40 anos de idade, que é a faixa etária em que se espera que a normalidade da função visual de sensibilidade ao contraste (DEREFELDT; LENNERSTRAND; LUNDH, 1979; SEKULER; HUTMAN; OWSLEY, 1980; KLINE *et al*, 1983; OWSLEY; SEKULER; SIEMSEN, 1983; ELLIOTT; WHITAKER; MACVEIGH, 1990; OWSLEY, 2011; SIEIRO *et al*, 2016). Sabe-se que, a partir de 40 anos de idade, a sensibilidade ao contraste humana tende a diminuir devido a catarata, alterações senis da retina, diâmetro pupilar, entre outros fatores (LOEWENFELD, 1979; SEKULER; HUTMAN; OWSLEY, 1980; OWSLEY; SEKULER; SIEMSEN, 1983; ELLIOTT; GILCHRIST; WHITAKER, 1989; ARTAL *et al*, 2003; SIEIRO *et al*, 2016). Como a maioria dos autores não aponta diferenças da função visual de sensibilidade ao contraste em relação ao gênero (BEAZLEY *et al*, 1980; SOLBERG; BROWN, 2002), foram avaliados pacientes de ambos os gêneros. Todos os pacientes apresentavam exame oftalmológico normal, não tinham história de doenças oculares progressivas, eram emétopes ou apresentavam ametropia compreendida entre -6,00 e +6,00 dioptrias esféricas e/ou -3,00 dioptrias cilíndricas, a fim de evitar fatores anatômicos ou estruturais que pudessem prejudicar a função visual de sensibilidade ao contraste. E, para garantir que a visão estivesse preservada, foi primeiramente avaliada uma das funções visuais, a acuidade visual corrigida, que foi normal (20/20 ou 1,0) em todos eles.

Além desse grupo, foram avaliados, também, pacientes com ceratocone grau 1 e/ou pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias, que é o período em que já houve reepitelização da córnea, sem desconforto para realizar o exame, mas que o paciente ainda não alcançou plena qualidade de visão (SIEIRO, 2007). Estes pacientes também apresentavam idade entre 20 e 40 anos, o que torna a amostra comparável ao primeiro grupo. E apresentavam acuidade visual corrigida melhor ou igual a 20/40 (0,5), uma vez que já se sabe que, quando a visão está muito prejudicada, torna-se difícil mensurar a função visual de sensibilidade ao contraste, o que dificultaria a comparação dos resultados obtidos com ambos os testes de sensibilidade ao contraste. Este grupo foi

escolhido para avaliar o desempenho do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500*®) e o do novo teste de sensibilidade ao contraste em pacientes com potenciais alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, devido a alterações primárias ou secundárias na curvatura da córnea.

6.2 Resultados do primeiro exame com o teste padrão e com o novo teste

Nos resultados obtidos com o primeiro exame (“teste”) com o teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500*®) em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, 27,0% dos pacientes foram classificados abaixo da curva de normalidade fornecida pelo fabricante do equipamento para a frequência A (1,5 cpg). Já nas demais frequências espaciais, o percentual de pacientes classificados abaixo da curva de normalidade ficou próximo do limite proposto pelo fabricante, de até 5,0%. Considerando que todos esses pacientes apresentavam função de sensibilidade ao contraste normal, a curva de normalidade fornecida pelo fabricante do *Optec 6500*® pode não ser a mais apropriada para a população em estudo.

Outros autores, que avaliaram a função visual de sensibilidade ao contraste em uma população jovem e saudável, por meio do *Optec 6500*® (BÜHREN *et al*, 2006; KOEFOED *et al*, 2015), encontraram importante “efeito teto” na frequência espacial de 1,5 cpg, ao contrário do que se observou em nosso estudo. Já Haughom e Strand (2011) encontraram um “efeito teto” em condições fotópicas, mas um “efeito chão” nas frequências espaciais de 12 e 18 cpg em condições mesópicas, enquanto Hohberger *et al* (2007) observaram valores normais em todas as frequências espaciais. Dessa forma, é possível que haja diferenças nos resultados obtidos com o *Optec 6500*® em diferentes populações. E, por isso, novos estudos deverão ser realizados, com metodologia semelhante, em populações diversas, a fim de avaliar se os valores de normalidade da curva de sensibilidade ao contraste obtida por meio deste teste diferem entre populações distintas.

Ao se utilizar a curva de normalidade do teste padrão-ouro (*Optec 6500*®) para o novo teste, nos resultados obtidos com o primeiro exame (“teste”) em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, foram observados 80,5% dos pacientes classificados abaixo da curva de normalidade para a frequência A (1,5 cpg), 46,0% para a frequência B (3,0 cpg) e 19,5% para a frequência C (6,0 cpg), mostrando que a curva

de normalidade do novo teste difere daquela do teste padrão e que, portanto, deveria ser determinada, conforme apresentado e discutido a seguir¹.

6.3 Resultados do segundo exame com o teste padrão e com o novo teste

Nos resultados obtidos com o segundo exame (“reteste”), com o teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*) e com o novo teste, em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, foi observado um efeito “aprendizado” entre o primeiro (“teste”) e o segundo exame (“reteste”), isto é, os pacientes apresentaram melhora das respostas, em níveis decrescentes de contraste (com maior dificuldade de detecção), em todas as frequências espaciais².

Os testes baseados no princípio de grade senoidal, que é o estímulo elementar ideal para determinar as características das respostas visuais para uma faixa de frequência espacial específica (SANTOS, 2003), são considerados psicofísicos, e não cognitivos. Dessa forma, o efeito “aprendizado” não deveria ocorrer (RICHMAN *et al*, 2013). Acredita-se que a melhora das respostas de todos os pacientes, em todas as frequências espaciais, em ambos os testes, possa estar associada à familiarização do paciente com os testes e à sua maior segurança para arriscar a resposta correta em cada frequência espacial.

Outros autores, que avaliaram a função visual de sensibilidade ao contraste em pacientes com degeneração macular, glaucoma ou catarata, por meio do *Optec®* (KARA *et al*, 2016), também observaram um efeito “aprendizado” no segundo exame (“reteste”) e acreditam que seja necessária a realização de vários exames seguidos para eliminar esse efeito (BÜHREN *et al*, 2006; HOHBERGER *et al*, 2007; KARA *et al*, 2016). Esse fato deve ser considerado pelo oftalmologista, ao empregar esses testes de sensibilidade ao contraste para avaliar a progressão de uma doença ocular ou a indicação e/ou o resultado de um tratamento clínico ou cirúrgico, a fim de evitar erros de interpretação.

Mesmo com a melhora das respostas dos pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste no “reteste” do teste considerado padrão (*Optec 6500®*), ainda foram observados 18,5% dos pacientes classificados abaixo da curva de normalidade do fabricante para a frequência A (1,5 cpG), realçando o “efeito chão” nessa frequência espacial,

¹ Vide tabelas C1 a C5 no apêndice C para detalhamento do cruzamento dos dados obtidos no primeiro exame com ambos os testes.

² Vide tabelas B1 a B10 no apêndice B para maior detalhamento dos dados obtidos no primeiro exame (“teste”) e no segundo (“reteste”).

para a população em estudo, e reforçando a proposta de que a curva de normalidade fornecida pelo fabricante do *Optec 6500®* pode não ser a mais apropriada para a população em estudo.

6.4 Definição do ponto de corte para o teste padrão e para o novo teste

Considerando que muitos pacientes com função visual de sensibilidade ao contraste normal foram classificados abaixo da curva de normalidade fornecida pelo fabricante, tanto no primeiro exame (“teste”), quanto no segundo (“reteste”) com o teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*), é possível que essa curva não se aplique à população estudada. Assim, acredita-se que possa ser construída uma nova curva de normalidade para este teste, para a população em estudo, cujos limites inferiores sejam determinados pelo percentil 5 (P_5). Novas pesquisas, que avaliem o teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão, em um grande número de pacientes, em diferentes regiões do país, poderão esclarecer melhor essa questão.

Para o novo teste em estudo, os valores do ponto de corte inferior, em cada frequência espacial, também foram determinados pelo percentil 5 (P_5). Já os valores do ponto de corte superior, em cada frequência espacial, foram determinados pelo percentil 95 (P_{95}). Dessa forma, foi construída uma curva de normalidade para o novo teste, abrangendo 90,0% da população com função visual de sensibilidade ao contraste normal, como no teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*), representada na figura 9 (Cf. p. 40).

6.5 Resultados do primeiro exame com o teste padrão e com o novo teste em pacientes com ceratocone e/ou submetidos a cirurgia refrativa

Foi observada uma prevalência moderada de alterações da função visual de sensibilidade ao contraste em pacientes com ceratocone grau 1 e/ou pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias, tanto por meio do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500®*), quanto por meio do novo teste de sensibilidade ao contraste avaliado, variando de acordo com a frequência espacial avaliada.

Entretanto, devido à pequena amostragem de olhos com potenciais alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, não foi possível analisar, com significância estatística, as diferentes alterações entre os diferentes subgrupos de pacientes, o que representa uma limitação deste estudo. Desse modo, novos estudos, que avaliem separadamente pacientes com ceratocone daqueles previamente submetidos a cirurgia

refrativa, considerando, inclusive, todos os estágios de evolução do ceratocone, possibilitarão maior conhecimento sobre a prevalência de alterações da função visual de sensibilidade ao contraste nesses pacientes, bem como sobre as características dessas alterações em diferentes morfologias corneanas e diversos graus de evolução dessa doença.

6.6 Análise de concordância entre “teste” e “reteste” do teste padrão e do novo teste

Comparando os resultados obtidos no primeiro exame (“teste”) com aqueles obtidos no segundo (“reteste”) com o teste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*), em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, houve uma boa concordância apenas na frequência espacial de 6,0 cpg. Já, quando foram comparados os resultados obtidos no primeiro exame (“teste”) com aqueles obtidos no segundo (“reteste”) com o novo teste, em pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, foi observada uma concordância leve apenas na frequência espacial de 3,0 cpg. Esses achados corroboram a característica dos testes de sensibilidade ao contraste baseados no princípio de grade senoidal, encontrada por outros autores, de uma baixa confiabilidade teste-reteste (PESUDOVS *et al*, 2004; BÜHREN *et al*, 2006; PAREDE *et al*, 2013; RICHMAN *et al*, 2013), embora outros estudos já tenham encontrado uma boa reprodutibilidade desses testes (HOHBERGER *et al*, 2007; HONG *et al*, 2010; KARA *et al*, 2016).

Apesar das discrepâncias entre diversos estudos, os testes baseados no princípio de grade senoidal ainda são considerados os melhores e mais sensíveis para avaliação da função de sensibilidade ao contraste humana e, por isso, são muito empregados nos estudos clínicos (GINSBURG *et al*, 1996; SANTOS *et al*, 2003; PESUDOVS *et al*, 2004; PAREDE *et al*, 2013; RICHMAN *et al*, 2013).

6.7 Análise de concordância entre o novo teste e o teste padrão

A pequena concordância entre os dois testes de sensibilidade ao contraste avaliados provavelmente se deve às limitações de qualidade da impressão do novo teste. Enquanto o teste computadorizado apresenta barras senoidais de alta qualidade sob uma iluminação média constante e automaticamente controlada, o novo teste apresenta limitações inerentes aos testes impressos, como resolução gráfica da impressão, irregularidades na iluminação da tabela, reflexões da tabela e descoramento da impressão ao longo do tempo

(RICHMAN *et al*, 2013), que devem ser consideradas, a despeito de todos os cuidados descritos nos métodos do presente estudo.

Outra possível explicação para a baixa concordância entre os testes é a taxa de progressão entre os diferentes níveis de contraste avaliados em cada uma das frequências espaciais do novo teste de sensibilidade ao contraste, que não parece ser a mais apropriada, conforme discutido mais adiante.

6.8 Análise das medidas de acuidade do teste padrão e do novo teste

Para avaliar as medidas de acuidade do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão-ouro (*Optec 6500®*) e do novo teste de sensibilidade ao contraste, foram considerados tanto os pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste, quanto aqueles com potenciais alterações da sensibilidade ao contraste, em cada frequência espacial, no primeiro exame (“teste”).

Para o teste considerado padrão (*Optec 6500®*), primeiramente, foram considerados os pontos de corte da curva de normalidade fornecida pelo fabricante do equipamento. Por meio desses parâmetros, foi observada uma sensibilidade baixa a moderada em todas as frequências espaciais, além de uma alta especificidade para as médias e altas frequências espaciais. Em seguida, foram considerados os pontos de corte da curva de normalidade proposta pelo presente estudo. De acordo com esses novos parâmetros, foi observada uma alta especificidade em todas as frequências espaciais, bem como um alto valor preditivo positivo. Entretanto, como houve uma diminuição da sensibilidade do teste nas baixas e médias frequências espaciais, houve uma diminuição de sua acurácia nessas frequências. Ainda assim, acredita-se que a nova curva de normalidade proposta seja a mais apropriada para o *Optec 6500®*, em nossa população, uma vez que, para um teste padrão-ouro, a confirmação do diagnóstico por meio da especificidade do teste e de seu valor preditivo positivo seja mais almejada (PARIKH *et al*, 2008).

Já, para o novo teste de sensibilidade ao contraste estudado, foi observada uma alta especificidade em todas as frequências espaciais avaliadas, além de uma baixa sensibilidade. Considerando esses resultados, nota-se que o novo teste tendeu a apresentar maior especificidade do que sensibilidade, o que não é almejado em um teste de triagem (PARIKH *et al*, 2008). Entretanto, como o novo teste tendeu a apresentar um bom percentual

de resultados corretos, acredita-se que ele ainda possua potencial para se tornar uma alternativa interessante e de baixo custo na prática oftalmológica diária.

É preciso ressaltar a limitação do cálculo das medidas de acuidade de ambos os testes, em especial da sensibilidade, ao se considerar que os pacientes com ceratocone grau 1 e/ou os pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias, deveriam apresentar respostas abaixo da curva de normalidade do teste em todas as frequências espaciais avaliadas. Na prática clínica, esses pacientes podem apresentar respostas abaixo da curva de normalidade em uma ou mais frequências espaciais. Para corrigir essa limitação, seria necessário avaliar um grande número de pacientes com alterações da sensibilidade ao contraste, assegurando um grande número de respostas abaixo da curva de normalidade em cada uma das frequências espaciais, o que demandaria um longo tempo de realização do estudo. Novos estudos, que avaliem um grande número de olhos, com e sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, considerando inclusive a diversidade regional de nossa população, devem, pois, ser realizados a fim de estabelecer os melhores valores de ponto de corte da curva de normalidade do teste considerado padrão (*Optec 6500®*) para a população brasileira.

6.9 Progressão dos níveis de contraste do novo teste

Quando observamos as tabelas 6 e 8 (Cf. p. 37 e 38, respectivamente), podemos notar que ocorreu uma transição abrupta na distribuição das respostas entre o 3º e o 4º nível de contraste na frequência espacial de 1,0 cpg e entre o 4º e o 5º nível de contraste nas frequências espaciais de 3,0 e 6,0 cpg. Acredita-se que essa transição abrupta se deva à taxa de progressão dos valores de contraste entre os diferentes níveis de contraste avaliados em cada frequência espacial. Considerando que tanto o número de escores avaliado em um teste, como o incremento existente entre eles, estão relacionados à boa reprodutibilidade de um teste diagnóstico (RICHMAN *et al*, 2013), é preciso adequar a progressão dos valores de contraste em cada frequência espacial do novo teste a fim de aumentar a sua reprodutibilidade.

6.10 Novas perspectivas

Não há, até o momento, um teste ideal para a avaliação da função visual de sensibilidade ao contraste. Todos os testes apresentam limitações inerentes ao tipo de estímulo empregado e/ou ao formato utilizado. Apesar das limitações já descritas, o novo teste de

sensibilidade ao contraste avaliado tendeu a apresentar uma boa acurácia e, por esse motivo, esforços para aperfeiçoar a taxa de progressão de contraste em cada uma de suas frequências espaciais, a fim de aumentar sua confiabilidade, são não apenas necessários, como também desejáveis.

Caso o teste continue apresentando limitações na classificação correta dos pacientes sem alterações da função visual de sensibilidade ao contraste, mesmo após a revisão dos níveis de contraste em cada frequência espacial, denotando limitações da resolução gráfica da impressão, a mudança de seu formato para um aplicativo para *smartphones* deve ser considerada. Sabe-se que a dificuldade de controle do nível de luminância da tela, em diferentes modelos e marcas de *smartphones*, comprometendo a reprodutibilidade do teste, é uma limitação desse formato de teste de sensibilidade ao contraste. Entretanto, os testes já apresentados nesse formato têm se mostrado ferramentas úteis para avaliação da sensibilidade ao contraste, de rápida e fácil aplicação, cada vez mais empregadas na prática médica.

Outra consideração fundamental é que o novo teste de sensibilidade ao contraste tem um custo bem reduzido em relação aos testes disponíveis até o momento. Enquanto a impressão do teste custa menos de 2,00 reais, o teste computadorizado tem custo aproximado de 80000,00 reais. E o custo do teste é um fator importante para assegurar sua acessibilidade aos oftalmologistas e pacientes, principalmente nas instituições públicas de saúde de países em desenvolvimento, em que, muitas vezes, não há recursos disponíveis para a compra de equipamentos mais sofisticados.

Outra vantagem desse novo teste de sensibilidade ao contraste é que seu formato impresso pode ser facilmente transportado pelo oftalmologista, possibilitando a avaliação da função visual de sensibilidade ao contraste em pacientes acamados ou com dificuldades de locomoção. Diante do exposto, não pairam dúvidas de que são necessários esforços para aperfeiçoar esse novo teste de sensibilidade ao contraste e, também, para desenvolver novos testes, que apresentem boa reprodutibilidade e baixo custo, além de normatização bem definida, com fácil e rápida aplicação, possibilitando, assim, o maior acesso dos oftalmologistas a instrumentos que lhes permitam avaliar de forma segura a sensibilidade ao contraste, incorporando, com isso, o estudo dessa importante função visual à prática oftalmológica diária.

7. CONCLUSÕES

Houve uma concordância moderada entre o novo teste de sensibilidade ao contraste avaliado e o teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500®*), na maioria das frequências espaciais, quando todos os pacientes foram considerados em conjunto. Embora empreguem o mesmo tipo de estímulo para avaliação da função visual de sensibilidade ao contraste, os testes estudados são distintos, principalmente em relação à qualidade das barras senoidais e à progressão dos níveis de contraste em cada frequência espacial.

Considerando uma população brasileira com função visual de sensibilidade ao contraste normal, o teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500®*) apresentou resultados insatisfatórios, com alto valor de resultados falso-positivos nas baixas frequências espaciais, de acordo com os parâmetros de normalidade fornecidos pelo fabricante do equipamento. Diante desses resultados, propôs-se uma nova curva de normalidade para a população estudada. Essa nova curva apresentou valores de especificidade superiores aos da curva proposta pelo fabricante, na maioria das frequências espaciais avaliadas, tanto em pacientes com função visual de sensibilidade ao contraste normal, quanto em pacientes com ceratocone grau 1 e/ou pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias.

O presente estudo mostrou uma prevalência moderada de alterações da função visual de sensibilidade ao contraste em pacientes com ceratocone grau 1 e/ou pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias, por meio de um teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500®*), variando de acordo com a frequência espacial avaliada.

Neste estudo, houve uma baixa concordância entre o primeiro (“teste”) e o segundo exame (“reteste”) com o teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500®*), enfatizando as limitações do reteste para o seguimento dos pacientes, tanto na avaliação da evolução de doenças oculares, como na avaliação dos resultados dos tratamentos oftalmológicos instituídos.

O novo teste mostrou-se útil para a avaliação da função visual de sensibilidade ao contraste em uma população brasileira normal. Como a curva de normalidade do teste de

sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500*®) mostrou-se inadequada para o novo teste de sensibilidade ao contraste estudado, foi elaborada uma curva de normalidade própria para este novo teste, diferente da curva do teste padrão.

Este estudo mostrou uma prevalência moderada de alterações da função visual de sensibilidade ao contraste em pacientes com ceratocone grau 1 e/ou pacientes submetidos a cirurgia refrativa, no período pós-operatório entre 30 e 90 dias, por meio de um novo teste de sensibilidade ao contraste, variando de acordo com a frequência espacial avaliada. Embora útil, o novo teste de sensibilidade ao contraste estudado apresentou resultados de sensibilidade inferiores aos do teste de sensibilidade ao contraste considerado padrão (*Optec 6500*®) na maioria das frequências espaciais avaliadas.

Houve uma baixa concordância entre o primeiro (“teste”) e o segundo exame (“reteste”) com o novo teste de sensibilidade ao contraste avaliado na população em estudo, confirmando as limitações do reteste com os testes de sensibilidade ao contraste que empregam o estímulo de barras senoidais.

Embora ainda apresente limitações, o novo teste de sensibilidade ao contraste estudado tem potencial para se tornar um instrumento útil na avaliação da função visual de sensibilidade ao contraste. Considerando seu baixo custo, sua fácil e rápida aplicação e sua boa acurácia, o novo teste de sensibilidade ao contraste deve ser aprimorado, a fim de aumentar sua reprodutibilidade e permitir seu uso clínico na prática oftalmológica diária.

REFERÊNCIAS

- ARDEN, G.B.; JACOBSON, J.J. A simple grating test for contrast sensitivity: preliminary results indicate value in screening for glaucoma. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, v. 17, p. 23-32, 1978.
- ARDITI, A. Improving the Design of the Letter Contrast Sensitivity Test. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, v. 46, n. 6, p. 2225-2229, 2005.
- ARTAL, P. et al. Optical aberrations and the aging eye. **International Ophthalmology Clinics**, v. 43, n. 2, p. 63-77, 2003.
- ASLAM, T. M. et al. Development and testing of an automated computer tablet-based method for self-testing of high and low contrast near visual acuity in ophthalmic patients. **Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology**, v. 254, p. 891-899, 2016.
- BACH, M. The Freiburg Visual Acuity Test - automatic measurement of visual acuity. **Optometry and Vision Science**, v. 73, n.1, p. 49-53, 1996.
- BAILEY, I.L.; LOVIE, J.E. New Design Principles for Visual Acuity Letter Charts. **American Journal of Optometry and Physiological Optics**, v. 53, n. 11, p. 740-745, 1976.
- BARNETT, V. **Elements of Sampling Theory**. London: Hodder and Stoughton, 1982, 152 p.
- BEAZLEY, L. D. et al. Contrast sensitivity in children and adults. **British Journal of Ophthalmology**, v. 64, p. 863-866, 1980.
- BICAS, H.E.A. Acuidade visual. Medidas e notações. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 65, p. 375-384, 2002.
- BÜHREN, J. et al. Measuring Contrast Sensitivity Under Different Lighting Conditions: Comparison of Three Tests. **Optometry and Vision Science**, vol. 83, n. 5, p. 290-298, 2006.
- CAMPBELL, F.W.; ROBSON, J.G. Application of Fourier analysis to the visibility of gratings. **The Journal of Physiology**, v. 197, p. 551-566, 1968.
- CHOI, J. A.; KIM, M. Progression of keratoconus by longitudinal assessment with corneal topography. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, vol. 53, n. 2, p. 927-935, 2012.
- COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.
- COLENBRANDER, A. Visual functions and functional vision. **International Congress Series**, v. 1282, p. 482-486, 2005.

DELLA SALA, S. et al. Impaired contrast sensitivity in diabetic patients with and without retinopathy: A new technique for rapid assessment. **British Journal of Ophthalmology**, v. 69, p. 136–142, 1985.

DEREFELDT, G.; LENNERSTRAND, G.; LUNDH, B. Age variations in normal human contrast sensitivity, **Acta Ophthalmologica**, v. 57, p. 679-690, 1979.

DORR, M. et al. New Precision Metrics for Contrast Sensitivity Testing. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 22, n. 3, p. 919-925, 2018.

DORR, M. et al. Rapid and reliable assessment of the contrast sensitivity function on an iPad. **Investigative Ophthalmology & Vision Science**, v. 54, p. 7266–7273, 2013.

ELLIOTT, D. B.; SITU, P. Visual acuity versus letter contrast sensitivity in early cataract. **Vision Research**, v. 38, n. 13, p. 2047-2052, 1998.

ELLIOTT, D.; WHITAKER, D.; MACVEIGH, D. Neural contribution to spatio temporal contrast sensitivity decline in healthy ageing eyes. **Vision Research**, vol. 30, n. 4, p. 541-547, 1990.

ELLIOTT, D.B.; GILCHRIST, J.; WHITAKER, D. Contrast sensitivity and glare sensitivity changes with three types of cataract morphology: Are these techniques necessary in a clinical evaluation of cataract? **Ophthalmic and Physiological Optics**, vol. 9, p. 25-30, 1989.

GERTNERE, J.; SOLOMATIN, I. SEKUNDO, W. Refractive lenticule extraction (ReLEx flx) and wavefront-optimized Femto-LASIK: comparison of contrast sensitivity and high-order aberrations at 1 year. **Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology**, v. 251, n. 5, p. 1437-1442, 2013.

GINSBURG, A. P. Contrast sensitivity: determining the visual quality and function of cataract, intraocular lenses and refractive surgery. **Current Opinion in Ophthalmology**, v. 17, n. 1, p. 19-26, 2006.

GINSBURG, A.P. A new contrast sensitivity vision test chart. **American Journal of Optometry and Physiological Optics**, v. 61, p. 403–407, 1984.

GINSBURG, A.P. Next generation contrast sensitivity testing. *In*: ROSENTHAL, B.; COLE, R. (org.) **Functional Assessment of Low Vision**. St Louis: Mosby Year Book Inc, 1996. p.77-88.

GUIMARÃES, M.F.C.R.G. **Avaliação da qualidade visual dos discromatas congênitos por meio dos testes de sensibilidade ao contraste e ofuscamento**. Tese (Doutorado em Oftalmologia) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

GUPTA, L. et al. SPARCS and Pelli-Robson contrast sensitivity testing in normal controls and patients with cataract. **Eye**, v. 5, p. 753-761, 2017.

HAUGHOM, B.; STRAND, T. E. Sine wave mesopic contrast sensitivity - defining the normal range in a young population. **Acta Ophthalmologica**, v. 91, n. 2, p. 176-82, 2013.

HAYMES, S.A. et al. The letter contrast sensitivity test: clinical evaluation of a new design. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, v. 47, n. 6, p. 2739-2745, 2006.

HOHBERGER, B. et al. Measuring contrast sensitivity in normal subjects with OPTEC® 6500: influence of age and glare. **Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology**, v. 245, p.1805-1814, 2007.

HONG, Y. T. et al. Contrast sensitivity measurement with 2 contrast sensitivity tests in normal eyes and eyes with cataract. **Journal of Cataract & Refractive Surgery**, v. 36, n. 4, p. 547-552, 2010.

KARA, S. et al. Repeatability of contrast sensitivity testing in patients with age-related macular degeneration, glaucoma, and cataract. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 79, n. 5, p. 323-327, 2016.

KEANE, P. A. et al. Effects of retinal morphology on contrast sensitivity and reading ability in neovascular age-related macular degeneration. **Investigative Ophthalmology and Vision Science**, v. 51, n. 11, p. 5431-5437, 2010.

KINGSNORTH, A. et al. Mobile app Aston contrast sensitivity test. **Clinical and Experimental Optometry**, v. 99, p. 350–355, 2016.

KJAER, P.K. et al. Validação clínica de teste psicofísico computadorizado para avaliação de visão de cores e sensibilidade ao contraste. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 63, n. 3, p. 185-189, 2000.

KLIN, D.W. et al. Age, the eye, and the visual channels: contrast sensitivity and response speed. **Journal of Gerontology**, v. 38, p. 211-216, 1983.

KNIESTEDT, C.; STAMPER, R.L. Visual acuity and its measurement. **Ophthalmology Clinics of North America**, v. 16, p. 155-170, 2003.

KOEFOD, V. F. et al. Contrast sensitivity measured by two different test methods in healthy, young adults with normal visual acuity. **Acta Ophthalmologica**, v. 93, p. 154-161, 2015.

LEAT, S. J.; WEGMANN, D. Clinical testing of contrast sensitivity in children: age-related norms and validity. **Optometry and Vision Science**, v. 81, n. 4, p. 245-254, 2004.

LEGG, G. E. Adaptation to a spatial impulse: implications for Fourier transform models of visual processing. **Vision Research**, v. 16, p. 1407-1418, 1976.

LESMEIS, L. A. et al. Bayesian adaptive estimation of the contrast sensitivity function: The quick CSF method. **Journal of Vision**, v. 10, n. 3, p. 1-21, 2010.

LI, J.H. et al. Contrast visual acuity after multifocal intraocular lens implantation: aspheric versus spherical design. **International Journal of Ophthalmology**, v. 7, n.1, p. 100-103, 2014.

- LOEWENFELD, I.E. Pupillary changes related to age. *In: THOMPSON, H.S. et al (org). Topics in neuroophthalmology.* Baltimore: Williams and Wilkins; 1979. p. 124-160.
- NIELSEN, E.; HJORTDAL, J. Visual acuity and contrast sensitivity after posterior lamellar keratoplasty. *Acta Ophthalmologica*, v. 90, n. 8, p. 756-60, 2012.
- ONAL, S. et al. FACT contrast sensitivity as a diagnostic tool in glaucoma: FACT contrast sensitivity in glaucoma. *International Ophthalmology*, v. 28, n. 6, p. 407-412, 2008.
- OWSLEY, C. Aging and Vision. *Vision Research*, vol. 51, n. 13, p. 1610-1622, 2011.
- OWSLEY, C. et al. Contrast sensitivity, acuity, and the perception of “real-world” targets. *British Journal of Ophthalmology*, n. 71, p. 791-796, 1987.
- OWSLEY, C.; SEKULER, R.; SIEMSEN, D. Contrast sensitivity throughout adulthood. *Vision Research*, vol. 23, n. 7, p. 689-699, 1983.
- PAREDE, T.R.R. et al. Quality of vision in refractive and cataract surgery, indirect measurers: review article. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, v. 76, n. 6, p. 386-390, 2013.
- PARIKH, R. et al. Understanding and using sensitivity, specificity and predictive values. *Indian Journal of Ophthalmology*, v. 56, p. 45-50, 2008.
- PELLI, D.; ROBSON, J.G.; WILKINS, A. J. The Design of a New Letter Chart for Measuring Contrast Sensitivity. *Clinical Vision Science*, v. 2, n. 3, p. 187-199, 1988.
- PESUDOVS, K. et al. The usefulness of Vistech and FACT contrast sensitivity charts for cataract and refractive surgery outcomes research. *British Journal of Ophthalmology*, v. 88, p. 11–16, 2004.
- RICHMAN, J. et al. Contrast sensitivity basics and a critique of currently available tests. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, v. 39, p. 1100–1106, 2013.
- RICHMAN, J. et al. Importance of visual acuity and contrast sensitivity in patients with glaucoma. *Archives of Ophthalmology*, v. 128, n. 12, p. 1576-1582, 2010.
- RICHMAN, J. et al. The Spaeth/Richman contrast sensitivity test (SPARCS): design, reproducibility and ability to identify patients with glaucoma. *British Journal of Ophthalmology*, v. 99, n. 1, p. 16–20, 2015.
- ROSENFELD, P. J.; GREGORI, N. Z.; FEUER, W. Novel method for analyzing snellen visual acuity measurements. *Retina*, v. 30, n. 7, p. 1046-1050, 2010.
- SANTOS, N.A. Tópicos em percepção e processamento visual da forma: acuidade visual versus sensibilidade ao contraste. *Revista Estudos e Pesquisas em Psicologia*, v. 3, n. 1, p. 89-104, 2003.
- SCHADE, O. H. Optical and photoelectric analog of the eye. *Journal of the Optical Society of America*, v. 46, p. 721-739, 1956.

SEKULER, R.; HUTMAN, L.P.; OWSLEY, C. Human aging and spatial vision. **Science**, v. 209, p. 1255-1256, 1980.

SIEIRO, R. O et al. Contrast sensitivity assessment in different age group in medium and high spatial frequency. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, vol.75, p. 296-299, 2016.

SIEIRO, R. O. **Avaliação da qualidade de visão pelo teste de sensibilidade ao contraste após tratamento da miopia pelo excimer laser**. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Centro de Pós-Graduação e Pesquisa da Santa Casa de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2007.

SÖGÜTLÜ, S. E. et al. Penetrating keratoplasty versus deep anterior lamellar keratoplasty: comparison of optical and visual quality outcomes. **British Journal of Ophthalmology**, v. 96, n. 8, p. 1063-1067, 2012.

SOKOL, S. et al. Contrast sensitivity in diabetics with and without background retinopathy. **Archives of Ophthalmology**, v. 103, p. 51–54, 1985.

SOLBERG, J. L.; BROWN, J. M. No sex differences in contrast sensitivity and reaction time to spatial frequency. **Perceptual and Motor Skills**, v. 94, p. 1053-1055, 2002.

SPAETH, G. L. et al. The SPARCS: a novel assessment of contrast sensitivity and its reliability in patients with corrected refractive error. **British Journal of Ophthalmology**, v. 100, p. 1421-1426, 2016.

STANGOS, N. et al. Contrast sensitivity evaluation in eyes predisposed to age-related macular degeneration and presenting normal visual acuity. **Ophthalmologica**, v. 209, n. 4, p. 194-198, 1995.

TROBE, J. D. et al. Contrast sensitivity and other vision tests in the optic neuritis treatment trial. **American Journal of Ophthalmology**, v. 121, p. 547–553, 1996.

WOODS, R.L.; WOOD, J.M. The role of contrast sensitivity charts and contrast letter charts in clinical practice. **Clinical and Experimental Optometry**, v. 78, p. 43–57, 1995.

ZHANG, J. et al. Visual performance after conventional LASIK and wavefront-guided LASIK with iris-registration: results at 1 year. **International Journal of Ophthalmology**, v. 6, n. 4, p. 498-504, 2013.

APÊNDICE A

Termo de consentimento livre e esclarecido

Eu, _____, fui **convidado** a participar como **voluntário** do trabalho de pesquisa “**Validação de um novo teste para avaliação da função de sensibilidade ao contraste**”, realizado pelos médicos oftalmologistas Dr. Márcio Bittar Nehemy, Dr. Reinaldo de Oliveira Sieiro e Letícia Maria Coelho. Para isso, responderei a um novo teste, que consiste em interpretar uma tabela de desenhos para perto, em que terei que identificar a correta orientação das barras (à esquerda, vertical ou à direita) em cada um dos círculos. Esta tabela contém um total de 54 círculos. Terei que realizar o exame no olho direito e no olho esquerdo, separadamente. Além disso, realizarei o teste de sensibilidade ao contraste já solicitado por meu médico (*Optec 6500 - Stereo Optical Co, Inc. USA®*). Para testar a reprodutibilidade e a confiabilidade deste novo teste, realizarei novamente estes dois testes com um intervalo de 2 (duas) semanas. Os eventuais desconfortos ocasionados pela minha participação neste trabalho correspondem ao possível cansaço nas respostas dos testes. Por isso, poderei interromper as respostas e a execução dos mesmos, a qualquer momento, se eu julgar necessário. Não terei quaisquer ônus e não serei identificado, preservando minha identidade pessoal. E, em qualquer momento de realização da pesquisa, tenho o direito de desistir de participar da mesma. O presente de termo de consentimento está sendo assinado em 2 (duas) vias e uma delas permanecerá comigo. Em caso de dúvidas e, para maiores esclarecimentos a respeito da pesquisa, posso entrar em contato com os pesquisadores abaixo.

Eu, _____, RG _____, fui convidado, como voluntário, e concordo em participar, do projeto de pesquisa acima descrito.

_____, RG _____.

Responsáveis pela pesquisa (Dr. Márcio Bittar Nehemy, Dr. Reinaldo de Oliveira Sieiro ou Letícia Maria Coelho).

Belo Horizonte, ____/____/_____.

No caso de dúvidas e/ou esclarecimentos a respeito desta pesquisa:

Dr. Márcio Bittar Nehemy – mbnehemy@terra.com.br

Dr. Reinaldo de Oliveira Sieiro – sieiro@laservisao.com.br

Letícia Maria Coelho – leticia@laservisao.com.br

Rua Alagoas, 1314 – 14º andar – Savassi – Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 30130-060 - Telefax (31) 3281-0001.

No caso de dúvidas éticas:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFGM): Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005 Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG – Brasil – CEP: 31270-901 - Telefax (31) 3409-4592.

APÊNDICE B

Comparação dos resultados do primeiro (“teste”) e do segundo exame (“reteste”), por frequência espacial, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste, com ambos os testes de sensibilidade ao contraste avaliados

Tabela B.1 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”) com aqueles do segundo exame (“reteste”), na frequência espacial de 1,5 cpg, por meio do *Optec 6500®*, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

SC - “Teste”	SC – “Reteste”									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	1	0	1	1	4
5	0	0	1	0	3	1	1	1	0	7
6	0	0	0	0	1	8	15	9	1	34
7	0	0	0	0	0	8	29	22	1	60
8	0	0	0	0	0	5	15	40	9	69
9	0	0	0	0	0	0	4	13	9	26
Total	0	0	1	1	4	23	64	86	21	200

Tabela B.2 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”) com aqueles do segundo exame (“reteste”), na frequência espacial de 3,0 cpg, por meio do *Optec 6500®*, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

SC - “Teste”	SC – “Reteste”									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	1	0	1	1	4
5	0	0	1	0	3	1	1	1	0	7
6	0	0	0	0	1	8	15	9	1	34
7	0	0	0	0	0	8	29	22	1	60
8	0	0	0	0	0	5	15	40	9	69
9	0	0	0	0	0	0	4	13	9	26
Total	0	0	1	1	4	23	64	86	21	200

Tabela B.3 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”) com aqueles do segundo exame (“reteste”), na frequência espacial de 6,0 cpg, por meio do *Optec 6500*®, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

SC - “Teste”	SC- “Reteste”									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3
5	0	0	0	0	0	4	3	1	0	8
6	0	0	0	0	1	1	0	7	0	9
7	0	0	0	0	1	2	5	5	8	21
8	0	0	0	0	0	3	3	67	30	103
9	0	0	0	0	0	1	1	20	33	55
Total	0	0	0	2	2	12	12	101	71	200

Tabela B.4 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”) com aqueles do segundo exame (“reteste”), na frequência espacial de 12,0 cpg, por meio do *Optec 6500*®, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

SC - “Teste”	SC – “Reteste”									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
4	0	0	0	0	2	3	1	0	0	6
5	0	0	0	1	0	2	4	1	1	9
6	0	0	0	1	0	10	9	8	4	32
7	0	0	0	0	3	7	15	19	8	52
8	0	0	0	0	1	1	6	36	19	63
9	0	0	0	0	0	1	0	12	23	36
Total	0	0	2	2	6	24	35	76	55	200

Tabela B.5 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”) com aqueles do segundo exame (“reteste”), na frequência espacial de 18,0 cpg, por meio do *Optec 6500®*, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

SC - “Teste”	SC – “Reteste”									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
3	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
4	0	0	1	6	1	3	1	4	3	19
5	0	0	1	3	6	9	6	3	2	30
6	0	0	0	2	4	5	1	5	0	17
7	0	0	0	0	5	2	16	17	4	44
8	0	0	0	0	2	5	8	20	10	45
9	0	0	0	0	0	0	7	6	26	39
Total	1	0	3	12	20	25	39	55	45	200

Tabela B.6 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”) com aqueles do segundo exame (“reteste”), na frequência espacial de 1,0 cpg, por meio do novo teste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

SC - “Teste”	SC – “Reteste”									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
4	0	0	0	41	37	17	2	1	0	98
5	0	0	0	11	29	20	1	2	0	63
6	0	0	0	2	4	11	1	2	0	20
7	0	0	0	3	3	0	1	1	1	9
8	0	0	0	1	2	1	1	2	0	7
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total	0	0	0	59	76	49	6	9	1	200

Tabela B.7 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”) com aqueles do segundo exame (“reteste”), na frequência espacial de 3,0 cpg, por meio do novo teste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

SC - “Teste”	SC – “Reteste”									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
5	0	0	0	1	40	33	4	11	1	90
6	0	0	0	1	10	14	8	2	4	39
7	0	0	0	0	0	5	10	11	3	29
8	0	0	0	0	2	3	11	12	4	32
9	0	0	0	0	0	0	5	3	0	8
Total	0	0	0	3	52	56	38	39	12	200

Tabela B.8 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”) com aqueles do segundo exame (“reteste”), na frequência espacial de 6,0 cpg, por meio do novo teste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

SC - “Teste”	SC – “Reteste”									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	8	9	20	2	0	39
6	0	0	0	1	1	16	17	12	1	48
7	0	0	0	0	3	8	34	9	3	57
8	0	0	0	0	0	8	10	25	6	49
9	0	0	0	0	1	0	1	4	1	7
Total	0	0	0	1	13	41	82	52	11	200

Tabela B.9 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”) com aqueles do segundo exame (“reteste”), na frequência espacial de 12,0 cpg, por meio do novo teste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

SC - “Teste”	SC – “Reteste”									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
5	0	0	0	0	0	5	2	0	0	7
6	0	0	0	0	1	59	35	6	2	103
7	0	0	0	0	1	13	38	11	3	66
8	0	0	0	0	0	5	7	7	0	19
9	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3
Total	0	0	0	0	2	84	84	25	5	200

Tabela B.10 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”) com aqueles do segundo exame (“reteste”), na frequência espacial de 18,0 cpg, por meio do novo teste, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

SC - “Teste”	SC – “Reteste”									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
4	0	0	0	3	2	5	1	1	1	13
5	0	0	0	1	7	17	1	0	0	26
6	0	0	1	0	2	84	8	7	1	103
7	0	0	0	0	4	15	6	1	1	27
8	0	0	0	0	1	17	1	6	0	25
9	0	0	0	0	0	2	1	0	2	5
Total	0	0	1	4	16	141	18	15	5	200

APÊNDICE C

Comparação dos resultados obtidos no primeiro exame (“teste”), em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste, por frequência espacial, com ambos os testes de sensibilidade ao contraste avaliados

Tabela C.1 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”), obtidos por meio do *Optec 6500®* e por meio do novo teste, na primeira frequência espacial testada, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

<i>Optec®</i>	Novo teste									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	11	3	0	0	0	0	14
5	0	0	0	27	12	1	0	0	0	40
6	0	0	2	22	24	6	1	0	0	55
7	0	0	0	19	12	2	3	0	0	36
8	0	0	0	11	8	8	2	3	0	32
9	0	0	0	8	4	3	3	4	1	23
Total	0	0	2	98	63	20	9	7	1	200

Tabela C.2 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”), obtidos por meio do *Optec 6500®* e por meio do novo teste, na frequência espacial de 3,0 cpg, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

<i>Optec®</i>	Novo teste									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	2	1	0	0	1	4
5	0	0	0	0	5	2	0	0	0	7
6	0	0	0	0	24	6	1	1	2	34
7	0	0	0	0	34	10	7	9	0	60
8	0	0	0	2	23	14	13	14	3	69
9	0	0	0	0	2	6	8	8	2	26
Total	0	0	0	2	90	39	29	32	8	200

Tabela C.3 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”), obtidos por meio do *Optec 6500®* e por meio do novo teste, na frequência espacial de 6,0 cpg, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

<i>Optec®</i>	Novo teste									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3
5	0	0	0	0	3	3	1	0	1	8
6	0	0	0	0	3	3	3	0	0	9
7	0	0	0	0	5	5	6	5	0	21
8	0	0	0	0	24	21	36	20	2	103
9	0	0	0	0	3	14	11	24	3	55
Total	0	0	0	0	39	48	57	49	7	200

Tabela C.4 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”), obtidos por meio do *Optec 6500®* e por meio do novo teste, na frequência espacial de 12,0 cpg, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

<i>Optec®</i>	Novo teste									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
4	0	0	0	1	1	4	0	0	0	6
5	0	0	0	0	1	8	0	0	0	9
6	0	0	0	0	3	17	10	2	0	32
7	0	0	0	1	0	35	12	4	0	52
8	0	0	0	0	1	24	26	9	3	63
9	0	0	0	0	1	13	18	4	0	36
Total	0	0	0	2	7	103	66	19	3	200

Tabela C.5 Cruzamento dos resultados do primeiro exame (“teste”), obtidos por meio do *Optec 6500®* e por meio do novo teste, na frequência espacial de 18,0 cpg, em pacientes sem alteração da função visual de sensibilidade ao contraste (SC).

<i>Optec®</i>	Novo teste									Total
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	
<i>1</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
<i>2</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>3</i>	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
<i>4</i>	0	0	1	2	2	10	3	1	0	19
<i>5</i>	0	0	0	4	9	12	3	2	0	30
<i>6</i>	0	0	0	1	5	9	2	0	0	17
<i>7</i>	0	0	0	2	5	27	6	3	1	44
<i>8</i>	0	0	0	1	5	21	7	10	1	45
<i>9</i>	0	0	0	1	0	21	5	9	3	39
Total	0	0	1	13	26	103	27	25	5	200

ANEXO

Parecer do COEP/UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: VALIDAÇÃO DE UM NOVO TESTE PARA AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DE SENSIBILIDADE AO CONTRASTE.

Pesquisador: Márcio Bittar Nehemy

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 41715715.5.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 994.263

Data da Relatoria: 26/03/2015

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado conforme parecer.

BELO HORIZONTE, 23 de Março de 2015

Assinado por:
Telma Campos Medeiros Lorentz