



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS
COORDENAÇÃO DO CURSO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
Rua Cícero Eduardo S/N – Bairro Junco – 64.600-000 – Picos –PI.
Fone (89) 3422-1087 – Fax (89) 3422-1043



**IMPLEMENTAÇÃO E COMPARAÇÃO DE UM MÉTODO DE DETECÇÃO E
SEGMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DO DISCO ÓPTICO EM DIFERENTES BASES
DE IMAGENS DA RETINA**

**IMPLEMENTATION AND COMPARISON OF A DETECTION METHOD AND
OPTICAL DISK AUTOMATIC SEGMENTATION IN DIFFERENT RETINAL
IMAGES OF BASES**

Autores: Leonardo de Moura Santos¹, Flávio Henrique Duarte de Araújo², Maíla de Lima Claro³, Wallinson de Lima Silva³, Romuere Rodrigues Veloso e Silva², Patricia Medyna Lauritzen de Lucena Drumond², Alcilene Dalília de Sousa⁴

PICOS - PI
2016

¹ *Graduando em Sistemas de Informação, UFPI;*

² *Professor(a) do curso de Sistemas de Informação, UFPI;*

³ *Graduado em Sistemas de Informação, UFPI;*

⁴ *Professora do curso de Sistemas de Informação, UFPI – Orientadora.*

LEONARDO DE MOURA SANTOS
FLÁVIO HENRIQUE DUARTE DE ARAÚJO
MAÍLA DE LIMA CLARO
WALLINSON DE LIMA SILVA
ROMUERE RODRIGUES VELOSO E SILVA
PATRICIA MEDYNA LAURITZEN DE LUCENA DRUMOND
ALCILENE DALÍLIA DE SOUSA

**IMPLEMENTAÇÃO E COMPARAÇÃO DE UM MÉTODO DE DETECÇÃO E
SEGMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DO DISCO ÓPTICO EM DIFERENTES BASES
DE IMAGENS DA RETINA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Sistemas de Informação da Universidade
Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio
Nunes de Barros, no período 2016.1 como
requisito para obtenção do título de Bacharel
em Sistemas de Informação.

Orientadora: Prof. Ma. Alcilene Dalília de
Sousa

Co-orientador: Prof. Me. Flávio Henrique
Duarte de Araújo

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo

S237i Santos, Leonardo de Moura.

Implementação e comparação de um método de detecção e segmentação automática do disco óptico em diferentes bases de imagens da retina / Leonardo . – 2016.

CD-ROM : il.; 4 ¾ pol. (14 f.)

Monografia (Curso Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2016.

Orientador(A): Prof^a Ma. Alcilene Dalília de Sousa

1. Processamento Digital de Imagens. 2. Detecção do Disco Óptico. 3. Imagens Digitais da Retina. I. Título.

CDD 005

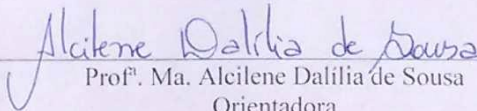
IMPLEMENTAÇÃO E COMPARAÇÃO DE UM MÉTODO DE DETECÇÃO E
SEGMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DO DISCO ÓPTICO EM DIFERENTES BASES
DE IMAGENS DA RETINA

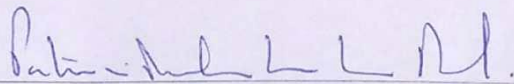
LEONARDO DE MOURA SANTOS

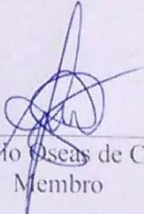
Artigo apresentado como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em
Sistemas de Informação.

Data de Aprovação

Picos – PI, 14 de julho de 2016.


Prof.^a. Ma. Alcilene Dalília de Sousa
Orientadora


Prof.^a. Ma. Patrícia Medyna Lauritzen de Lucena Drumond
Membro


Prof. Me. Antonio Oséas de Carvalho Filho
Membro

RESUMO: Na atualidade o processamento digital de imagem ganha destaque no diagnóstico automático de doenças. Em imagens de retina, a região do Disco Óptico (DO) é usada como marcadora para a detecção de outras estruturas da retina, ou mesmo para a detecção de doenças, como o Glaucoma. O Glaucoma é uma doença que afeta uma grande parte da população mundial, sendo considerada uma das maiores causadoras de cegueira. Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo apresentar um método automático de detecção e segmentação da região do DO em imagens médicas da retina. A validação dos resultados foi feita utilizando três bases de imagens públicas: RIM-ONE, DRISHTI-GS e DRIONS-DB.

PALAVRAS-CHAVE: Detecção do Disco Óptico. Imagens de retina. Processamento Digital de Imagens. Segmentação.

ABSTRACT: Nowadays the digital image processing is highlighted in automatic diseases diagnosis. In retinal images, the disc optic region (OD) is used as a marker for the detection of other retinal structures, or even for diseases detection, such as glaucoma. Glaucoma is a disease that affects a large portion of the world population and is considered a major cause of blindness. Thus, this paper aims to present an automatic method of detection and segmentation of the OD region for medical retinal images. The results validation was made using three public image databases: RIM-ONE, DRISHTI-GS and DRIONS-DB.

KEYWORDS: Optical Disc Detection. Retinal Images. Digital Image Processing. Segmentation.

1 INTRODUÇÃO

A análise de imagens de fundo de olho é muito utilizada pela comunidade médica para diagnóstico de doenças oculares ou doenças que tenham efeitos globais sobre a vasculatura do corpo (SOARES, 2006). A inspeção dos vasos de fundo de olho pode revelar sinais de hipertensão, diabetes, arteriosclerose e doenças cardiovasculares (KANSKI, 1989).

O Glaucoma é uma doença assintomática neurodegenerativa, crônica e irreversível em que o nervo óptico é progressivamente danificado (KLEIN, 1992). Ela é considerada a segunda principal causa de cegueira no mundo, com cerca de 60 milhões de casos em 2010. Uma estimativa sugere que, em 2020, cerca de 80 milhões de pessoas terão essa doença (QUIGLEY; BROMAN, 2006). A segmentação do Disco Óptico (DO) em imagens de retina é muito utilizada para auxiliar o médico na detecção do Glaucoma. Anomalias na região do DO, como aumento da escavação, podem indicar a presença da doença. (LIESANG; DEUTSCH; GRAND, 2011).

O Glaucoma é uma doença irreversível, sendo a detecção precoce e o tratamento preventivo as únicas formas de evitar a perda total da visão em pacientes afetados. As técnicas de *Optical Coherence Tomography* (exame complementar utilizado no diagnóstico das doenças da retina) e *Heidelberg Retinal Tomography* (procedimento utilizado para a observação precisa da cabeça do nervo óptico) são usadas na detecção do Glaucoma, porém elas possuem um alto custo de tempo e dinheiro (DANNY, 2011). Uma maneira viável e de baixo custo, levando em consideração outras técnicas na detecção dessa doença, é a segmentação automática feita a partir da análise de imagens de fundo de olho.

O objetivo deste trabalho é apresentar um método de segmentação da região do DO que futuramente poderá ser utilizada para auxiliar na detecção automática do Glaucoma. Um exemplo prático que utiliza a segmentação do DO para detecção automática da doença, é pelo uso de descritores para extrair as principais características dessas regiões. Em seguida essas características podem ser utilizadas juntamente com classificadores que irá sugerir um diagnóstico automaticamente em Glaucomatosas ou não.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

A seguir são apresentados alguns trabalhos que tratam da segmentação automática da região do DO em imagens da retina.

Kavitha *et al.* (2010) descreveram técnicas de segmentação automática para agilizar o processo manual de identificação da região do DO e calcular o *Cup-to-Disc ration* (CDR) para o diagnóstico do Glaucoma. Para o cálculo do CDR foi necessário obter os valores correspondentes a região do DO e da sua escavação. Inicialmente, utilizando o canal vermelho da imagem, a região do DO foi encontrada seguindo três etapas chave, a primeira foi a localização da região de interesse, posteriormente as imagens foram suavizadas por morfologia matemática para a eliminação de ruídos e vasos sanguíneos e, por último, utilizou-se o algoritmo do contorno ativo para extração da borda do DO. Em seguida, foi realizada a detecção da escavação utilizando o mesmo processo da detecção do DO, porém utilizando o canal verde da imagem. O método foi testado em cerca de 300 imagens, e destas, em quase todas o CDR foi calculado corretamente.

Liu *et al.* (2011) apresentaram em seu trabalho uma metodologia que utilizou técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), com a finalidade de auxiliar o médico com o diagnóstico do Glaucoma. Para detecção automática da doença foi utilizada a medição da razão entre a região da escavação e o DO em imagens de fundo de olho. A fim de fazer as medições, foi necessário segmentar as áreas circulares das imagens, correspondentes ao DO e escavação. O DO é representado pela circunferência maior na imagem e a escavação é notado como sendo uma depressão de maior intensidade de cor no centro do DO. Eles observaram que a detecção dos limites do DO é mais fácil de ser visualizado no canal vermelho. No entanto os canais azul e verde são mais eficientes para distinguir a fronteira da escavação. Ainda neste trabalho foi feito o comparativo do sistema ARGALI que utiliza técnicas de ajuste nos níveis da imagem para derivar os limites do DO e da escavação, e o AGLAIA

baseado no algoritmo *A-Levelset*. Eles concluíram que o AGLAIA baseado no *A-Levelset* foi mais eficiente em comparação com ARGALI.

No trabalho de Veras *et al.* (2011) os autores compararam e avaliaram cinco algoritmos de detecção automática do DO em imagens da retina. Para a avaliação eles utilizaram a base de imagem pública STARE e os melhores resultados foram obtidos pelo algoritmo de Hoover e Goldbaum (2003), com acurácia de cerca de 89%. Em um trabalho mais recente de Veras *et al.* (2014), foram comparados sete algoritmos de detecção automática do DO, porém eles utilizaram cinco base de imagens públicas para a avaliação (ARIA, DRIONS, DRIVE, STARE e MESSIDOR). Nesse trabalho o algoritmo que obteve os melhores resultados foi o proposto por Akram *et al.* (2010) com acurácia de cerca de 90%.

No trabalho de Devasia *et al.* (2014) os autores desenvolveram uma metodologia baseada em quatro etapas: extração do canal vermelho, detecção e remoção dos vasos sanguíneos, agrupamento pelo *Kmeans fuzzy* e limiarização. O algoritmo foi testado em 25 imagens selecionadas da base DRIONS, que possui um total de 110. A média da correlação de Pearson entre os diâmetros horizontais e verticais da verdade terrestre e da região encontrada pelo método proposto é de 0.0545 e 0.0587, respectivamente.

3 BASE DE IMAGENS

Nesta seção são apresentadas as bases de imagens utilizadas para efeitos de validação da metodologia proposta. Foram utilizadas três bases de imagens, onde cada uma possui imagens em diferentes níveis de Glaucoma com suas respectivas marcações do DO, são elas: RIM-ONE (TRUCCO *et al.*, 2013), DRISHTI-GS (DRISHTI-GS, 2014) e DRIONS-DB (CARMONA *et al.*, 2008).

3.1 RIM-ONE

O RIM-ONE é um banco de imagens de fundo de olho fornecidas por diferentes especialistas, contabilizando um total de 169 imagens. Essa base fornece imagens de olhos saudáveis, com diferentes níveis de Glaucoma e suas respectivas marcações do DO. Cada imagem possui cinco marcações consideradas corretas, como apresentado na Figura 1.



Figura 1: Imagens que compõe a base RIM-ONE e as respectivas marcações do DO.

3.2 DRISHTI-GS

A base de imagens DRISHTI-GS é constituída por 101 imagens, porém apenas 50 destas possuem a marcação do DO feita por especialistas. A Figura 2 apresenta um exemplo de imagem da base DRISHTI-GS e a sua respectiva marcação do DO.

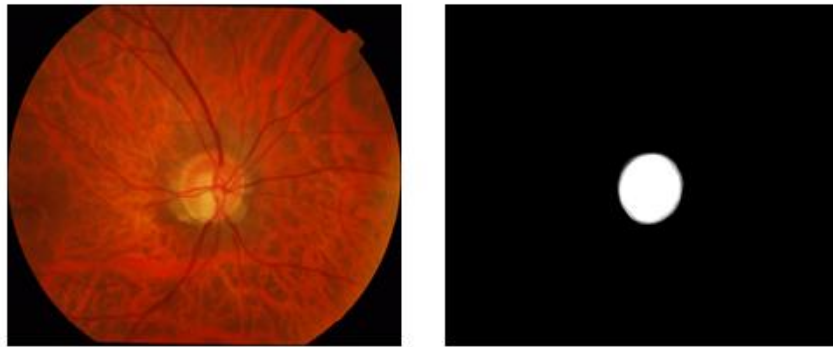


Figura 2: Imagem da base DRISHTI-GS e sua respectiva marcação do DO.

3.3 DRIONS-DB

O banco de imagens DRIONS-DB contém 110 imagens e suas respectivas marcações do DO feita por dois especialistas. A Figura 3 ilustra uma imagem da base com sua respectiva marcação do DO.

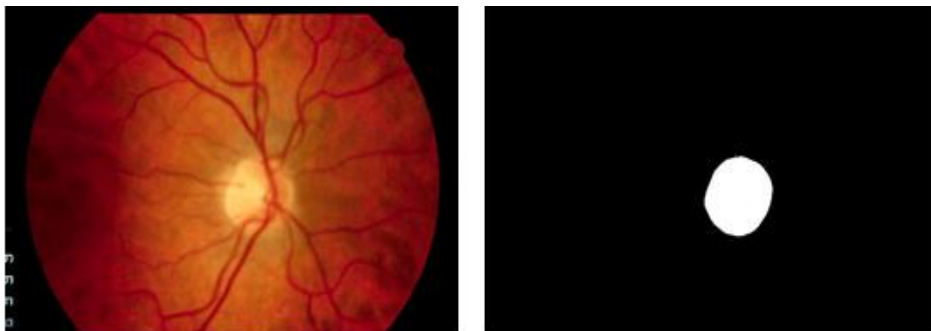


Figura 3: Imagem da base DRIONS-DB e sua respectiva marcação do DO.

4 METODOLOGIA PROPOSTA

Nesta seção são descritas as etapas realizadas para a localização e segmentação da região do DO. O fluxograma da Figura 4 ilustra as etapas seguidas pela metodologia proposta. Como pode ser visto nesse fluxograma, inicialmente foi necessária a aquisição das bases de imagens. A partir de cada imagem foi extraído o canal vermelho, em seguida, foi delimitada a

Região de Interesse (ROI - *Region Of Interest*). A partir da ROI foi realizada a determinação inicial do centro do DO como sendo a região de maior intensidade de cor. Por fim, foi realizada a delimitação das fronteiras do DO e a segmentação dessa região.

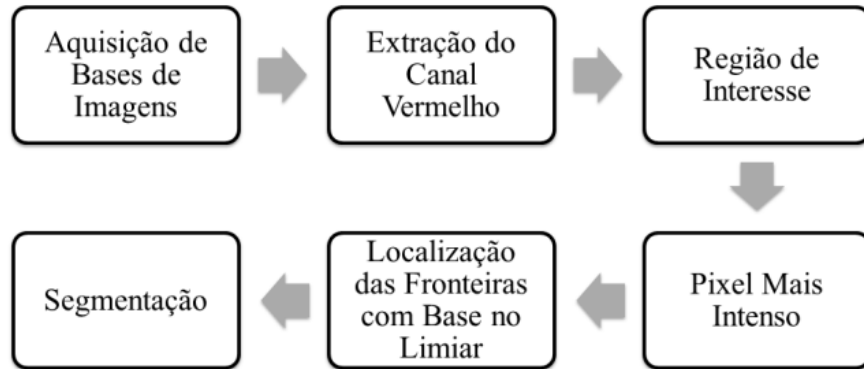


Figura 4: Fluxograma da metodologia proposta neste trabalho.

- **Aquisição de Bases de Imagens:** é uma das etapas mais importantes na construção de uma metodologia de segmentação de imagens, pois para medir a qualidade da segmentação é necessária uma base que forneça a marcação correta da região que será segmentada. No nosso trabalho foi utilizado as bases RIM-ONE, DRISHTI-GS e DRIONS-DB, pois elas possuem a marcação da região do DO feita por especialistas.
- **Extração do Canal Vermelho:** As imagens das bases estavam no formato RGB (*Red, Green, Blue*). Como visto no trabalho realizado por Kavitha *et al.* (2010), Liu *et al.* (2011) e Devasia *et al.* (2014) o DO é mais facilmente encontrado na camada *Red* do modelo RGB, portanto as imagens foram convertidas para o canal *Red*.
- **Região de Interesse:** A extração da ROI foi realizada para reduzir a área onde o processamento será feito, melhorando os resultados e o tempo de processamento. A região delimitada refere-se ao retângulo localizado no centro da imagem, calculada mediante o fatiamento da imagem na vertical e na horizontal, removendo a primeira e última fatia em cada sentido, conforme resultado expresso na Figura 5.

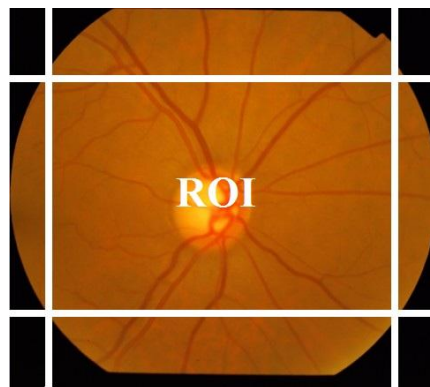


Figura 5: Delimitação da Região de interesse.

- **Pixel Mais Intenso:** A partir da ROI foi definido o pixel de maior intensidade de cor dessa região como sendo o centro inicial do DO. Após a definição desse pixel foi realizado o cálculo do raio estimado da circunferência do DO. Vale destacar que durante o cálculo desse raio o pixel definido como o centro do DO será modificado.

4.1 LOCALIZAÇÃO DAS FRONTEIRAS COM BASE NO LIMIAR

Para a localização das fronteiras do DO, a metodologia proposta utilizou uma técnica baseada em limiarização para descoberta do raio do DO. A obtenção desse limiar foi encontrada de forma automática, a partir do pixel encontrado como o centro do DO (realizado na etapa anterior), traçando em seguida quatro raios, para cima no ângulo de 90°, para baixo no ângulo de 270°, para direita no ângulo de 0° e esquerda no ângulo de 180°.

Devido a variação de intensidade dos pixels nas imagens foi calculado um novo limiar para cada direção, esse limiar foi obtido pela média entre o pixel de maior e menor intensidade de cor naquela direção. Assim, o raio em cada uma das direções foi definido como sendo a distância entre o pixel do centro do DO e o primeiro pixel que seja menor que o valor do limiar. A Figura 6 demonstra o resultado deste processo na direção de 0°.

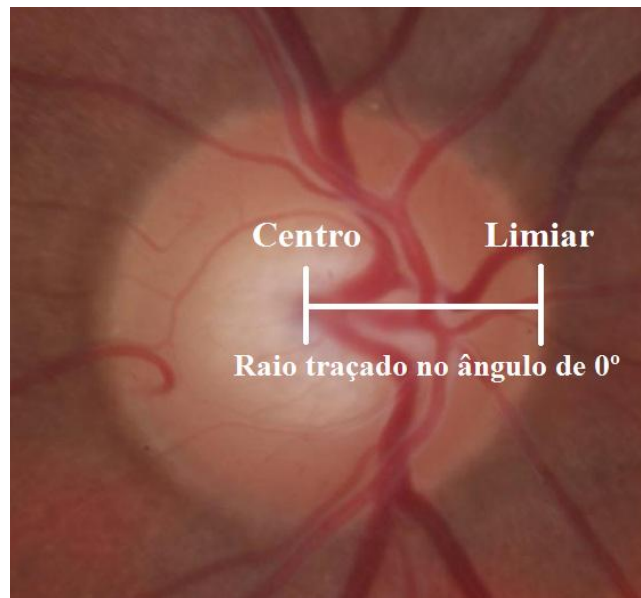


Figura 6: Exemplo do raio traçado no ângulo de 0°.

Após o cálculo do raio em cada uma das quatro direções é realizada a atualização do centro do DO que é calculado conforme as Equações a seguir:

$$X_{Centro} = X_{CAnterior} + \text{Raio } 0^\circ - \frac{\text{Raio } 0^\circ + \text{Raio } 180^\circ}{2} \quad (1)$$

$$Y_{Centro} = Y_{CAnterior} + \text{Raio } 90^{\circ} - \frac{\text{Raio } 90^{\circ} + \text{Raio } 270^{\circ}}{2} \quad (2)$$

Após a obtenção do novo valor para o centro do DO, foi definido um valor padrão para o raio, obtido pela média aritmética dos raios encontrados para cada direção, como apresentado na Equação 3.

$$\text{Raio do DO} = \frac{\text{Raio } 0^{\circ} + \text{Raio } 90^{\circ} + \text{Raio } 180^{\circ} + \text{Raio } 270^{\circ}}{4} \quad (3)$$

4.2 SEGMENTAÇÃO

Após as etapas anteriores obteve-se como resultado as coordenadas do centro do DO e o raio estimado. Em seguida aplicamos a equação da circunferência para traçar as bordas do DO, conforme a Equação 4 de Pierre de Fermat (VENTURI, 1949):

$$(X_{posição} - X_{centro})^2 + (Y_{posição} - Y_{centro})^2 = (\text{Raio do DO})^2 \quad (4)$$

A Figura 7 apresenta exemplos do processo de segmentação da metodologia proposta. A Figura 7(a) mostra uma imagem da base RIM-ONE juntamente com a região do DO encontrada pela metodologia e a região segmentada. As Figuras 7(b) e 7(c) são semelhantes a 7(a), porém para as bases DRISHTI-GS e DRIONS-DB respectivamente.

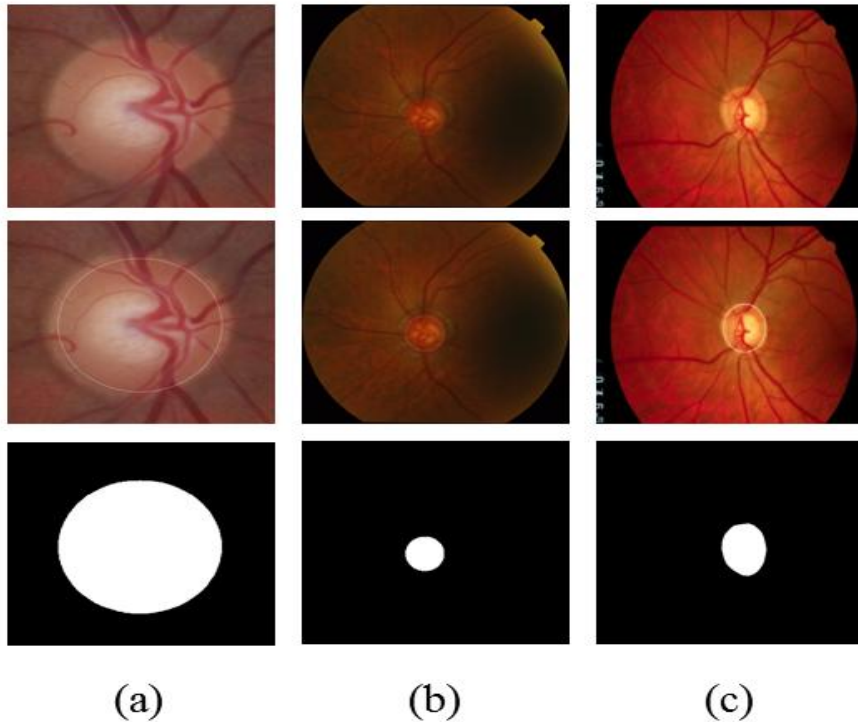


Figura 7: Exemplo da segmentação realizada pela metodologia proposta para a imagem da base. a) RIM-ONE, b) DRISHTI-GS, c) DRIONS DB.

5 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos com base na metodologia proposta. A avaliação da acurácia obtida foi feita através da comparação entre o resultado da segmentação do algoritmo e a máscara das bases de imagens utilizadas.

A Figura 8 apresenta as correlações entre as regiões segmentadas na imagem, onde a circunferência verde representa a máscara segmentada pelo especialista e a preta a imagem segmentada pelo algoritmo proposto. O VP (Verdadeiro Positivo) representa os pixels segmentados corretamente, FN (Falso Negativo) representa os pixels que deveriam ter sido segmentados e o FP (Falso Positivo) os pixels que foram segmentados incorretamente.

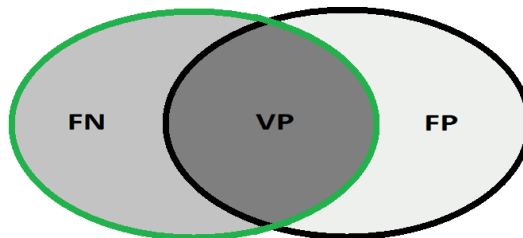


Figura 8: Exemplificação dos FN (Falso negativo), VP (Verdadeiro Positivo) e FP (Falso Positivo).

Para avaliar a qualidade da segmentação, foram calculadas duas medidas, chamadas de *Recall* e *Precision*, dadas pelas Equações 5 e 6, respectivamente (GENÇTAV; AKSOY; ONDER, 2012).

$$\text{Recall} = \frac{VP}{VP+FN} * 100 \quad (5)$$

$$\text{Precision} = \frac{VP}{VP+FP} * 100 \quad (6)$$

A partir dos valores obtidos para cada imagem foi considerado que o algoritmo segmentou corretamente as imagens que obtiveram valores de *Recall* e *Precision* maior que um limiar de exigência, que pode variar de 0 a 100%.

Na Tabela 1 são apresentadas as porcentagens de acerto (Acurácia) obtidas pela segmentação do algoritmo considerando diferentes limiares de exigência. A análise realizada adotou um limiar de exigência que varia de 60% a 80%. Os valores clássicos utilizados na literatura são de 60% e 70%, lembrando que quanto maior estes valores mais rígido é a avaliação.

Tabela 1: Acurácia (em porcentagem) do método proposto para diferentes níveis de exigência testados nas bases RIM-ONE, DRISHTI-GS e DRIONS-DB.

Base de Imagem	Quantidade de Imagens	60% de exigência de acerto	70% de exigência de acerto	80% de exigência de acerto
RIM-ONE	169	95.85	92.30	82.24
DRISHTI-GS	50	92.00	90.00	76.00
DRIONS-DB	110	82.72	67.27	36.36
Todas as Imagens	329	90.57	83.58	65.95

Pela análise da Tabela 1 na linha correspondente a base RIM-ONE observa-se que quando o limiar foi de 80% a acurácia obtida pela segmentação do algoritmo foi maior que 82%, totalizando 139 imagens segmentadas corretamente de 169. Percebe-se também que quando o limiar de exigência foi menor que 80% a acurácia total obtida pelo algoritmo foi maior que 90%, totalizando mais de 153 imagens segmentadas corretamente.

Examinando a linha seguinte da Tabela 1 correspondente a base DRISHTI-GS observa-se que quando o limiar foi de 80% a acurácia obtida pela segmentação do algoritmo foi de 76%, totalizando 38 imagens segmentadas corretamente de 50. Percebe-se também que quando o limiar de exigência foi menor que 80% a acurácia total obtida pelo algoritmo foi igual ou superior a 90%, totalizando mais de 45 imagens segmentadas corretamente.

Ainda pela análise da Tabela 1, linha correspondente ao DRIONS-DB, observa-se que quando o limiar foi de 80% a acurácia obtida pela segmentação do algoritmo foi maior que 36%, totalizando 40 imagens segmentadas corretamente de 110. Observa-se também que quando o limiar foi igual a 70% a acurácia total obtida pelo algoritmo foi quase o dobro do obtido pelo limiar de 80%. Esta base foi a que houve o maior crescimento de acurácia com a diminuição do grau de exigência, chegando a atingir mais de 80% para o limiar de exigência de 60%.

Dando continuidade na análise da Tabela 1, linha correspondente ao resultado geral das três bases utilizadas percebe-se que quando o limiar de exigência foi menor que 70% a acurácia total obtida pelo algoritmo foram maiores que 83%, totalizando mais de 275 imagens segmentadas corretamente de 329. Os resultados obtidos mostram que a metodologia proposta foi eficiente na identificação da região do DO, levando em consideração a diversidade das bases e equipamentos utilizados para aquisição.

6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O processamento digital de imagens é uma área de estudo com um grande potencial, que cada vez mais vem contribuindo para a sociedade, como exemplo a área da saúde, onde pode ser utilizada para o auxílio em diagnósticos de doenças, de forma eficaz e barata, a partir da análise automática de imagens digitais.

Esse trabalho apresentou uma metodologia de detecção automática do DO em imagens de fundo de olho. Os testes foram realizados em três bases de imagens distintas em posições, formas e qualidade diferentes. O método proposto trouxe bons resultados, satisfazendo as expectativas, contabilizando uma acurácia superior a 83% quando avaliado com um limiar de exigência de 70%, que é o valor clássico encontrado na literatura.

Como trabalho futuro serão comparados os resultados encontrados pela metodologia aqui proposta com os resultados obtidos por algoritmos clássicos de detecção do DO encontrados na literatura. Outro trabalho futuro será a implementação de um algoritmo de segmentação automática da escavação do DO com propósito de calcular o CDR (*Cup-to-Disc ration*) que é a razão entre a área da escavação e a área do DO. O cálculo do CDR é muito utilizado pelos médicos para o auxílio na detecção do Glaucoma.

7 PUBLICAÇÕES

Trabalho Original:

SANTOS, L. M. ; ARAÚJO, F. H. D. ; CLARO, M. L. ; SILVA, W. L. ; ROMUERE, R. V. S. ; DRUMOND, P. M. L. L. Implementação e Comparação de um Método de Detecção e Segmentação Automática do Disco Óptico em Diferentes Bases de Imagens da Retina. In: **Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente SBAI, 2015**, Natal, Rio Grande do Norte, 2015. Disponível em: <www.sbai2015.dca.ufrn.br/download/artigo/254>. Acesso em 20 de jul. de 2016.

Outros Trabalhos:

SANTOS, L. M.; CLARO, M. L. ; SILVA, W. L. ; ARAUJO, F. H. D. Detecção e Segmentação da Região do Disco Óptico em Imagens de Retina por Delimitação de Regiões de Interesse e Uso de Limiar. In: **Escola Regional de Informática do Piauí, 2015**, Parnaíba.

Anais da I Escola Regional de Informática do Piauí, 2015. Disponível em: <www.eripi.ufpi.br/images/anais/140962.pdf>. Acesso em 20 de jul. de 2016.

CLARO, M. L.; SANTOS, L. M. ; SILVA, W. L. ; ARAÚJO, F. H. D. ; SOUSA, A. D. ; SANTANA, A. M. Automatic Detection of Glaucoma Using Disc Optic Segmentation and Feature Extraction. In: **XLI Conferencia Latinoamericana en Informática, 2015**, Arequipa, 2015.

REFERÊNCIAS

AKRAM, M. U.; KHAN, A.; IQBAL, K.; BUTT, W. H. Retinal images: optic disk localization and detection. In: **International Conference Image Analysis and Recognition**. Springer Berlin Heidelberg, p. 40-49, 2010.

CARMONA, E. J.; RINCÓN, M.; FEIJOO, G. J. E.; MARTÍNEZ, J. M. Identification of the optic nerve head with genetic algorithms. **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 43, n. 3, p. 243-259, 2008.

DANNY, L. Y. T. **Computer Based Diagnosis of Glaucoma Using Principal Component Anal-yses (PCA): A Comparative Study**. 2011. 85f. Monografia (Bachelor of Electronic Engineering) - SIM University, School of Science and Technology, 2011.

DEVASIA, T.; JACOB, P.; THOMAS, T. Automatic Optic Disc Boundary Extraction from Color Fundus Images. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)**, v. 5, n. 7, p. 17-24, 2014.

DRISHTI-GS. **Provided by Medical Image Processing (MIP) group, IIIT Hyderabad**. Disponível em: <<http://cvit.iiit.ac.in/projects/mip/drishti-gs/mip-dataset2>>. Acesso em 15 de mar. de 2015.

GENÇTAV, A.; AKSOY, S.; ÖNDER, S. Unsupervised segmentation and classification of cervical cell images. **Pattern recognition**, v. 45, n. 12, p. 4151-4168, 2012.

HOOVER, A.; GOLDBAUM, M. Locating the optic nerve in a retinal image using the fuzzy convergence of the blood vessels. **IEEE transactions on medical imaging**, v. 22, n. 8, p. 951-958, 2003.

KANSKI, J. J. **Clinical Ophthalmology: A systematic approach**, Butterworth Heinemann Elsevier, Londres. 1989.

KAVITHA, S.; KARTHIKEYAN, S.; DURAISWAMY, K. Early detection of glaucoma in retinal images using cup to disc ratio. In: **Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT), 2010 International Conference on**. IEEE, p. 1-5, 2010.

KLEIN, B. E.; KLEIN, R.; SPONSEL, W. E.; FRANKE, T.; CANTOR, L. B.; MARTONE, J.; MENAGE, M. J. Prevalence of glaucoma: the Beaver Dam eye study. **Ophthalmology**, v. 99, n. 10, p. 1499-1504, 1992.

LIESANG, T. J.; DEUTSCH T. A; GRAND M. G. **Glaucoma**, In Basic and Clinical Science Course, Section 10, San Francisco: American Academy of Ophthalmology, 2002.

Liu, J.; Yin, F. S.; Wong, D. W. K.; Zhang, Z.; Tan, N. M.; Cheung, C. Y.; Wong, T. Y. Automatic glaucoma diagnosis from fundus image. In: **2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**, IEEE, p. 3383-3386, 2011.

QUIGLEY, H. A.; BROMAN, A. T. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. **British journal of ophthalmology**, v. 90, n. 3, p. 262-267, 2006.

SOARES, J. V. B. **Segmentação de vasos sanguíneos em imagens de retina usando wavelets e classificadores estatísticos**, Dissertação (Mestrado em Matemática e Estatística) - Instituto de Matemática e Estatística, USP, 2006.

TRUCCO, E.; RUGGERI, A.; KARNOWSKI, T.; GIANCARDO, L.; CHAUM, E.; HUBSCHMAN, J. P.; ALDIRI, B.; CHEUNG, C. Y.; WONG, D.; ABRÀMOFF, M.; LIM, G.; KUMAR, D.; BURLINA, P.; BRESSLER, N. M.; JELINEK, H. F.; MERIAUDEAU, F.; QUELLEC, G.; MACGILLIVRAY, T. E; DHILLON, B. Validating retinal fundus image analysis algorithms: Issues and a proposal validating retinal fundus image analysis algorithms. **Investigative ophthalmology & visual science**, v. 54, n. 5, p. 3546-3559, 2013.

VENTURI, J. J. **Álgebra Vetorial e Geometria Analítica**. Scientia et Labor, 9ª ed. 1949.

VERAS, R.; ARAÚJO, F.; SILVA, R.; MEDEIROS, F. E; AIRES, K. Comparação e Avaliação de Métodos de Detecção do Disco Óptico, **Conferencia Latinoamericana en Informática**, Quito, Equador, 2011.

VERAS, R.; MEDEIROS, F.; SANTOS, L.; SOUSA, F. A comparative study of disc detection methods on five public available database, **Workshop de Informática Médica**. Brasília, Brasil, 2014.



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA
"JOSÉ ALBANO DE MACEDO"

Identificação do Tipo de Documento

- () Tese
() Dissertação
() Monografia
(X) Artigo

Eu, **Leonardo de Moura Santos**, autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação **Implementação e comparação de um método de detecção e segmentação automática do disco óptico em diferentes bases de imagens da retina** de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 23 de Julho de 2016.

Leonardo de Moura Santos
Assinatura