

## RESUMO

O exame de campo visual (campimetria) é utilizado como procedimento médico principalmente para o diagnóstico e seguimento de pacientes com glaucoma, doenças da retina e em neuro-oftalmologia. As diferentes formas de glaucoma constituem a principal causa de cegueira nos países industrializados ou em desenvolvimento. O diagnóstico precoce do glaucoma e o controle de sua evolução são fundamentais para evitar a cegueira. Assim, o desenvolvimento de um equipamento de menor custo torna possível a realização do exame de campo visual por uma parcela maior da população. Este projeto contempla o desenvolvimento de um equipamento para o exame de campo visual, que consiste em um monitor de vídeo do tipo LCD controlado por computador, no qual são plotados focos de luz de intensidade ajustável em coordenadas pré-determinadas, simulando um ponto no espaço dentro de um campo de visão.

**Palavras-chave:** Glaucoma/diagnóstico; glaucoma/prevenção e controle; Saúde Pública.

## 1 INTRODUÇÃO

O campo visual é o conjunto de pontos no espaço que o olho teoricamente imóvel percebe. O exame de campo visual é utilizado como procedimento médico principalmente para o diagnóstico e seguimento de pacientes com glaucoma, doenças da retina e em neuro-oftalmologia. Esse exame é feito separadamente no olho direito e no olho esquerdo, por meio de estímulos luminosos dentro de regiões pré-estabelecidas de um campo de visão, que quando detectado ou não, gera uma resposta que necessita de uma representação gráfica para expressar o resultado (DIAS 1996, DIAS; IMAMURA, 2000).

O exame de campimetria pode avaliar diversas enfermidades, sendo a de maior interesse o glaucoma. Essa doença é uma neuropatia óptica de causa multifatorial, caracterizada pela lesão progressiva do nervo óptico, com conseqüente repercussão no campo visual (DIAS; GUSMÃO; PRATA, 2010). Segundo estimativas, em 2010 o número de pessoas com glaucoma em todo o mundo será de aproximadamente 60,5 milhões, e em mais de 15% com presença de cegueira bilateral. As diferentes formas de glaucoma constituem a principal causa de cegueira nos países industrializados ou em desenvolvimento (QUIGLEY; BROMAN, 2006, RENSKOFF et al., 2004). O diagnóstico precoce do glaucoma e o controle de

sua evolução são fundamentais para evitar a cegueira (SPRY; JOHNSON 2002). Assim, o desenvolvimento de um equipamento de menor custo pode tornar possível a realização do exame de campo visual por uma parcela maior da população.

Este projeto contempla o desenvolvimento de métodos de diagnóstico precoce de Glaucoma, utilizando programa computacional associado a equipamento para o exame de campo visual, que consiste em um monitor de vídeo do tipo LCD, no qual são plotados focos de luz de intensidade ajustável em coordenadas pré-determinadas, simulando um ponto no espaço dentro de um campo de visão.

O equipamento de campimetria computadorizada usualmente utilizados têm um alto custo em função de sua construção eletro-mecânica que se baseia em um braço mecânico, móvel, que requer alta precisão. Tal dispositivo é responsável por direcionar um foco de luz de intensidade ajustável em uma cúpula, simulando um ponto no espaço dentro do campo de visual. O paciente quando submetido ao exame, deve acionar um botão eletrônico toda vez que detectar esse estímulo luminoso, para que o mesmo seja registrado no computador (DIAS; IMAMURA, 2000). Campímetros baseados nesta tecnologia tem custo aproximado de US\$ 30000,00. Também existe

\* Departamento de Estatística, Universidade Federal de Juiz de Fora- UFJF. E-mail: alfredo.chaoubah@ice.ufjf.br

perímetro com cúpula composta por diodos emissores de luz (LED), embora cada vez mais em desuso. Em ambos os casos, o desempenho da avaliação do exame do campo visual é limitado se comparado aos inúmeros recursos que numa tela de LCD oferece, como, por exemplo, a possibilidade de se determinar diversas combinações de cores de estímulo e fundo, a um custo muito menor.

Tendo em vista essas limitações, e no propósito de superá-los, foi desenvolvido um equipamento para o exame de campo visual, o qual consiste em um monitor de vídeo do tipo LCD, no qual são plotados os focos de luz de intensidade ajustável, branco, cromático ou até preto, em um fundo branco, cromático ou preto, com inovações originais, e outras fundamentadas na campimetria manual.

Essa forma de construção tende a solucionar os inconvenientes aventados, principalmente o alto custo, uma vez que permite eliminar totalmente a mecânica necessária para o acionamento dos focos de luzes, trazendo uma grande redução no custo do equipamento, e disponibilizando novos recursos, possibilitando assim, pesquisas inovadoras.

O objetivo principal deste projeto é o desenvolvimento de software para exame de campo visual explorando estratégias cromáticas verde-vermelho e preto-branco, entre outras, a ser aplicado em equipamento de campimetria computadorizada desenvolvido no Brasil, para aplicação em pesquisas relacionadas à detecção precoce do glaucoma em centros de pesquisa. Este trabalho apresenta a primeira parte do projeto que consiste no desenvolvimento do equipamento inovador de exame de campo visual.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O equipamento inovador de exame do campo visual foi desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Juiz de Fora, com apoio da FAPEMIG, CNPq, Finep e CRITT. É composto pelos seguintes módulos: o primeiro consiste de um monitor de vídeo do tipo LCD, no qual são plotados estímulos, observados pelo paciente dentro do seu campo de visão, com o olho fixo em um ponto central. Estes estímulos são plotados de forma aleatória, em pontos pré-determinados e em intensidade luminosa crescente. Cada vez que o estímulo for detectado, deve ser acionado um botão, sendo registrado no computador o ponto com valor da intensidade luminosa, correspondente à respectiva posição do referido campo. O monitoramento desses pontos plotados é realizado através do retorno visual em outro monitor, controlado pelo examinador. Também, através de uma câmera de vídeo, a fixação do paciente é monitorada pelo examinador. (Figura 1).



Figura 1: Protótipo do Campímetro baseado em tela LCD. Fonte: Os Autores (2017)

Mais dados são coletados para garantir a confiabilidade do exame, tais como o registro de cada perda de fixação (acionamento indevido do botão de registro), assim como em casos de respostas falso-positiva e falso-negativa. Esses gerenciamentos ficaram a cargo de um programa computacional de controle.

Em um segundo módulo temos um programa que disponibiliza ao examinador a possibilidade de selecionar uma das estratégias de exame, de armazenar dados do paciente, e configurar os parâmetros operacionais. O programa registra as informações coletadas em um banco de dados, para análise e laudo. Os resultados são armazenados, para posterior comparação com futuros exames.

O terceiro módulo destina-se ao programa computacional para a realização de cálculo dos parâmetros obtidos através do exame e de estatísticas inferenciais, para avaliação do campo visual, emitindo relatórios operacionais. (Figura 2)

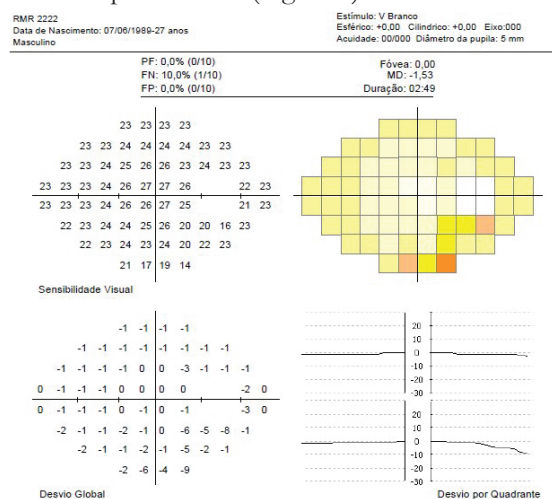


Figura 2: Relatório de Exame de Campo Visual. Fonte: Os Autores (2017)

Foram implementadas as formas para cálculo dos parâmetros (DIAS; IMAMURA, 2000):

Desvio médio (MD): desvio médio das respostas representado pelo gráfico Desvio Global do paciente em decibéis (dB) comparado com indivíduos normais da mesma faixa etária, ou seja, o valor da sensibilidade

média do paciente é subtraído do valor da sensibilidade média normal, expressando o defeito difuso.

O gráfico Desvio Global: mostra as diferenças entre o resultado de cada ponto testado, com as respostas de indivíduos normais, da mesma faixa etária.

O gráfico Desvio por Quadrante: ilustra a comparação da perda visual de cada ponto testado separado por quadrante.

O cálculo das probabilidades associado ao Desvio Global e do MD indica a porcentagem da população normal que tem probabilidade de indicar defeito de campo visual na área considerada (WANI, MIR, NASTI; 2005).

O quarto módulo relaciona-se ao banco de dados, com parâmetros obtidos nos exames dos pacientes e seus dados pessoais.

O quinto módulo refere-se ao suporte ao posicionamento do paciente, isto é, apoio para queixo e para a testa, com participação na oclusão do olho não examinado.

Uma mesa elétrica e banco ajustável para adequar o posicionamento ideal de exame, ambos de fabricação nacional completam o equipamento.

O software sendo desenvolvido de modo a ser compatível e integrado aos módulos já desenvolvidos, em linguagem de programação DELPHI.

### 3 DISCUSSÃO

Essa tecnologia proposta elimina a mecânica necessária para o acionamento dos estímulos luminosos, trazendo uma grande redução no custo do equipamento. O custo para implementação do equipamento é inferior a US\$ 5.000,00, ou seja, aproximadamente 1/6 do custo dos equipamentos comerciais. Também, disponibiliza novos programas, pela diversidade de imagens que a tela do monitor pode proporcionar, com a expectativa de manter a eficiência do básico em relação aos similares existentes. Exames com sólidos fundamentos (DIAS; IMAMURA, 2000), testados no passado por meio da capimetria manual (ex. teste objeto preto ou estímulo preto), impossível de ser obtida na campimetria de projeção (seria necessário a projeção de luz na referida cor), podem facilmente ser implementados em computação gráfica. Outros tipos de testes, realizados de forma muito laboriosa, e, portanto, atualmente em desuso, podem novamente ser disponibilizados, desta vez por meio de automatização e com resultados em relatórios baseados em análises de probabilidades.

Na campimetria computadorizada chamada padrão (estímulo branco no fundo branco), a detecção de alteração funcional nas células ganglionares da retina causado por glaucoma ocorre,

quando aproximadamente 40% dessas células já estão com lesão estrutural. Existe ainda a capimetria computadorizada com estímulos de cor azul projetada em fundo amarelo, com pesquisas incluindo estudos longitudinais, que sugerem detecção um pouco mais precoce de alteração funcional por glaucoma; porém, com preço ainda mais elevado que na perimetria padrão, e com resultados imprecisos quando na vigência concomitante de catarata, mesmo incipiente (DIAS, GUSMÃO, PRATA; 2010).

Pesquisas originais estão sendo desenvolvidas utilizando variados tipos de estímulos luminosos cromáticos e de fundo (LIMA; 2010). Também existem estudos de combinações no próprio fundo, como exemplo, o padrão xadrez preto com branco e bicromático (HU R, WANG C, RACETTE L; 2017). No padrão xadrez, um estímulo luminoso branco é plotado na área com fundo preto, e posteriormente, um estímulo luminoso preto é plotado na área com fundo branco, em sequência ou em etapas.

O desenvolvimento desses softwares, constituem novas ferramentas visando proporcionar testes, para mensurar as células da retina, com maior exigência funcional dos diversos tipos e sub-tipos das células ganglionares. O alcance na utilização do exame de campo visual, através de software apropriado, em conjunto com estímulo visual em tela de cristal líquido, pode propiciar um expressivo número de métodos diferenciados, com enorme potencial de obtenção de meios para detecção precoce de alterações funcionais das vias ópticas. Portanto, essas pesquisas podem levar meios de se obter a detecção mais precoce do dano funcional causado pelo glaucoma.

### 4 CONCLUSÃO

A tecnologia resultante desse projeto incorpora inovações expressivas quando comparado aos dos principais aparelhos de perimetria computadorizada disponíveis no mercado, e a um custo muito menor.

#### **Agradecimentos:**

Agradecemos à FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais pelo apoio financeiro de parte da pesquisa.

## Development of Visual Field Exam Equipment

### ABSTRACT

The visual field testing (campimetry) is used as a medical procedure mainly for the diagnosis and management of patients with glaucoma, retinal disease and neuro-ophthalmology. The different forms of glaucoma are the leading causes of blindness in industrialized or developing countries. Early diagnosis of glaucoma and control of their evolution are critical to prevent blindness. Thus, the development of an equipment with a lower cost, would enable the examination of the visual field by a larger portion of the population. This project comprehends the development of a device for visual field testing, which consists of a computer-controlled LCD video monitor, in which are plotted adjustable intensity spotlights in predetermined coordinates, simulating a point in space within patient visual field.

Keywords: Glaucoma/diagnosis; Glaucoma/Prevention and control; Public health.

### REFERÊNCIAS

- DIAS, J. F. P. Perimetria Computadorizada. Rio de Janeiro: Editora Cultura Médica, 1996.
- DIAS, J. F. P. ; GUSMÃO, H. A. ; PRATA JR, A. Glaucoma. 4 ed., Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2010.
- DIAS, J. F. P. ; IMAMURA, P. M. Campo Visual. 2 ed., Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2000.
- HU, R. ; WANG, C. ; RACETTE, L. Comparison of matrix frequency-doubling technology perimetry and standard automated perimetry in monitoring the development of visual field defects for glaucoma suspect eyes. **PLoS One**, v. 12, n. 5, p. e0178079, may. 2017.
- LIMA, F. E. Perimetrias Computadorizadas Azul-Amarelo e SITA. In: Dias, J. F. P. , Almeida, H.G. Glaucoma, 2. ed., Rio de Janeiro, Cultura Médica, p. 94-110, 2000.
- QUIGLEY, H. A. ; BROMAN, A. T. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020, **British Journal Ophthalmology**, v. 90, n. 3, p. 262-267, mar. 2006.
- RENSKOFF, S.; PASCOLINI, D.; ETYA'ALE, D. et al. Global data on visual impairment in the year 2002. **Bulletin of the World Health Organization**; v. 82, n. 11, p. 844-851, nov. 2004.
- SPRY, P.G.D.; JOHNSON, C. A. Identification of Progressive Glaucomatous Visual Field Loss. **Survey of Ophthalmology**, v. 47, n. 2, p. 158-173, mar./apr. 2002.
- WANI, J. S.; MIR, M. S.; NASTI, A. R. Automated Perimetry – Interpreting Data. **JK-Practitioner**, v. 12, n. 4, p. 219-223, 2005.

Enviado em 06/12/2017

Aprovado em 25/09/2018