

# Correlações entre *straylight*, aberrometria, opacidade e densitometria do cristalino em pacientes com catarata

## *Correlations of straylight, aberrometry, and lens scattering in cataract patients*

Bruno Freitas Valbon<sup>1,3</sup>, Milton Ruiz Alves<sup>2</sup>, Renato Ambrósio Jr<sup>3</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Correlacionar os níveis de *straylight*, de *scattering*, de opacidade do cristalino (LOCS III) e das aberrações ópticas intraoculares em pacientes com catarata nuclear. **Métodos:** Estudo observacional, prospectivo envolvendo 30 olhos de 30 pacientes com diagnóstico de catarata nuclear. A avaliação do *straylight* (espalhamento de luz) através do Log(s) foi realizada pelo *C-Quant* (Oculus, Wetzlar, Germany). A densitometria do cristalino (*scattering*) através do PNS (*Pentacam Nucleus Staging*) foi realizada pela tomografia de córnea e segmento anterior (*Pentacam*® - Oculus, Wetzlar, Germany) e a análise do tipo e graduação da opacidade do cristalino foi feito pelo *Lens Opacities Classification System* (LOCS III). O *Ray tracing* (*iTrace*, Vista, Tracy Technologies) foi utilizado para avaliação da aberrometria total e intraocular onde foi calculado com a integração da Topografia de Plácido. Os critérios de exclusão foram: doença corneana, doenças da retina e/ou nervo óptico e cirurgia ocular prévia. O Teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliar a distribuição normal e o Teste de Spearman (não paramétrico) utilizado para as correlações entre as variáveis Log(s) x PNS; Log(s) x LOCS III; LOCS III x PNS; RMS IO x PNS; RMS IO x LOCS III e RMS IO x Log(s). Foi considerado como estatisticamente significativo  $p \leq 0,05\%$ . **Resultados:** A média de idade dos pacientes foi de 72,3 anos ( $\pm 8,9$ ). As médias do PNS, do LOCS III, do Log(s) e da RMS IO, foram 2,7 ( $\pm 1,14$ ), 3,7 ( $\pm 1,15$ ), 1,49 ( $\pm 0,38$ ) e 1,23 ( $\pm 0,5$ ), respectivamente. As correlações de Spearman e o seu coeficiente de correlação ( $\rho$ ) foram  $p=0,270$  ( $\rho 0,20$ ) entre Log(s) x PNS, um  $p=0,717$  ( $\rho 0,06$ ) entre Log(s) x LOCS III, um  $p=0$  ( $\rho 0,76$ ) entre LOCS III x PNS, um  $p=0,41$  ( $\rho -0,15$ ) entre RMS IO x PNS, um  $p=0,39$  ( $\rho -0,15$ ) entre RMS IO x LOCS III e um  $p=0,83$  ( $\rho 0,03$ ) entre RMS IO x Log(s). **Conclusão:** A perda da qualidade de visão não se restringe somente aos resultados da acuidade visual, logo novos métodos objetivos e qualitativos do desempenho visual têm sido introduzidos. Os estudos do espalhamento de luz na retina, da sensibilidade ao contraste e da análise da óptica intraocular através da aberrometria são novos parâmetros funcionais que associados a métodos objetivos de diagnóstico como o PNS vão nos permitir o entendimento e o conhecimento da qualidade de visão destes pacientes e o seu prognóstico visual.

**Descritores:** Catarata; Cristalino/fisiopatologia; Acuidade visual; Técnicas de diagnóstico em oftalmologia

### ABSTRACT

**Purpose:** To correlate straylight levels, lens scattering, lens opacity and intraocular aberrometry in patients with nuclear cataract. **Methods:** This is a prospective study. Thirty consecutive patients (30 eyes) were including. Ocular Straylight was evaluated using the C-Quant. Lens scattering was evaluated using Scheimpflug anterior segment tomography, using the new software PNS. Dilated slit lamp evaluation was performed and lens opacity was classified according to LOCS III scale. Total wavefront was measured by ray tracing (iTrace); intraocular aberrations were calculated by the integration of the Placido topography (Vista, Tracy Technologies). Exclusion criteria: corneal disease, retinal or optic nerves disease or previous ocular surgery. This is study analyzed was Kolmogorov-Smirnov for Normality. Spearman correlation test was performed. **Results:** The mean age from patients was 72,3 y ( $\pm 8,9$ ). The mean PNS was 2,7 ( $\pm 1,14$ ), the mean LOCS III was 3,7 ( $\pm 1,15$ ) and the mean Log(s) was 1,49( $\pm 0,38$ ). The correlations between Log(s) x PNS, Log(s) x LOCS III and LOCS III x PNS obtained respectively  $p=0,270$  ( $\rho 0,20$ ),  $p=0,717$  ( $\rho 0,06$ ) e  $p=0$  ( $\rho 0,76$ ). The mean RMS IO was 1,23 ( $\pm 0,5$ ). The correlations between RMS IO x PNS was  $p=0,41$  ( $\rho -0,15$ ) and RMS IO x LOCS III was  $p=0,39$  ( $\rho -0,15$ ) and between RMS IO x Log(s) was  $p=0,83$  ( $\rho 0,03$ ). **Conclusion:** There is an association between the straylight level and cataract development, causing glare disability and visual performance. Quality of vision loss because of eye media disturbances is limited not only to visual acuity effects, but also to other effects such as caused by straylight and intraocular aberrations.

**Keywords:** Cataract; Lens, crystalline/pysiopathology; Visual acuity; Diagnostic techniques, ophthalmological

<sup>1</sup> Pós-graduando (doutorado) em Oftalmologia pela Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo (SP), Brasil;

<sup>2</sup> Doutor, professor adjunto da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo (SP), Brasil;

<sup>3</sup> Grupo de Estudos de Tomografia e Biomecânica de Córnea do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

Recebido para publicação em 18/3/2013 - Aceito para publicação em 26/4/2013

## INTRODUÇÃO

A catarata é a maior causa de declínio visual em pacientes idosos<sup>(1)</sup>. Dos muitos tipos de opacidades do cristalino, a catarata nuclear tem uma forte relação com o processo de envelhecimento e assim estes pacientes apresentam uma diminuição da função visual devido à progressão da esclerose nuclear que por sua vez promove uma variação dos índices de refração que resultam em erros do mesmo. No entanto, a deterioração da função visual destes pacientes não pode ser completamente explicada por erros esféricos ou cilíndricos<sup>(2-4)</sup>. Logo, a qualidade da perda visual dos distúrbios oculares pela alteração da opacidade do cristalino não pode ser limitada somente aos efeitos da acuidade visual<sup>(5)</sup>.

Considerando que a cirurgia de catarata tende a ser indicada mais precocemente, mesmo antes da redução da acuidade visual de alto contraste, abordagens mais avançadas para avaliar a performance visual funcional são interessantes. O estudo objetivo das aberrações ópticas (análise da frente de onda), testes objetivos de sensibilidade ao contraste e do espalhamento da luz (*straylight*) são relevantes e devem ser integrados com estudo da densitometria óptica (*scattering*) do cristalino. A avaliação do espalhamento de luz (*straylight*) pode ser realizada por meio do *C-Quant* (*cataract-quantifier*, *oculus*), desenvolvido por van den Berg<sup>(6)</sup> que determina um parâmetro objetivo, Log(s) que corresponde ao grau de espalhamento da luz dentro do olho e o teste de sensibilidade ao contraste pode ser realizado com optotipos (ex. letras de Snellen, anel de Landolt), ou por meio de tabelas sinusoidais descritas por Ginsburg<sup>(7)</sup>.

Tal abordagem é fundamental para documentação e confirmação das alterações relacionadas com a presença e progressão da catarata, bem como favorece a decisão sobre a indicação cirúrgica e o seu prognóstico visual<sup>(8)</sup>.

Neste estudo, avaliamos as mudanças da densidade e propriedades ópticas do cristalino em olhos com catarata nuclear e estabelecemos as correlações entre os parâmetros funcionais qualitativos e métodos diagnósticos subjetivo (LOCS III) e objetivo (PNS) do cristalino modificado.

## MÉTODOS

Este foi um estudo observacional e prospectivo onde foram avaliados 30 olhos de 30 pacientes com diagnóstico de catarata nuclear pelo *Lens Opacification Classification System III*.

O estudo foi desenvolvido respeitando as normas e orientações estabelecidas na Declaração de Helsinki e as orientações e normas do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense.

Os critérios de inclusão do estudo foram todos aqueles pacientes com diagnóstico de catarata nuclear pela classificação de LOCS III avaliados pelo mesmo médico.

Os critérios de exclusão foram todos aqueles pacientes que apresentaram doença e/ou opacidade corneana, doenças retiniana e/ou do nervo óptico e cirurgia ocular prévia e aqueles que não quiseram assinar o termo de consentimento.

Após o exame oftalmológico de rotina, todos os pacientes incluídos no estudo foram avaliados pelos métodos de *Ray tracing* integrado com a Topografia de Plácido (*iTrace*, *Vista*, *Tracy Technologies*, *Houston*, *EUA*) o qual foi utilizado para avaliação da aberrometria total e intraocular (RMS IO\_ *root-mean-square*

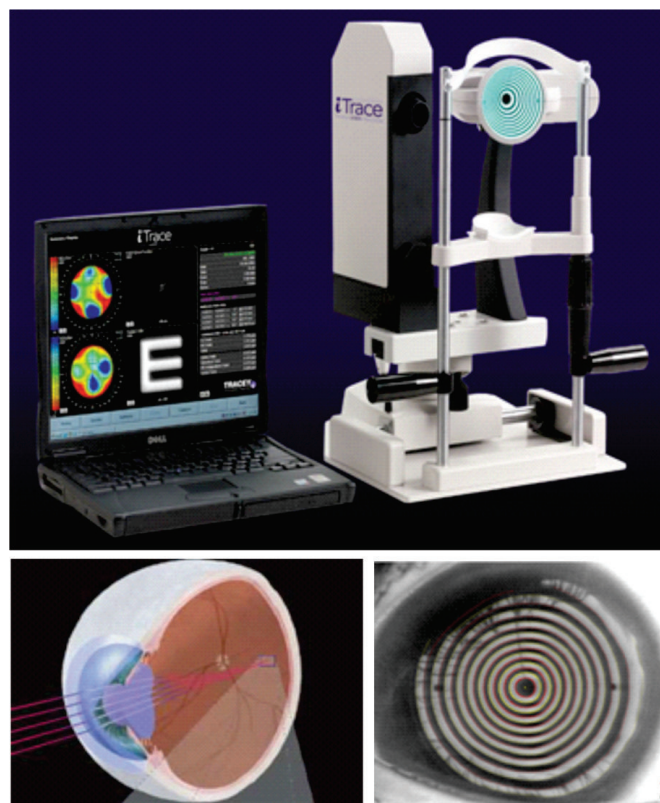


Figura 1: 'Ray tracing' (*iTrace*) foi utilizado para avaliação da aberrometria total e intraocular onde foi calculado com a integração da topografia de Plácido (Vista)

*intraocular*), pelo *C-Quant* (*cataract-quantifier*, *Oculus*, *Wetzlar*, *Germany*) para a avaliação do *straylight* (espalhamento de luz) através do Log(s) e pela Tomografia de Córnea e Segmento Anterior (*Pentacam*® - *Oculus*, *Wetzlar*, *Germany*) que nos forneceu o PNS (*pentacam nucleus staging*) através da imagem de Scheimpflug, classificando a densitometria do cristalino de 1-5.

O *iTrace* (*Tracey Technologies*, *Houston*, *EUA*), exame de aberrometria foi realizado em condições dinâmicas de acomodação e reflexo pupilar sob estratégia de *fogging* (ou borramento da mira), por meio de *ray tracing* (figura 1) de pontos individuais de *laser* projetados na retina, de forma integrada a topografia de Plácido. Duas sequências de 128, num total de 256 pontos projetados dentro da abertura pupilar foram utilizadas para cada exame. A posição de cada ponto na retina é identificada de modo a reconstrução do *retinal spot diagram* (RSD) que possibilita a visualização da função de espalhamento de um ponto (*point spread function*). Um olho sem aberrações ópticas teria uma convergência de todos os pontos para o centro do RSD. O desvio de cada ponto é calculado para reconstrução da frente de onda de acordo com os polinômios de Zernike sob a forma de elevação (micra) de RMS (*root mean square*). A zona óptica de 4mm é classicamente utilizada para cálculo da autorrefração dos aberrômetros (4,72). O RMS total, da córnea e intraocular (RMS IO), de baixa ordem, de alta ordem, do desfoco, do astigmatismo (e seu eixo), das aberrações de alta ordem, da aberração esférica, do coma (e seu eixo) e do *trefoil* (e seu eixo) foram fornecidos para 4mm.

O *C-Quant* (*Cataract-Quantifier*, *Oculus*, *Wetzlar*, *Germany*) foi utilizado para avaliar o espalhamento intraocular da luz. A força total do espalhamento é dada como um parâmetro de dispersão e utilizou-se o logaritmo denominado Log(s) para efeitos



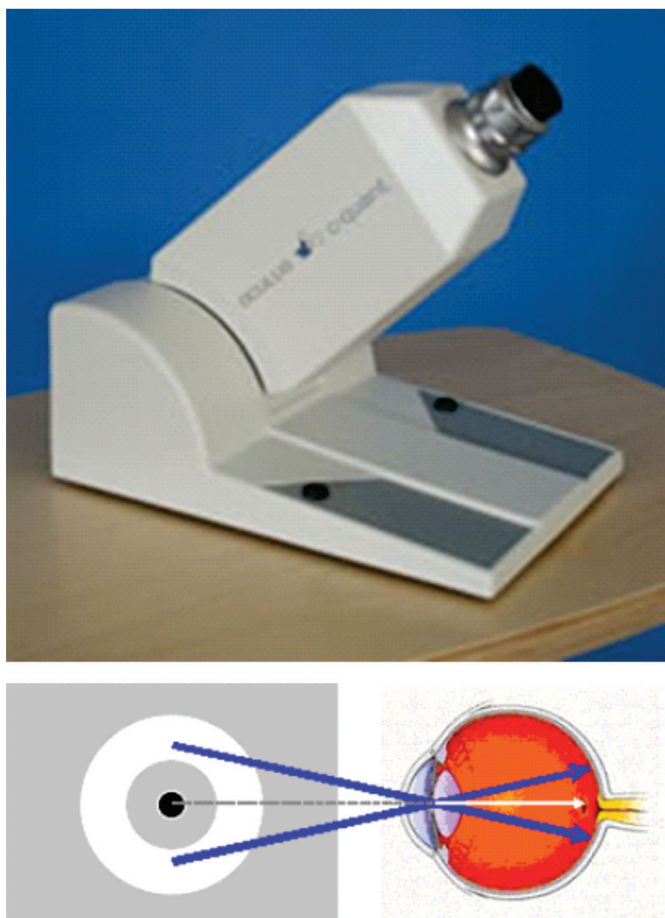


Figura 2: C-Quant (Pentacam® - Oculus, Wetzlar, Germany) para a avaliação do 'straylight' (espalhamento de luz) através do Log(s)

de cálculo. Quanto maior fosse o Log(s), maior o espalhamento de luz e consequentemente, pior a qualidade visual. O resultado desse cálculo inclui também um parâmetro que fornecesse a acurácia da respectiva medida (Esd). A medida de acurácia normal com o C-Quant (figura 2) é de Esd 0,07 unidades logarítmicas. Duas medidas no olho selecionado com pupila não midriática eram realizadas e as medidas com Esd  $\geq 0,08$  foram excluídas.

A Tomografia de córnea e segmento anterior (Pentacam, Oculus) utiliza um sistema com uma câmara rotacional de 360° e uma foto de luz monocromática (LED azul de 475 nm) dotada do princípio óptico de Scheimpflug, que obtém de 25 a 100 imagens de fenda do segmento anterior em aproximadamente 2 segundos, construindo imagens tridimensionais da córnea e segmento anterior do olho. Após alinhamento próprio da face o paciente é instruído para olhar para o alvo de fixação. O examinador observa a imagem em tempo real do olho do paciente na tela do computador e a imagem é focada e centralizada automaticamente. O parâmetro PNS (pentacam nucleus staging) é fornecido pelo software do aparelho e classificando a densitometria do cristalino de 1 a 5 (figura 3).

O Teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliar a distribuição normal e o Teste de Spearman, não paramétrico, utilizado para as correlações entre as variáveis LOCS III x PNS; LOCS III x Log(s); Log(s) x PNS; RMS IO x PNS; RMS IO x LOCS III e RMS IO x Log(s). A análise estatística foi realizada pelo Bioestat (version 5.0 software; Belém (PA), Brazil). Foi considerado como estatisticamente significativo  $p \leq 0,05\%$ .

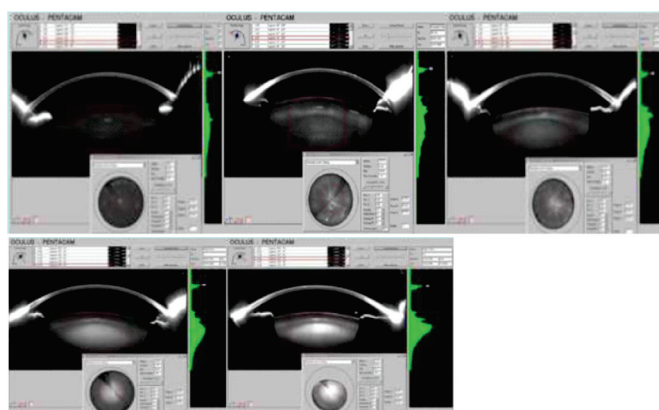


Figura 3: Imagens de Scheimpflug e a classificação da densitometria do cristalino - PNS de 1 a 3, da esquerda para direita, respectivamente (acima) e PNS 4 e 5, da esquerda para direita, respectivamente (abaixo)

## RESULTADOS

Foram avaliados 30 olhos de 30 pacientes com inclusão de 16 homens e 14 mulheres. A média de idade foi de 72,3 anos ( $\pm 8,9$ ).

A média do LOCS III entre NO1 e NO6 foi de 3,7 ( $\pm 1,15$ );

A média do PNS (pentacam nucleus staging) foi de 2,7 ( $\pm 1,14$ );

A média do Log(s) foi de 1,49 ( $\pm 0,38$ ), com a média de Esd de 0,05 ( $\pm 0,02$ );

A média da RMS IO foi de 1,23 ( $\pm 0,5$ );

A correlação entre as variáveis LOCS III x PNS foi estatisticamente significativa com  $p=0$  e o seu coeficiente de correlação  $\rho=0,76$ , apresentando uma forte correlação, como pode ser visto no gráfico 1.

A correlação entre as variáveis Log(s) x LOCS III não foi estatisticamente significativa com  $p=0,71$  e o seu coeficiente de correlação  $\rho=0,06$  (gráfico 2). Apesar da correlação entre as variáveis Log(s) x PNS não ser estatisticamente significativa com  $p=0,27$  e  $\rho=0,20$  (gráfico 3), apresenta uma associação positiva e uma correlação maior quando comparada com a correlação entre Log(s) e LOCS III.

As correlações entre as variáveis RMS IO x PNS, RMS IO x LOCS III e RMS IO x Log(s) não foram estatisticamente significantes com  $p=0,41$  ( $\rho=0,15$ ),  $p=0,39$  ( $\rho=0,15$ ) e  $p=0,83$  ( $\rho=0,03$ ), respectivamente.

## DISCUSSÃO

O advento da cirurgia de catarata, determinou uma necessidade de evolução de métodos avançados de diagnóstico e prognóstico da performance visual. Classicamente, o método utilizado para a classificação da catarata vem sendo o Sistema LOCS III<sup>(9)</sup> (Lens Opacification Classification System III) que se baseia na biomicroscopia pela lâmpada de fenda, porém é um método subjetivo e apresenta variabilidade na interpretação de diferentes observadores. Sendo assim, considerando os aspectos médico legais e a tendência de realizar a cirurgia mais precocemente antes mesmo da redução da acuidade visual, se tornam fundamentais a importância de métodos objetivos e reprodutíveis validados cientificamente para documentação e confirmação do diagnóstico de catarata e a sua classificação.

A densitometria do cristalino através da imagem de Scheimpflug é computada tomograficamente por meio do sistema PNS<sup>(10)</sup> (Pentacam Nucleus Staging) e este é um método ob-

Gráfico 1  
Correlação entre LOCS x PNS

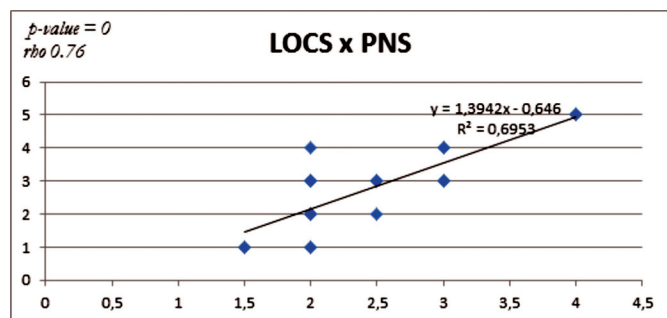


Gráfico 2  
Correlação entre Log(s) x LOCS

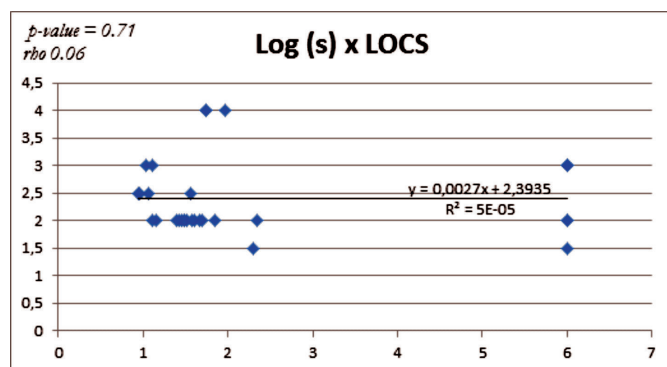
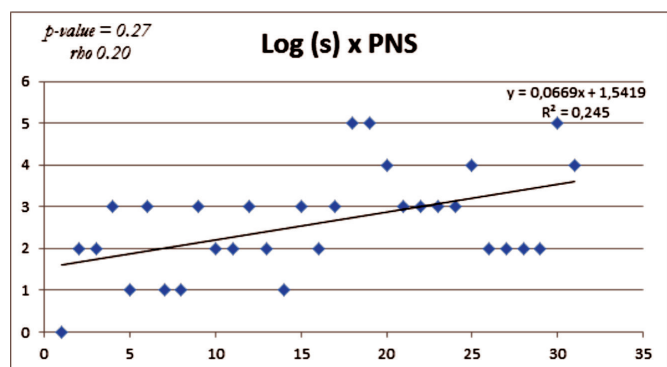


Gráfico 3  
Correlação entre Log (s) x PNS



jetivo que ao integrarmos com o estudo da análise da frente de onda com detecção das aberrações ópticas intraoculares, o estudo do espalhamento de luz<sup>(11)</sup> e testes objetivos de sensibilidade ao contraste<sup>(7)</sup> poderá nos ajudar a entender o estado real das alterações da qualidade funcional da visão de cada paciente com catarata. As variáveis geradas por estes exames mais avançados permitem, além de aumentar o nosso conhecimento e capacidade no diagnóstico e prognóstico, serão de notáveis auxílios com a chegada do femtolaser para cirurgia de catarata e na escolha das lentes intraoculares premium.

Nosso estudo vem corroborar achados na literatura, como o do Ortiz et al.<sup>(12)</sup> que observaram uma diminuição da qualidade óptica com aumento das alterações morfológicas do cristalino detectadas através da densitometria do cristalino medida

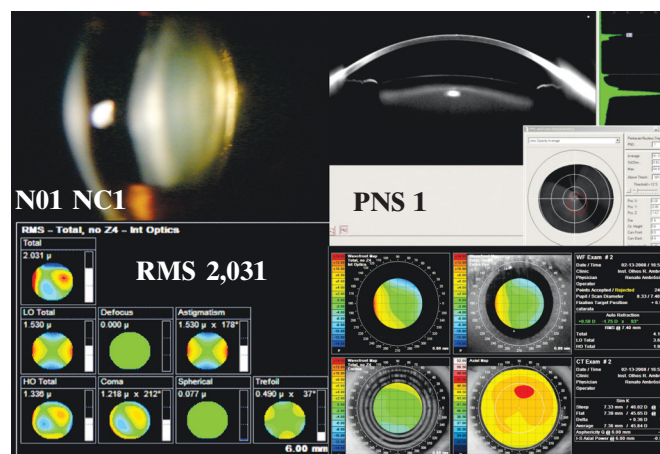


Figura 4: Esquematização da análise subjetiva, objetiva e qualitativa da opacidade do cristalino N01NC1 pela classificação de LOCS III; O Log(s) neste paciente foi de 1,16

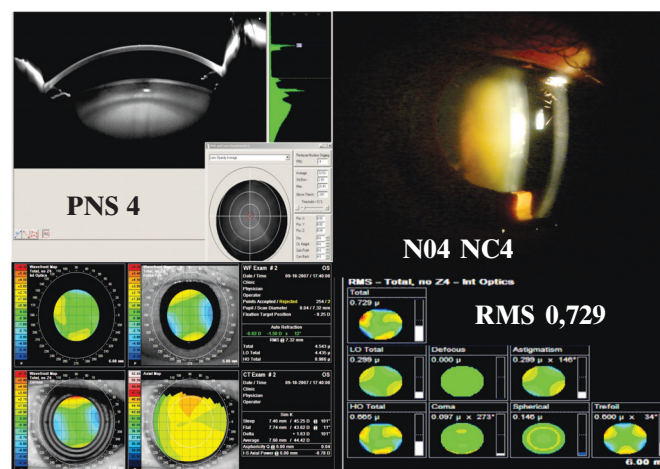


Figura 5: Esquematização da análise subjetiva (LOCS III), objetiva (PNS) e qualitativa da opacidade do cristalino N04NC4 pela classificação de LOCS III; O Log(s) neste paciente foi de 1,85

pelo PNS. Datiles et al.<sup>(13)</sup> demonstraram que a densitometria do cristalino medida com o PNS é um método mais sensível comparado com LOCS III para avaliação da evolução da opacidade cristalina, possibilitando assim detectar alterações mais precoces do cristalino. Outros estudos como o de Pei et al.<sup>(14)</sup> e Magalhães et al.<sup>(15)</sup> mostram a correlação linear entre o PNS e a classificação LOCS III em cataratas nucleares. Observamos no nosso estudo que há uma forte correlação entre o PNS e LOCS III, mostrando ser métodos de diagnóstico reproduzíveis. Outro aspecto interessante que foi demonstrado, é que existe uma maior correlação entre o PNS x Log(s) do que entre LOCS III x Log(s), evidenciando assim que o espalhamento de luz tem maior relação com o método objetivo do que subjetivo. Além disso, notamos que apesar das correlações entre o RMS IO e as outras variáveis geradas como LOCS III e PNS não serem estatisticamente significantes, há uma associação negativa e isso demonstra que quanto maior o grau de opacidade do cristalino menor quantidade de aberrações ópticas, porém devemos lembrar que nosso estudo pode apresentar limitações, pois o método de avaliação do *ray tracing* pode ser dificultado em sua análise nas cataratas mais avançadas, pela não passa-

gem de todos os pontos do feixe de laser para retina, além dos 4mm de zona óptica estudada. Sendo assim, sabemos que a avaliação da aberrometria se torna mais importante nas cataratas iniciais. Isso pode ser observado na esquematização das figuras 4 e 5, as quais visualizamos as imagens de biomicroscopia com a classificação do LOCS III, a imagem de Scheimpflug com PNS e os mapas de aberrometria. Nota-se na figura 4, que o RMS IO para a catarata com PNS 1 é 2,031 e que na esquematização da figura 5 onde o PNS através da imagem de Scheimpflug foi classificado como 4, o RMS IO foi de 0,729. Lee et al.<sup>(16)</sup> observaram que em olhos com catarata nuclear a maioria das aberrações de alta ordem vem da óptica intraocular (RMS IO) e que o grau de opalescência da catarata nuclear foi negativamente correlacionado com a quantidade de aberração esférica, corroborando com nosso estudo. Estes achados podem explicar os sintomas “subjetivos” nestes pacientes.

Em conclusão, a análise do cristalino deve ir além da tradicional e sempre fundamental biomicroscopia e avaliação da acuidade visual pela tabela de Snellen, principalmente em estágios precoces de catarata. Logo, a introdução de novas tecnologias se tornam indispensáveis para o entendimento e conhecimento qualitativo real das alterações da performance visual em olhos com catarata.

## REFERÊNCIAS

1. Kuroda T, Fujikado T, Ninomiya S, Maeda N, Hirohara Y, Mihashi T. Effect of aging on ocular light scatter and higher order aberrations. *J Refract Surg.* 2002;18(5):S598-602.
2. Porter J, Guirao A, Cox IG, Williams DR. Monochromatic aberrations of the human eye in a large population. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis.* 2001;18(8):1793-803.
3. Applegate RA, Marsack JD, Ramos R, Sarver EJ. Interaction between aberrations to improve or reduce visual performance. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29(8):1487-95.
4. Donnelly WJ 3rd, Pesudovs K, Marsack JD, Sarver EJ, Applegate RA. Quantifying scatter in Shack-Hartmann images to evaluate nuclear cataract. *J Refract Surg.* 2004;20(5):S515-22.
5. Van Den Berg TJ, Van Rijn LJ, Michael R, Heine C, Coeckelbergh T, Nischler C, et al. Straylight effects with aging and lens extraction. *Am J Ophthalmol.* 2007;144(3):358-63.
6. Van den Berg TJ. Depth-dependent forward light scattering by donor lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1996;37(6):1157-66.
7. Ginsburg AP, Cannon MW. Comparison of three methods for rapid determination of threshold contrast sensitivity. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1983;24(6):798-802.
8. Ambrosio Jr R, Chalita MR, Netto MV, Schor P, Chamon W, Fontes BM, editores. Wavefront e topografia, tomografia e biomecânica da córnea. Propedêutica complementar em cirurgia refrativa. 2a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2012.
9. Chylack LT Jr, Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, Bailey IL, et al. The Lens Opacities Classification System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol.* 1993;111(6):831-6.
10. Nixon DR. Preoperative cataract grading by Scheimpflug imaging and effect on operative fluidics and phacoemulsification energy. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(2):242-6.
11. Van den Berg TJ, Coppens JE. Method and device for measuring retinal straylight. Patent W02005023103, NL1024232C. 2005. Available from: <http://patentscope.wipo.int/search/en/WO2005023103>
12. Ortiz D, Alió JL, Ruiz-Colechá J, Oser U. Grading nuclear cataract opacity by densitometry and objective optical analysis. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(8):1345-52.
13. Datiles MB 3rd, Magno BV, Freidlin V. Study of nuclear cataract progression using the National Eye Institute Scheimpflug system. *Br J Ophthalmol.* 1995;79(6):527-34.
14. Pei X, Bao Y, Chen Y, Li X. Correlation of lens density measured using the Pentacam Scheimpflug system with the Lens Opacities Classification System III grading score and visual acuity in age-related nuclear cataract. *Br J Ophthalmol.* 2008;92(11):1471-5.
15. Magalhães FP, Costa EF, Carrielo AJ, Rodrigues EB, Hofling-Lima AL. Comparative analysis of the nuclear lens opalescence by the Lens Opacities Classification System III with nuclear density values provided by Oculus Pentacam: a cross-section study using Pentacam Nucleus Staging software. *Arq Bras Oftalmol.* 2011;74(2):110-3.
16. Lee J, Kim MJ, Tchah H. Higher-order aberrations induced by nuclear cataract. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(12):2104-9. Erratum in *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(1):4.

### Autor correspondente:

Bruno de Freitas Valbon

Av. Marechal M. de Moraes, nº 2767 - apto. 102 - Bento Ferreira CEP 29052-121 - Vitória (ES), Brasil

Tel: 55-(21)81037117

E-mail: [brunovalbon@usp.br](mailto:brunovalbon@usp.br)