



## Análise de Técnicas de Pós-Processamento Digital de Imagens Aplicada na Detecção de Retinopatia Diabética

A E M F Costa<sup>1\*</sup>, C D M Regis<sup>2\*</sup>

\* Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil

<sup>1</sup>ana.emilia.malvino@hotmail.com, <sup>2</sup>danilo.regis@ifpb.edu.br

**Antecedentes, Motivação e Objetivo.** Desde 1964, a área de processamento digital de imagens vem apresentando crescimento expressivo e suas aplicações permeiam quase todos os ramos da atividade humana (MARQUES FILHO & NETO, 1999). Segundo Zhang et al. (2014), as técnicas automatizadas de processamento de imagens são frequentemente usadas para obter um conjunto de candidatos às patologias em imagens médicas, o qual auxiliam os especialistas em medicina em um diagnóstico mais rápido e preciso. Em exames de fundoscopia, ou exame de fundo do olho, além de doenças oculares, como o glaucoma e a catarata, doenças sistêmicas como a diabetes *Mellitus* (DM), também pode ser diagnosticada através de imagens da retina. No ano de 2017, 194 milhões de pessoas foram afetadas pela pandemia da DM, causando preocupação dos efeitos devastadores da doença a curto e longo prazo. A falta de controle da DM pode desencadear uma doença secundária, a retinopatia diabética (RD), e seus efeitos podem ser observados claramente na camada interna do olho (retina), em que possui vasos sanguíneos e nervos, os quais são os principais alvos. A RD quando não diagnosticada e tratada precocemente, acomete o fundo ocular comprometendo a visão de forma irreversível. Com base no exposto, surge à necessidade de desenvolver algoritmos capazes de diagnosticar automaticamente a presença de retinopatia diabética em imagens de fundoscopia. O objetivo deste artigo consiste em analisar o desempenho dos diferentes tipos de elementos estruturantes utilizados na operação de dilatação em uma etapa de pós-processamento digital.

**Métodos.** A ferramenta de entrada para os algoritmos são as imagens do banco de dados da *Diaretdb1*, em que contém imagens fundoscópicas de 89 pacientes com e sem RD. Por este se tratar de um trabalho em desenvolvimento, a detecção da retinopatia será realizada a partir de uma das patologias identificadas pelo banco de dados, os exsudatos. Este trabalho foi desenvolvido em linguagem de programação *Python* utilizando a biblioteca de processamento digital de imagens, a *OpenCV*. O algoritmo possui três etapas: pré-processamento, processamento e pós-processamento digital. Na primeira etapa, o propósito foi detectar e excluir um artefato luminoso projetado no nervo óptico, esta projeção é denominada de disco óptico. A exclusão deste artefato nas imagens é necessária pelo fato do mesmo apresentar características semelhantes à patologia. O primeiro passo foi a implementação de um filtro de suavização, o filtro da média com elemento estruturante quadrado 11x11. Depois foi extraído o canal verde das imagens, em seguida foi realizada uma operação morfológica de fechamento utilizando o estruturante quadrado 15x15 para dilatação e 3x3 para erosão. O próximo passo foi a implementação da transformada circular de Hough, a qual realiza internamente uma suavização através do filtro gaussiano seguido de um detector de bordas pelo operador de *Canny*. A *OpenCV* disponibiliza uma função da transformada em podem ser ajustados cinco parâmetros de configuração, distância mínima entre a coordenada central e o ponto detectado pelo operador de *Canny*, limiar de detecção do centro do círculo, limite superior utilizado pelo detector de bordas, raio mínimo e raio máximo das circunferências, os valores testados empiricamente foram 1300,

12, 20, 40 e 110, respectivamente. Na segunda etapa foi necessário o uso do algoritmo bioinspirado na colônia artificial de abelhas (*Artificial Bee Colony* - ABC) para realizar a detecção dos principais *pixels* das imagens, referentes aos exsudatos. Os parâmetros estabelecidos para implementar o algoritmo bioinspirado foram 20 para a inicialização da colônia de abelhas 100 para o número de interações e 1000 para a solução ótima. Na terceira etapa, houve a implementação do pós-processamento com três elementos estruturantes distintos, de mesmo tamanho 9x9 com 20 interações. A análise dos resultados obtidos após a operação morfológica de dilatação foi realizada com o auxílio dos testes de diagnósticos de sensibilidade, especificidade e acurácia. A sensibilidade corresponde pelo percentual de *pixels* patológicos quando tem a patologia, a especificidade é o percentual de *pixels* não patológicos quando há a presença da patologia e a acurácia é o percentual do quanto de acerto foi obtido durante os dois testes anteriores. A Figura 1 ilustra o resultado obtido após as etapas de processamento.

**Figura 1:** Detecção dos exsudatos em imagens de retinopatia diabética. (a) Imagem original, (b) Pré-processamento, (c) Processamento, (d) Pós-processamento e (e) Banco de dados da Diaretdb1.



**Resultados.** O primeiro elemento estruturante implementado foi em forma de cruz, alcançando em 77% de sensibilidade, 93% de especificidade e 94% de acurácia. O segundo elemento aplicado na dilatação foi em forma de quadrado, obtendo aproximadamente 74% de sensibilidade, 94% de especificidade e 93% de acurácia. E por fim, a implementação do elemento estruturante circular que obteve cerca de 80% na sensibilidade dos exsudatos, 93% na especificidade e 93% na acurácia.

**Conclusões e Discursões.** No geral, todos os formatos de elementos estruturantes ajudaram na detecção dos exsudatos nas imagens. Dessa forma, o trabalho proposto pode auxiliar os profissionais responsáveis na identificação da retinopatia diabética, visto que os resultados obtidos em ambos os testes de diagnósticos apresentam uma precisão de mais de 74%, chegando a 80% quando se utiliza o elemento estruturante circular no pós-processamento. O valor da sensibilidade do algoritmo foi superior ao utilizar o elemento estruturante circular, visto que o diagnóstico dos médicos no banco de dados foi marcado em formas circulares. Como trabalho futuro é sugerido à detecção das demais patologias da retinopatia diabética identificadas pelo banco de dados da *Diabetdb1*.

**Agradecimentos.** Os autores agradecem ao IFPB pelo financiamento e incentivo à pesquisa, o qual disponibiliza o espaço de estudo, bem como equipamentos para desenvolvimento do trabalho.

**Palavras-Chave.** Detecção Automatizada; Retinopatia Diabética; Processamento Digital de Imagens; Algoritmo Bioinspirado das Abelhas.

#### Referências.

KÄLVIÄINEN, RVJPH; UUSITALO, H. DIARETDB1 diabetic retinopathy database and evaluation protocol. In: **Medical Image Understanding and Analysis**. 2007. p. 61.

MARQUES FILHO, Ogê; NETO, Hugo Vieira. **Processamento digital de imagens**. Brasport, 1999.

ZHANG, Xiwei et al. Exudate detection in color retinal images for mass screening of diabetic retinopathy. **Medical image analysis**, v. 18, n. 7, p. 1026-1043, 2014.