

# Desenvolvimento de software oftalmológico para computação móvel

*Development of ophthalmologic software for handheld devices*

Gustavo Teixeira Grottone<sup>1</sup>

Ivan Torres Pisa<sup>2</sup>

João Carlos Grottone<sup>3</sup>

Fernando Debs<sup>4</sup>

Paulo Schor<sup>5</sup>

## RESUMO

**Introdução:** As fórmulas para cálculo de lentes intra-oculares sofreram grande evolução desde os primórdios das fórmulas teóricas de Fyodorov. Dentre as fórmulas de segunda geração, a fórmula SRK-I era de cálculo relativamente simples, levando em conta um cálculo direto que envolvia somente o diâmetro ântero-posterior, constante da lente e ceratometria média. Com a evolução das fórmulas, os cálculos ficaram cada vez mais complexos sendo inviável a reconfiguração dos parâmetros em situações emergenciais. Desta maneira a produção e desenvolvimento de programa para tal fim, pode ajudar de forma significativa os cirurgiões que num momento de necessidade precisem de um cálculo com novos valores de variáveis. **Objetivo:** Idealizar, desenvolver e testar um programa nacional de distribuição gratuita para o cálculo do poder dióptrico de lentes intra-oculares (LIO) para computadores de mão. **Métodos:** Para o desenvolvimento e programação de dispositivos móveis objetivando o cálculo de lentes intra-oculares, foi utilizado o compilador PocketC. Foram adotados como padrão-ouro os resultados do modo de biometria do aparelho de ultra-sonografia ocular Ultrascan (Alcon Labs, USA – Forthworth) e comparados com os resultados do programa em estudo. Desta forma, os dados foram armazenados em um grupo derivado dos resultados do Ultrascan (grupo ULTRASCAN) e outro derivado dos resultados do programa em avaliação (grupo PROGRAMA). Foram simuladas, no programa estudado, as variáveis correspondentes às utilizadas no grupo ULTRASCAN, para o cálculo das LIOs de 100 pacientes fictícios com a fórmula SRK/T. **Resultados:** Utilizando o teste de Wilcoxon para postos assinalados, foi demonstrado que os grupos não diferiam ( $p=0,314$ ). Dos 100 parâmetros testados, tivemos variação na amostra do Ultrascan entre 11,82D e 27,97D. Dentro da amostra do programa testado a variação foi praticamente semelhante (11,83D-27,98D). A média da amostra do grupo Ultrascan foi de 20,93D. Resultado semelhante à média do grupo programa em estudo. Os desvios-padrão das amostras também foram semelhantes (4,53D). **Conclusão:** A precisão do programa testado foi semelhante a do aparelho de ultra-sonografia ocular Ultrascan, para a fórmula SRK/T. O funcionamento do programa se demonstrou estável sem travamentos nos testes efetuados. A utilização deste programa em unidades cirúrgicas onde exista a necessidade de troca ou recálculo da lente intra-ocular do paciente, é alternativa segura, móvel e portátil, que pode auxiliar o cirurgião na escolha de uma nova lente.

**Descritores:** Catarata; Lentes intra-oculares; Biometria; Software

Trabalho desenvolvido na Universidade Federal de São Paulo conjuntamente pelo Departamento de Oftalmologia e Departamento de Informática em Saúde. Parcialmente desenvolvido na Santa Casa de Misericórdia de Santos.

<sup>1</sup> Mestre pela Universidade Federal de São Paulo. Médico-colaborador do Departamento de Informática em Saúde - DIS, da Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP - São Paulo (SP) - Brasil.

<sup>2</sup> Orientador do curso de pós-graduação do DIS, da UNIFESP - São Paulo (SP) - Brasil.

<sup>3</sup> Chefe do serviço de Oftalmologia da SCMS; professor titular da disciplina de Oftalmologia da Universidade Lusfadas - Faculdade de Ciências Médicas de Santos (SP) - Brasil.

<sup>4</sup> Residente de segundo ano da Santa Casa de Misericórdia de Santos (SP) - Brasil.

<sup>5</sup> Professor Livre-docente do setor de Oftalmologia da UNIFESP - São Paulo (SP) - Brasil.

**Endereço para correspondência:** Rua Waldomiro Silveira, 8 - Apto. 31C - Santos (SP) CEP 11055-150  
E-mail: gtg2001@terra.com.br

Recebido para publicação em 30.03.2005

Versão revisada recebida em 26.12.2005

Aprovação em 25.01.2006

**Nota Editorial:** Pelo desenvolvimento da versão JAVA e o desenvolvimento da fase final do projeto, agradecemos Douglas Alves Moraes pela ajuda. O software está registrado no INPI com o número 00000023/2005. O site da internet <http://telemedicina.unifesp.br/lio-srk> disponibiliza gratuitamente as várias versões deste programa. Depois de concluída a análise do artigo sob sigilo editorial e com a anuência do Dr. Maurício Bastos Pereira sobre a divulgação de seu nome como revisor, agradecemos sua participação neste processo.

## INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios na área de computação é a portabilidade dos dispositivos eletrônicos. O primeiro computador, ENIAC, posto em funcionamento em 1945 nos Estados Unidos, ocupava cerca de um andar inteiro da Moore School. Era composto por válvulas e relés e tinha o propósito de calcular as trajetórias de bombas e projéteis. Por ser formado basicamente por elementos de eletrônica discreta, pesava cerca de 30 toneladas<sup>(1-2)</sup>.

A diminuição dos componentes, adoção de transistores e posteriormente circuitos integrados ou chips, tornou possível o aparecimento de computadores mais compactos. O aparecimento dos PCs, possibilitou ao usuário doméstico acesso ao mundo científico. Com a melhoria das técnicas de fabricação, os chips utilizados ficaram menores e mais rápidos<sup>(3)</sup>. Uma nova tendência de dispositivos surgiu de acordo com a necessidade de mobilidade. Os "palmtops" (computadores de mão) são dispositivos eletrônicos com sistema operacional próprio que difere dos sistemas operacionais dos "laptops" (computadores portáteis de mesa) ou mesmo dos computadores de mesa tradicionais. Isso ocorre porque todos os mecanismos tem de ser simplificados de modo a poupar energia e recursos do processador.

As fórmulas para cálculo de lentes intra-oculares sofreram uma grande evolução desde os primórdios das fórmulas teóricas de Fyodorov. Dentre as fórmulas de segunda geração, a fórmula SRK-I, era de cálculo relativamente simples, levando em conta um cálculo direto que envolvia somente o diâmetro ântero-posterior, constante da lente e ceratometria média<sup>(4-5)</sup>. Com a evolução das fórmulas, os cálculos ficaram cada vez mais complexos sendo inviável o cálculo rápido em situações onde não se dispõe de um biômetro para recálculo. Com o crescente número de profissionais que dispõem de um computador de mão, o acesso às fórmulas neste dispositivo pode mostrar-se bastante conveniente.

A partir deste momento, o desenvolvimento e uso de um programa para computadores de mão, capaz de refazer estes cálculos pode ajudar na escolha da lente intra-ocular. Na maioria das vezes os dados necessários para o recálculo estão presentes na impressão da biometria a ser substituída.

Desta maneira a produção e desenvolvimento de um programa para tal fim, pode ajudar de forma significativa os cirurgiões que num momento de emergência necessitem da troca da lente intra-ocular.

Nosso objetivo é idealizar, desenvolver e testar um programa nacional de distribuição gratuita para o cálculo do poder dióptrico de lentes intra-oculares (LIO) para computadores de mão.

## MÉTODOS

Para o desenvolvimento e programação para dispositivos móveis objetivando o cálculo de lentes intra-oculares, foi utilizado o compilador PocketC (OrbWorks C. Software, USA). Este programa utiliza a linguagem C (Borland Inc., USA) para codificar instruções para o computador de mão. O sistema operacio-

nal optado foi o Palm OS versão 5.1 (Palm Source, USA). Este programa foi desenvolvido para o uso em computadores de mão da família Palm a partir da versão 3.5 (Palm Source, USA).

O programa aqui demonstrado foi desenvolvido de forma inovadora sem a utilização de fragmentos ou módulos de programação derivados de outros programas já existentes em PC. As fórmulas foram extraídas de manuais do aparelho Ultrascan. Desta maneira, utilizamos para padrão-ouro o mesmo.

Foram adotados como padrão-ouro os resultados do modo de biometria do aparelho de ultra-sonografia ocular Ultrascan (Alcon Labs, USA – Forthworth) e comparados com os resultados do programa em estudo.

Desta forma, os dados foram armazenados em um grupo derivado dos resultados do Ultrascan (grupo ULTRASCAN) e outro derivado dos resultados do programa em avaliação (grupo PROGRAMA).

Foram simuladas, no programa estudado, as variáveis correspondentes às utilizadas no grupo ULTRASCAN, para o cálculo das LIOs de 100 pacientes fictícios com a fórmula SRK/T, com ceratometrias variando entre 35-55D, comprimento axial entre 20-28 mm e constantes de 118,7, 118,3 e 115,8. A emetropia foi escolhida como a dioptria final desejada para o paciente. Para os testes estatísticos foi utilizado o teste de Wilcoxon (não paramétrico) com  $p < 0,05$ . Este teste foi utilizado pela praticidade em avaliar amostras pareadas com curva de distribuição diferentes da curva normal. A escolha dos valores do parâmetros foi aleatória utilizando uma tabela para geração de números randômicos.

Como as outras fórmulas do programa não são tão utilizadas no momento, optamos por testar a mais utilizada (dentre as opções do programa), SRK/T.

## RESULTADOS

Utilizando o teste de Wilcoxon para postos assinalados, foi demonstrado que os grupos não diferiam ( $p=0,314$ ). Dos 100 parâmetros testados, tivemos uma variação na amostra do grupo ULTRASCAN entre 11,82D-27,97D. Dentro da amostra do grupo PROGRAMA testado, a variação foi praticamente semelhante (11,83D-27,98D). A média da amostra do grupo ULTRASCAN foi de 20,93D. Resultado semelhante à média do grupo PROGRAMA em estudo. Os desvios-padrão das amostras também foram semelhantes (4,53D) (Tabela 1).

**Tabela 1. Resultados das dioptrias finais das lentes intra-oculares, obtidas após o cálculo no biômetro Ultrascan e no programa em teste**

| <b>p=0,314</b>                           | <b>Grupo ULTRASCAN</b> | <b>Grupo PROGRAMA</b> |
|--|------------------------|-----------------------|
| Varição dos resultados em dioptrias      | 11,82D-27,97D          | 11,83D-27,98D         |
| Variância dos resultados em dioptrias    | 4,53D                  | 4,53D                 |
| Média dos resultados finais em dioptrias | 20,93D                 | 20,94D                |

O funcionamento do programa se demonstrou estável sem travamentos durante os testes.

## DISCUSSÃO

Foi escolhida a fórmula SRK/T, pois atualmente quase todos os biômetros contêm essa fórmula dentre as inúmeras existentes. Outro fator é que a fórmula SRK/T<sup>(6)</sup> mostrou ser mais confiável isoladamente que qualquer outra fórmula da terceira geração<sup>(7)</sup>. A fórmula SRK/T ainda é muito utilizada para o cálculo de lentes intra-oculares desde a reformulação da SRK-II. Mesmo com o surgimento de novas fórmulas como Haigis e Holladay 2<sup>(8)</sup>, a fórmula SRK/T deve perdurar durante algum tempo no cenário oftalmológico. É uma fórmula equilibrada que consegue resultados bastante satisfatórios mesmo quando utilizada em olhos pequenos (diâmetro antero-posterior < 22 mm), quando comparada com outras fórmulas<sup>(4)</sup>. Somente fórmulas dedicadas como a Hoffer-Q<sup>(9-10)</sup> e Holladay<sup>(11)</sup> (inclusa no software), conseguem melhor desempenho em relação aos olhos hipermetropes (com algumas vantagens para a Hoffer-Q).

As fórmulas SRK-I e SRK-II não são mais utilizadas porque, para valores extremos de comprimento axial, tem valores muito discrepantes com os desejáveis.

Como foi demonstrada nos resultados apresentados, a diferença entre os cálculos executados pelo aparelho Ultrascan praticamente não diferiam dos cálculos do programa em estudo. Algumas diferenças pequenas podem ter ocorrido devido ao método de arredondamento de números fracionários do PALM ser ligeiramente diferente do Ultrascan.

O Ultrascan tem seu núcleo de processamento composto por uma CPU de 486, com co-processador aritmético dedicado para lidar com números fracionários<sup>(3)</sup>. O mesmo não ocorre com o PALM sendo que em seu núcleo RISC o processamento de números fracionários não é feito pelo processador e sim por uma biblioteca via código (programa do sistema operacional). Esta diferença na arquitetura dos aparelhos pode influenciar nas pequenas flutuações de resultados dos dois aparelhos.

A utilização deste programa em unidades cirúrgicas onde exista a necessidade de troca ou recálculo da lente intra-ocular do paciente, é uma alternativa segura, móvel e portátil, que pode auxiliar o cirurgião na escolha de uma nova lente.

Entretanto, do ponto de vista clínico, a diferença é desprezível, não modificando a conduta ou escolha da lente intra-ocular desejada.

As telas do programa são de acesso simples e direto. A inicialização do programa é obtida com a escolha do ícone em forma de lente intra-ocular (Figuras 1A, 1B, 2A, 2B e 3).

Outros programas para cálculo de lente intra-ocular podem ser encontrados na Internet<sup>(12-13)</sup>. Existe uma versão em testes que está sendo desenvolvida pelo nosso grupo na linguagem JAVA (Figuras 4A e 4B). Este programa possibilita inclusive o uso de celulares com JAVA, não necessitando do custo adicional do computador de mão. Uma vez que os dispositivos



Figura 1 - A: Tela de inicialização do Palm OS 5.1 com ícone do software para cálculo de lente intra-ocular. B: Tela inicial do software.

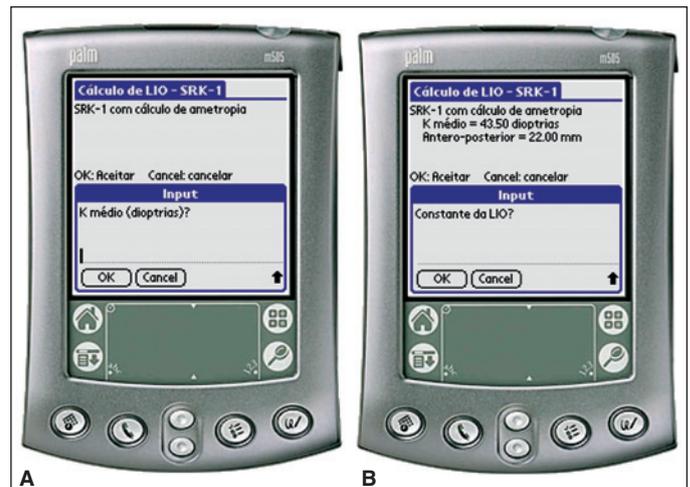


Figura 2 - A e B: Telas do módulo de cálculo SRK/1 (semelhantes as do SRK/T)

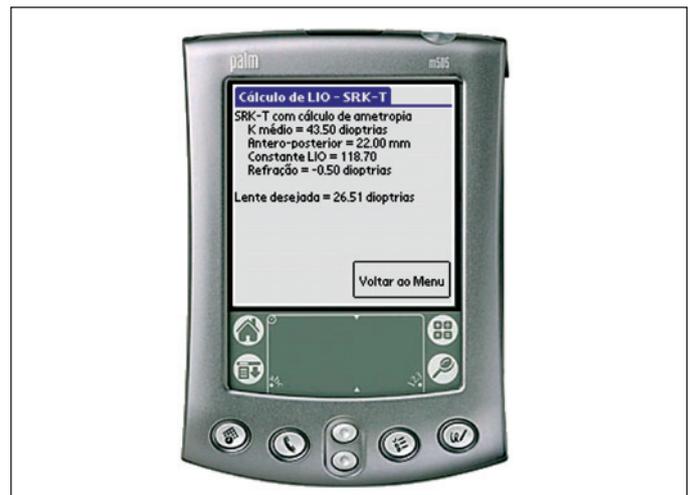


Figura 3 - Tela de exibição do resultado final



Figura 4 - Tela do projeto para software em celulares com recurso JAVA. A: Smart-phone com display estendido. B: Celular com tela de pequena resolução.

móveis estão cada vez mais difundidos, o uso do software pode acompanhar esta tendência nos centros cirúrgicos oftalmológicos.

### CONCLUSÃO

A precisão do programa testado foi semelhante a do aparelho de ultra-sonografia ocular Ultrascan, para a fórmula SRK/T. O funcionamento do programa se demonstrou estável sem travamentos nos testes efetuados. Neste trabalho demonstramos uma experiência pioneira no ramo de informática aplicada à saúde em nosso país, e a abertura de mais uma frente para exploração dos “palms” em vários ramos da medicina.

### ABSTRACT

**Introduction:** The formulas for calculation of intraocular lenses have evolved since the first theoretical formulas by Fyodorov. Among the second generation formulas, the SRK-I formula has a simple calculation, taking into account a calculation that only involved anteroposterior length, IOL constant and average keratometry. With the evolution of those formulas, complexity increased making the reconfiguration of pa-

rameters in special situations impracticable. In this way the production and development of software for such a purpose, can help surgeons to recalculate those values if needed. **Purpose:** To idealize, develop and test a Brazilian software for calculation of IOL dioptric power for handheld computers. **Methods:** For the development and programming of software for calculation of IOL, we used PocketC program (OrbWorks Concentrated Software, USA). We compared the results collected from a gold-standard device (Ultrascan/Alcon Labs) with the simulation of 100 fictitious patients, using the same IOL parameters. The results were grouped for ULTRASCAN data and SOFTWARE data. Using SRK/T formula the range of those parameters included a keratometry varying between 35 and 55D, axial length between 20 and 28 mm, IOL constants of 118.7, 118.3 and 115.8. **Results:** Using Wilcoxon test, it was shown that the groups do not differ ( $p=0.314$ ). We had a variation in the Ultrascan sample between 11.82 and 27.97. In the tested program sample the variation was practically similar (11.83-27.98). The average of the Ultrascan group was 20.93. The software group had a similar average. The standard deviation of the samples was also similar (4.53). **Conclusion:** The precision of IOL software for handheld devices was similar to that of the standard devices using the SRK/T formula. The software worked properly, was steady without bugs in tested models of operational system.

**Keywords:** Cataract; Intraocular lenses; Biometry; Software

### REFERÊNCIAS

1. Williams MR. A history of computing technology. 2nd ed. Los Alamitos, Calif: IEEE Computer Society Press; c1997. p.272.
2. Lee JAN. Computer pioneers. Los Alamitos, Calif.: IEEE Computer Society Press; 1995. p.453-60.
3. Hennessy JL, Patterson DA. Arquitetura de computadores: uma abordagem quantitativa. Rio de Janeiro: Campus; c2003.
4. Abreu RB, Garcia MA, Abreu GB. Ecobiometria e cálculo do poder dióptrico da LIO. In: Abreu G editor. Ultra-sonografia ocular: atlas-texto. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 1996. p.30-7.
5. Sanders DR, Retzlaff J, Kraff MC. Comparison of the SRK II formula and other second generation formulas. J Cataract Refract Surg. 1988;14(2):136-41.
6. Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. J Cataract Refract Surg. 1990;16(3):333-40.
7. Sanders DR, Retzlaff J, Kraff MC, Gimbel HV, Raanan MG. Comparison of the SRK/T formula and other theoretical and regression formulas. J Cataract Refract Surg. 1990;16(3):341-6.
8. Hoffer KJ. Clinical results using the Holladay 2 intraocular lens power formula. J Cataract Refract Surg. 2000;26(8):1233-7.
9. Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: a comparison of the theoretic and regression formulas. J Cataract Refract Surg. 1993;19(6):700-12.
10. Hoffer KJ. Intraocular lens calculation: the problem of the short eye. Ophthalmic Surg. 1981;12(4):269-72.
11. Holladay JT, Gills JP, Leidlein J, Cherchio M. Achieving emmetropia in extremely short eyes with two piggyback posterior chamber intraocular lenses. Ophthalmology. 1996;103(7):1118-23.
12. IOLeda: Intra Ocular Lens Data Analysis [computer program]. Obeform Pty Ltd. Disponível em: <http://iolpower.com.au/>.
13. IOL Calculator Light [computer program]. EyeSoftware, Inc; 2002. Disponível em: <http://www.eyeweb.org/eyesoftware/>.