

A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica

Nayara Araújo Cardoso
Renan Rhonalty Rocha
Maria Vitória Laurindo
(Organizadores)

 **Atena**
Editora
Ano 2019

Nayara Araújo Cardoso
Renan Rhonalty Rocha
Maria Vitória Laurindo
(Organizadores)

A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P964	A produção do conhecimento na engenharia biomédica [recurso eletrônico] / Organizadores Nayara Araújo Cardoso, Renan Rhonalty Rocha, Maria Vitória Laurindo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-382-8 DOI 10.22533/at.ed.828190106 1. Biomedicina – Pesquisa – Brasil. 2. Robótica. I. Cardoso, Nayara Araújo. II. Rocha, Renan Rhonalty. III. Laurindo, Maria Vitória. CDD 610
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica” consiste em um livro de publicação da Atena Editora, com 21 capítulos em volume único, nos quais apresentam estratégias para as técnicas e tecnologias na produção de trabalho em saúde.

As Tecnologias em Saúde é um processo abrangente, por meio do qual são avaliados os impactos clínicos, sociais e econômicos das tecnologias em saúde, levando-se em consideração aspectos como eficácia, efetividade, segurança, custos, custo-efetividade, entre outros, a mesma deve ser compreendida como conjunto de ferramentas, entre elas as ações de trabalho, que põem em movimento uma ação transformadora da natureza. Desse modo, além dos equipamentos, devem ser incluídos os conhecimentos e ações necessárias para operá-los: o saber e seus procedimentos.

Entretanto, o sentido contemporâneo de tecnologia, portanto, diz respeito aos recursos materiais e imateriais dos atos técnicos e dos processos de trabalho, sem, contudo, fundir estas duas dimensões. Além disso, dado o grande desenvolvimento do saber técnico-científico dos dias atuais, este componente saber da tecnologia ganha qualidade estatuto social adicionais. Assim, novas tecnologias são lançadas no mercado todos os dias e com isso as demandas pela incorporação pelo sistema de saúde geradas pelas indústrias, pacientes e profissionais de saúde, têm crescido e continuará crescendo.

Com o intuito de colaborar com os dados já existentes na literatura, este volume traz atualizações sobre novas tecnologias que implementam melhores estratégias terapêuticas, que podem inovar o tratamento dos pacientes de um modo mais prático e resolutivo, assim esta obra é dedicada tanto à população de forma geral, quanto aos profissionais e estudantes da área da saúde. Dessa forma, os artigos apresentados neste volume abordam: aplicabilidade da robótica em terapia para reabilitação de pacientes com perdas de membros; jogo educativo para avaliação cognitivo-motor de deficientes intelectuais, avaliação da resposta da frequência cardíaca de adultos durante teste cardiopulmonar; tecnologias aplicadas à oftálmica como forma de melhorar a qualidade de vida; exposição à radiação ionizante em cirurgias ortopédicas; considerações sobre o espectro luminoso da descarga eletrocirúrgica; desenvolvimento de hidrogéis de quitosana associados a Ibuprofeno para liberação controlada; sistema de identificação de alimentos baseado em imagens de porções alimentares; a hemólise como fator interferente em parâmetros bioquímicos; planejamento em área estética de implante instalado tardiamente pós exodontia - relato de caso clínico e epidemiologia do Alzheimer.

Sendo assim, almejamos que este livro possa colaborar com informações relevantes aos estudantes e profissionais de saúde sobre diferentes tecnologias e técnicas aplicada à saúde, que podem ser usadas para aprimorar a prática profissional, e também para a população de forma geral, apresentando informações atuais sobre

técnicas e tecnologias aplicadas á saúde.

Nayara Araújo Cardoso

Renan Rhonalty Rocha

Maria Vitória Laurindo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1 **APLICABILIDADE DA TERAPIA ROBÓTICA NA REABILITAÇÃO EM PÓS-OPERATÓRIO DE ESOFAGECTOMIA**

Daniela Santana Polati da Silveira
Jéssica Peixoto de Araújo
Maria Lúcia Pedroso Lourenço
Pedro Melhado Trovo
Renata Carvalho Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.8281901061

CAPÍTULO 2 5 **ADAPTAÇÃO DE UM PROJETO DE ROBÔ HUMANOIDE IMPRESSO EM 3D EM UMA PRÓTESE SENSORIAL DE MEMBRO SUPERIOR**

Gustavo Pasqua de Oliveira Celani
Roberto Luiz Assad Pinheiro
Mariana Brandão Silvério
Rani Sousa Alves
Elisa Rennó Carneiro Dester
Fabiano Valias de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.8281901062

CAPÍTULO 3 14 **MAO3D - PROTETIZAÇÃO E REABILITAÇÃO DE MEMBRO SUPERIOR ADULTO COM A TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D**

Maria Elizete Kunkel
Patrícia Bettiol Abe
Marcelo Pasqua
Israel Toledo Gonçalves
Lucas de Macedo Pinheiro
Sandra Maria Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.8281901063

CAPÍTULO 4 30 **SISTEMA COMPUTADORIZADO PARA APRESENTAR AS VARIAÇÕES NO CENTRO DE MASSA NO DISCO PROPRIOCEPTIVO DE FREEMAN**

André Roberto Fernandes da Silva
Antônio Vinícius de Moraes
Leandro Lazzareschi
Silvia Regina Matos da Silva Boschi
Terigi Augusto Scardovelli
Alessandro Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8281901064

CAPÍTULO 5 40 **ESPECTROSCOPIA RAMAN APLICADA NA OBSERVAÇÃO DE PRINCÍPIO ATIVO DE REPELENTE DE INSETOS NA PELE**

Michele Marin da Costa
Landulfo Silveira Jr.
Renato Amaro Zângaro
Marcos Tadeu Tavares Pacheco
João Dias da Costa

DOI 10.22533/at.ed.8281901065

CAPÍTULO 6	54
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO COGNITIVO-MOTOR DE DEFICIENTES INTELLECTUAIS COM JOGO EDUCATIVO	
Letícia Gonçalves Segatto Mariana Cardoso Melo	
DOI 10.22533/at.ed.8281901066	
CAPÍTULO 7	68
UM NOVO ALGORITMO DE EVOLUÇÃO DIFERENCIAL BASEADO EM SIMULATED ANNEALING PARA RECONSTRUÇÃO DE IMAGENS DE TOMOGRAFIA POR IMPEDÂNCIA ELÉTRICA	
Reiga Ramalho Ribeiro Priscila Dias Mendonça	
DOI 10.22533/at.ed.8281901067	
CAPÍTULO 8	79
SISTEMA BASEADO NA WEB DE ESPECIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS APLICADO EM RAIOS-X	
Walter Lima Ramirez Filho Lourdes Mattos Brasil	
DOI 10.22533/at.ed.8281901068	
CAPÍTULO 9	87
A NEW MEASURE TO EVALUATE SUBTHRESHOLD RESONANCE IN NEURONS	
Rodrigo Felipe de Oliveira Pena Vinicius Lima Cordeiro Cesar Augusto Celis Ceballos Renan Oliveira Shimoura Antônio Carlos Roque da Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.8281901069	
CAPÍTULO 10	94
REPEATABILITY OF GAIT RANGES OF MOTION IN THE PRESENCE OF STROKE	
Vanessa Lucas dos Santos Gisele Francini Devetak Elisangela Ferretti Manffra	
DOI 10.22533/at.ed.82819010610	
CAPÍTULO 11	107
AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE ADULTOS DURANTE TESTE CARDIOPULMONAR	
Elisângela de Andrade Aoyama Vera Regina Fernandes da Silva Paz Marília Miranda Forte Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.82819010611	
CAPÍTULO 12	113
ASSISTIVE TECHNOLOGY OF OPHTHALMIC MEMBRANE OCCLUSIVE FROM NATURAL LATEX	
Jaqueline Alves Ribeiro Suéilia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.82819010612	

CAPÍTULO 13	121
VALORES DE EXTINÇÃO TOPOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE QUALIDADE DE IMAGENS DE FUNDO DE OLHO	
Alexandre Gonçalves Silva Marina Silva Fouto Angélica Moises Arthur Rangel Arthur	
DOI 10.22533/at.ed.82819010613	
CAPÍTULO 14	131
EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO IONIZANTE EM CIRURGIAS ORTOPÉDICAS	
Celso Júnio Aguiar Mendonça Frieda Saicla Barros Bertoldo Schneider Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.82819010614	
CAPÍTULO 15	141
CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESPECTRO LUMINOSO DA DESCARGA ELETROCIRÚRGICA	
Elton Dias Junior Evaldo Ribeiro Bertoldo Schneider Junior	
DOI 10.22533/at.ed.82819010615	
CAPÍTULO 16	149
DESENVOLVIMENTO DE HIDROGÉIS DE QUITOSANA ASSOCIADOS A IBUPROFENO PARA LIBERAÇÃO CONTROLADA	
Amanda de Castro Juraski Sônia Maria Malmonge Nasser Ali Daghasanli Juliana Kelmy Macário Barboza Daguano	
DOI 10.22533/at.ed.82819010616	
CAPÍTULO 17	159
SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS BASEADO EM IMAGENS DE PORÇÕES ALIMENTARES	
Yuri Malinowsky Shiga Kristy Soraya Coelho Joao da Silva Dias Giselle Lopes Ferrari Ronque	
DOI 10.22533/at.ed.82819010617	
CAPÍTULO 18	169
A HEMÓLISE COMO FATOR INTERFERENTE EM PARÂMETROS BIOQUÍMICOS	
Luma Carolina Santos da Silva Graziéli Ferreira Carmargo Camilla Lazzaretti	
DOI 10.22533/at.ed.82819010618	

CAPÍTULO 19	177
DOENÇA DE ALZHEIMER: ESTIMATIVAS EM USUÁRIOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE OSÓRIO/RS	
Cristiano Serrano Tubelo Filho	
Gabriel Corteze Netto	
Camilla Lazzaretti	
DOI 10.22533/at.ed.82819010619	
CAPÍTULO 20	187
UPPER LIMB EXOSKELETON BY PNEUMATIC MUSCLES	
Filipe Loyola Lopes	
Larissa Guimarães Veríssimo	
Elton Silva de Moraes	
Raphael Sander de Souza Pereira	
Rani de Souza Alves	
DOI 10.22533/at.ed.82819010620	
CAPÍTULO 21	190
PLANEJAMENTO EM ÁREA ESTÉTICA DE IMPLANTE INSTALADO TARDIAMENTE PÓS EXODONTIA – RELATO DE CASO CLINICO	
Edith Umasi Ramos	
Luan Pier Benetti	
Luiz Gustavo Cavalcanti Bastos	
André Carlos de Freitas	
Tainara Tejada Camacho	
Ana Paula farnezi Bassi	
DOI 10.22533/at.ed.82819010621	
SOBRE OS ORGANIZADORES	203

VALORES DE EXTINÇÃO TOPOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE QUALIDADE DE IMAGENS DE FUNDO DE OLHO

Alexandre Gonçalves Silva

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Informática e Estatística
Florianópolis – SC

Marina Silva Fouto

Universidade do Estado de Santa Catarina,
Departamento de Ciência da Computação
Joinville – SC

Angélica Moises Arthur

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Engenharia Elétrica e de Computação
Campinas – SP

Rangel Arthur

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Tecnologia
Limeira – SP

RESUMO: Uma imagem em níveis de cinza pode ser interpretada como uma superfície topográfica, na qual vales são regiões relativamente mais escuras, e montanhas, regiões mais claras em relação à vizinhança. A aplicação de filtros conexos por atributos crescentes, ao reduzir os topos deste relevo, pode remover a ocorrência de máximos regionais. Um valor de extinção consiste no número do atributo crescente utilizado em um desses filtros, suficiente para remover um máximo regional, ou seja, causar sua extinção da imagem. Este trabalho propõe o uso de dois valores de extinção topológicos

para a classificação automática de qualidade de imagens, entre “boa” ou “ruim”, a partir de uma base pública de 36 fotos de fundo de olho. O algoritmo desenvolvido atingiu sensibilidade de 93%, especificidade de 93%, acurácia de 90% e área sob a curva ROC de 93%.

PALAVRAS-CHAVE: fundo de olho, avaliação de qualidade, valores de extinção, classificação automática.

ABSTRACT: A grayscale image can be interpreted as a topographic surface in which valleys are relatively darker regions, and mountains are lighter regions in relation to the neighborhood. Applying connected filters by increasing attributes to decrease peaks of this terrain, can remove the occurrence of regional maxima. An extinction value consists in the increasing attribute number used in one of these filters, sufficient to remove a regional maximum, i.e., causing its extinction of the image. This paper proposes the use of two topological extinction values for the automatic classification of image quality between “good” or “poor” from a public dataset with 36 photos of fundus. The developed algorithm reached sensitivity 93%, specificity 93%, accuracy 90% and area under the ROC curve of 93%.

KEYWORDS: fundus, quality assessment, extinction values, automatic classification.

1 | INTRODUÇÃO

A verificação automática de qualidade de imagens de fundo de olho, por meio de sistemas computacionais, é um problema real na análise de imagens médicas (FASIH, 2014). Um estudo de Abràmoff et al. (2008), usando um sistema automatizado para detecção de retinopatia diabética encontrou, a partir de 10 mil exames processados, 23% de casos de imagens com qualidade insuficiente. Existem vários fatores contribuintes para a falta de qualidade em uma imagem de fundo de olho, que podem dificultar ou inviabilizar o diagnóstico: iluminação precária, falta de foco, estruturas de interesse não visíveis, vasos sanguíneos sem boa definição, artefatos introduzidos na imagem como cílios, poeira, pálpebras, reflexos ou sombras, entre outras. Neste trabalho, busca-se verificar qualidade de cada amostra de um banco de imagens público, sem nenhuma análise de estruturas internas da retina, e sem considerar nenhum tipo específico de doença. Baseado nas diferentes topologias destas imagens, são utilizados valor de extinção de altura de subárvore e valor de extinção de número de descendentes como descritores. A classificação é feita com *kNN* (*k-Nearest Neighbors Classification*) e a avaliação dos resultados, por meio de validação cruzada (DUDA; HART; STORK, 2001).

Banco de imagens

Uma parte da base HRF (*High-Resolution Fundus*), contendo 36 imagens, é destinada à avaliação de qualidade (KÖHLER et al., 2013). A captura foi feita com uma câmera de fundo de olho Canon CR-1 com campo de visão de 45°. São duas imagens, aproximadamente na mesma posição, para cada um dos 18 voluntários, sendo a primeira foto, obtida de maneira a ter pouca nitidez (local ou global), por exemplo, devido à câmera estar desfocada. Outras características de qualidade (condições de contraste e iluminação) não foram levadas em consideração. Na Figura 1, é mostrado um exemplo de par de fotos do mesmo indivíduo, sendo a primeira considerada de qualidade boa (a), e a segunda, com o desaparecimento dos vasos sanguíneos na parte inferior, sendo considerada de qualidade ruim (b).

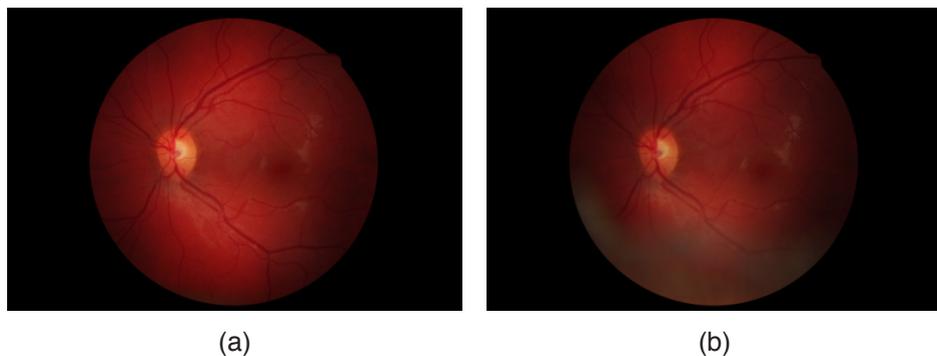


Figura 1: Exemplo de duas aquisições, com qualidades distintas, de imagens do mesmo indivíduo. (a) Qualidade boa. (b) Qualidade ruim.

2 | ATRIBUTOS CRESCENTES

Uma imagem pode ser representada por uma árvore de componentes (SILVA; LOTUFO, 2011), visualizada pela relação de inclusão de componentes conexos da decomposição por limiares. Na Figura 2, as intensidades maiores ou iguais a zero correspondem a todos os pixels da imagem (à esquerda), representada pela raiz da árvore (à direita). Ao tomar um limiar maior, surgem componentes conexos incluídos nos anteriores. A região destacada em amarelo, por exemplo, forma a subárvore esquerda da raiz. Cada nó é identificado com um c_r^n , onde n é o valor do limiar e r , o rótulo (para um dado limiar, mais de uma região pode ocorrer). A árvore de componentes, para uma imagem em níveis de cinza de 8 bits, pode ser construída em tempo linear (SILVA; LOTUFO, 2011). Algoritmos implementados no domínio da árvore são mais eficientes, pois há, em geral, consideravelmente menos nós do que pixels a processar. Em tempo de construção da árvore de componentes, é possível calcular alguns atributos crescentes para cada nó, como a altura topológica (altura de subárvore) e o número de descendentes (SILVA; LOTUFO, 2011). Na Figura 2, por exemplo, o nó c_5^1 possui altura topológica igual a 2 e número de descendentes igual a 4. Estes dois atributos são crescentes pois, para um nó ancestral, tais valores são sempre maiores. Ou seja, o número de descendentes é maior para um nó quanto mais próximo este estiver da raiz. O mesmo é válido para sua altura topológica.

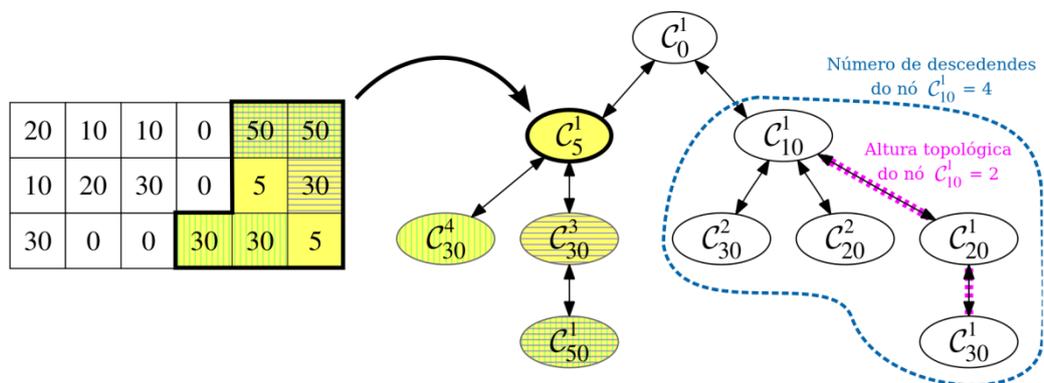


Figura 2: Árvore de componentes e atributos crescentes de altura topológica e número de descendentes.

Recortes

Em geral, os trabalhos de avaliação de qualidade de imagens de retina iniciam o procedimento com um ou mais recortes iniciais de regiões de interesse (ROI) de modo a evitar o tratamento do fundo escuro sem informação da retina. Na Figura 3, são apresentados alguns destes recortes que contribuem para o sucesso da classificação. Neste trabalho, o fundo escuro é ignorado pela remoção de nós da árvore de componentes (poda) que representem componentes conexos, na imagem, com caixas mínimas envolventes (*bounding boxes*) não totalmente internas ao círculo central. Este tem localização e dimensão fixa para todas as amostras. Considerando

um redimensionamento das imagens da base HRF para largura W de 1025 e altura H de 683, toma-se o centro em $(W/2; H/2+5)$ e raio de $(H/2-20)$.

Descritor

Valor de extinção é uma medida de persistência de máximos regionais da imagem, após uma filtragem por atributos crescentes.

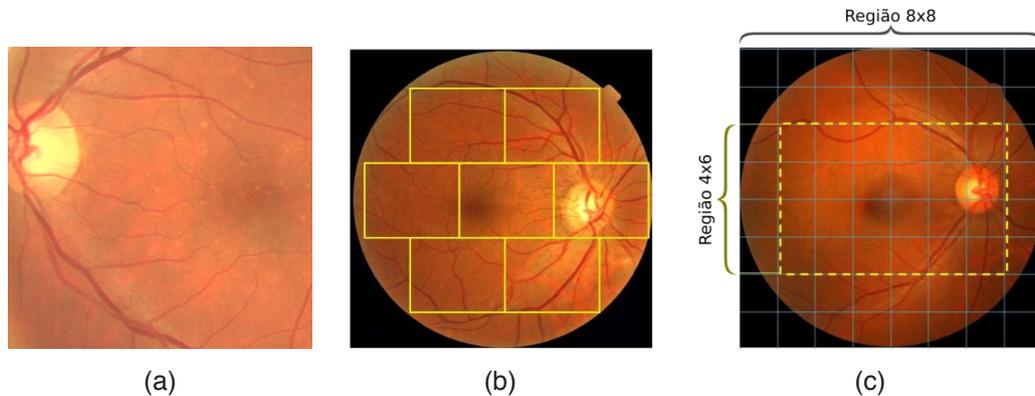


Figura 3: Recortes típicos de regiões de interesse (ROI) dos estudos. (a) Extraído de Köhler et al. (2013), sendo também o estilo de Nugroho et al. (2014). (b) Extraído de Davis et al. (2009). (c) Extraído de Fasih (2014).

Em outras palavras, ao filtrar a árvore de componentes por um atributo crescente com valor μ , todos os nós com atributos menores do que μ são removidos. Se μ for suficiente para eliminar um máximo regional M da superfície da imagem, considera-se que houve uma extinção de M . Os valores extinções de número de descendentes, E_d , e de altura topológica, E_a , foram recentemente propostos por Silva e Lotufo (2011) e são utilizados ineditamente, neste trabalho, como valores para formação do descritor. Na Figura 4, há um exemplo sintético para facilitar o entendimento dos valores de extinção topológicos. Ao filtrar os nós folhas pela primeira vez, em (a), os máximos regionais B e D se extinguem. A segunda filtragem, em (b), extingue A' (região que contém A) e E' (região que contém E). Em (c), os máximos permanecem. Em (d), o máximo F''' (contém F'' que, por sua vez, contém F' e este, F) deixa de existir. Em (e), o único máximo se mantém. E, finalmente, em (f), o último máximo é extinto. Desta maneira, tem-se que os seis máximos regionais originais da imagem, – A, B, C, D, E, F –, têm os respectivos valores de extinção de número de descendentes (E_d): 1, 0, 15, 0, 1, 6; e os seguintes valores de extinção de altura topológica (E_a): 1, 0, 5, 0, 1, 3.

O descritor utilizado para a imagem, cuja árvore de componentes é representada na Figura 4(a), consiste na média de cada uma das extinções:

- $x = (1+0+15+0+1+6) / 6 = 3,83$;
- $y = (1+0+5+0+1+3) / 6 = 1,67$.

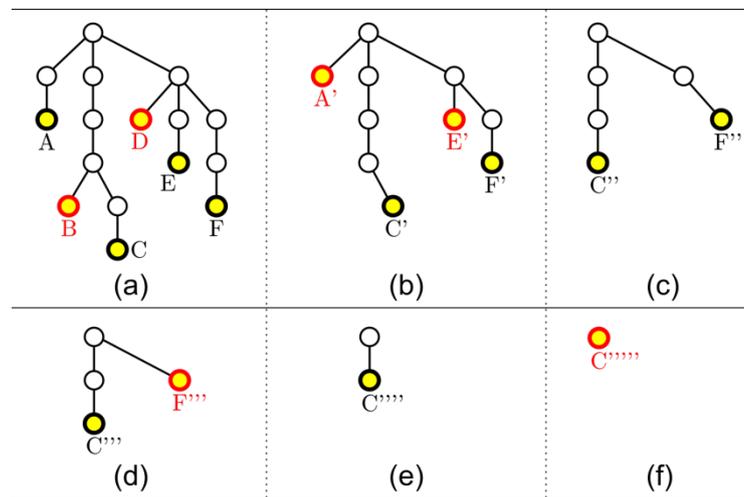


Figura 4: Filtragens sucessivas de nós folhas (subárvore com altura topológica igual a zero ou sem nenhum descendente). (a) Extinção dos máximos regionais B e D, ambos com $E_d=0$; $E_a=0$. (b) Extinção de A' e E', ambos com $E_d=1$; $E_a=1$. (c) Nenhuma extinção. (d) Extinção de F''' com $E_d=6$; $E_a=3$. (e) Nenhuma extinção. (f) Extinção de C'''' com $E_d=15$; $E_a=5$.

Portanto, o **descriptor** de uma imagem em níveis de cinza é constituído por dois escalares:

- x : média das extinções de número de descendentes entre todos os máximos regionais;
- y : média das extinções de altura topológica entre todos os máximos regionais.

3 | PRÉ-PROCESSAMENTO

Cada foto do banco de imagens é colorida e tem resolução 3888 x 2592 pixels. Antes da construção da árvore de componentes e extração do descriptor, cinco passos iniciais foram estabelecidos para normalização da imagem de entrada:

1. Conversão para níveis de cinza;
2. Redução para 1024 x 683 (26%);
3. Equalização do histograma;
4. Normalização das intensidades entre 0 e 255;
5. Máximo, pixel a pixel, entre a imagem do passo 4 e o seu negativo.

O resultado de cada passo, para uma imagem de exemplo, pode ser observado na Figura 5. Em (a), o resultado dos passos 1 e 2. Esta redução torna a extração de descritores mais eficiente (na ordem de 5 segundos). Em (b), a equalização do passo 3 e, em (c), a normalização do passo 4, de forma a distribuir e regularizar os níveis de cinza. Por fim, em (d), o máximo entre (c) e seu negativo, feito no passo 5,

sendo uma transformação apropriada à construção da árvore de componentes devido à orientação a máximos regionais.

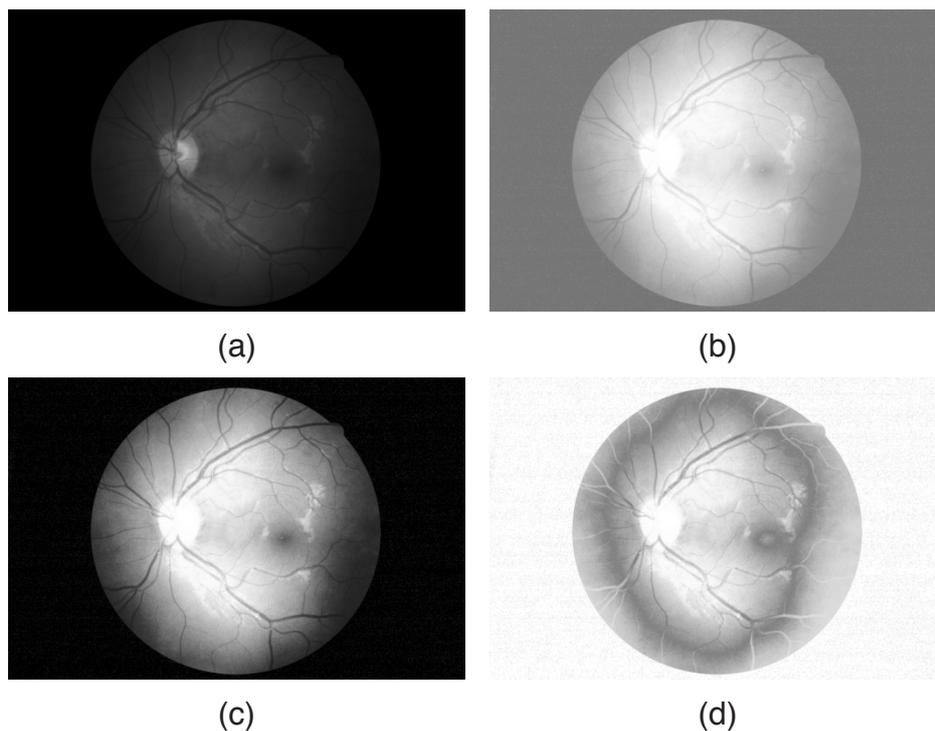


Figura 5: Pré-processamento. (a) Imagem reduzida e em níveis de cinza. (b) Equalização do histograma. (c) Normalização de 0 a 255. (d) Máximo entre (c) e o negativo de (c).

4 | RESULTADOS

A visualização da disposição do descritor (em x , a extinção média de número de descendentes; e em y , a extinção média de altura topológica), para cada uma das 36 fotos do banco de imagens, após este pré-processamento, é apresentada na Figura 6. Os pontos em azul são relativos às imagens de qualidade boa, e os vermelhos, às de qualidade ruim. A separação automática dos conjuntos e criação de duas regiões de influência, uma em azul e outra em vermelho, foi estabelecida por meio do classificador k NN ao adotar k igual a 3, com pesos uniformes para todos os pontos e métrica de distância Euclidiana (adotada em todos os experimentos). Observa-se que a quase a totalidade dos pontos foi classificada corretamente, demonstrando preliminarmente a eficácia do descritor proposto. Um conjunto de testes e uma análise estatística, para confirmar esta tese, são apresentados na sequência.

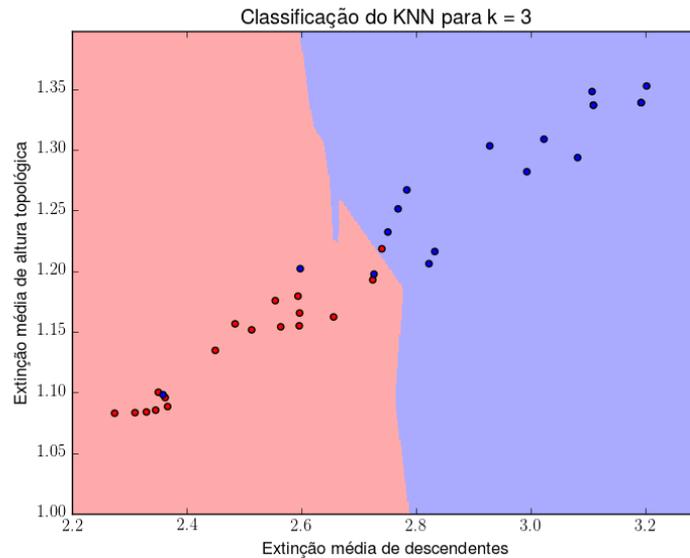


Figura 6: Disposição da extinção média de número de descendentes, no eixo horizontal, e extinção média de altura topológica, no eixo vertical, das 36 amostras, e áreas definidas pelo classificador k NN, usando $k=3$.

Experimentos

Para um resultado satisfatório do k NN, foram testados os primeiros valores ímpares (em *grid search*), sendo escolhido $k=3$. Os valores de sensibilidade (ou taxa de verdadeiros positivos), especificidade (ou taxa de verdadeiros negativos) e acurácia foram, respectivamente, iguais a $0,93\pm 0,13$, $0,93\pm 0,13$ e $0,90\pm 0,12$, para a classificação binária, considerando a validação cruzada *n-fold*, para $n=10$, ou seja, divisões sucessivas e representativas do conjunto de imagens em 10 partes, sendo uma para teste e as demais para treinamento. Para esses mesmos experimentos, curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic*) são construídas com os respectivos cálculos de área sob a curva (AUC). Estes resultados podem ser vistos na Figura 7, sendo a melhor condição encontrada para $k=3$ com AUC de 93% (com menor desvio padrão, de 10%, em relação aos demais testes).

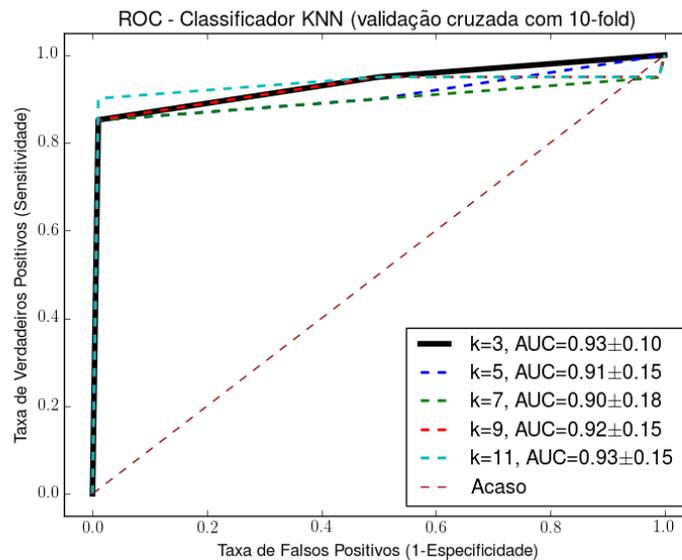


Figura 7: Curva ROC e indicação da área sob a curva (AUC) da validação cruzada “10-fold” do kNN para alguns valores de k .

5 | DISCUSSÃO

A avaliação do desempenho da proposta deste trabalho, em relação à literatura, não é simples, visto que, em cada estudo, são utilizadas bases de imagens distintas, em diferentes resoluções e quantidades de amostras. Na Tabela 2, são exibidas algumas características e resultados de alguns métodos. Em relação ao método proposto no presente trabalho, pode-se não efetuar nenhuma remoção de nós (sem recortes), tratando a imagem globalmente, ou proceder as remoções descritas no início do texto (com recortes). Observa-se o ganho de acurácia com este procedimento.

6 | CONCLUSÃO

Em processamento de imagens, valores de extinção são normalmente empregados na determinação de marcadores relevantes à segmentação (SILVA; LOTUFO, 2011). Neste trabalho, houve uma aplicação inédita de extinção média de descendentes e de altura topológica em avaliação de qualidade de fotos de fundo de olho. Imagens desfocadas, em geral, têm estes dois valores relativamente menores do que em imagens de qualidade aceitável. A classificação resultou em 90% de acurácia e de 93% de área ROC. O descritor, constituído pelas duas extinções médias, é definido globalmente ou após o descarte de componentes conexos com caixas envolventes não totalmente contidas no círculo central de cada imagem original. A aplicação em outras bases de imagens e testes com outros classificadores, tais como Máquina de Vetores de Suporte (SVM) ou Redes Neurais Artificiais (ANN), devem ser implementados.

Estudo	Base de imagens	Algoritmos principais	Sensitividade	Especificidade	Acurácia
Fasih (2014)	Própria 100 imagens	Texturas, SVM, 10-fold.	87%	89%	86%
Nugroho et al. (2014)	HEI-MED 47 imagens	Segmentação e contraste, Naïve Bayes.	98%	80%	89%
Proposto sem recortes	HRF 36 imagens	Valores de extinção, kNN (k=9), 10-fold.	87%	82%	82%
Proposto com recortes	HRF 36 imagens	Valores de extinção, kNN (k=3), 10-fold.	93%	93%	90%

Tabela 2: Resultados de alguns trabalhos com bases de imagens distintas.

7 | CONCLUSÃO

Em processamento de imagens, valores de extinção são normalmente empregados na determinação de marcadores relevantes à segmentação (SILVA; LOTUFO, 2011). Neste trabalho, houve uma aplicação inédita de extinção média de descendentes e de altura topológica em avaliação de qualidade de fotos de fundo de olho. Imagens desfocadas, em geral, têm estes dois valores relativamente menores do que em imagens de qualidade aceitável. A classificação resultou em 90% de acurácia e de 93% de área ROC. O descritor, constituído pelas duas extinções médias, é definido globalmente ou após o descarte de componentes conexos com caixas envolventes não totalmente contidas no círculo central de cada imagem original. A aplicação em outras bases de imagens e testes com outros classificadores, tais como Máquina de Vetores de Suporte (SVM) ou Redes Neurais Artificiais (ANN), devem ser implementados.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a disponibilização da base HRF, rotulada pelo grupo da FAU, Alemanha. E à equipe da Oftalmologia da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP pela assessoria a pesquisas com imagens de fundo de olho.

REFERÊNCIAS

- ABRÀMOFF, M. D.; NIEMEIJER, M.; SUTTORP-SCHULTEN, M. S. A.; VIERGEVER, M. A.; RUSSELL, S. R.; VAN GINNEKEN, B. **Evaluation of a system for automatic detection of diabetic retinopathy from color fundus photographs in a large population of patients with diabetes.** Diabetes Care 31, 2008, p. 193-198.
- DAVIS, H.; RUSSELL, S.; BARRIGA, E.; ABRÀMOFF, M.; SOLIZ, P. **Vision-based, real-time retinal image quality assessment.** 22nd IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems, 2009, p. 1-6.
- DUDA, R. O.; HART, P. E.; STORK, D. G. **Pattern classification.** 2nd ed. John Wiley & Sons, 2001.
- FASIH, M. **Retinal image quality assessment using supervised classification [dissertação].** Université de Montréal, 2014.
- KÖHLER, T.; BUDAI, A.; KRAUS, M. F.; ODSTRČILIK, J.; MICHELSON, G.; HORNEGGER, J. **Automatic no-reference quality assessment for retinal fundus images using vessel segmentation.** Proceedings of the 26th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems, 2013, p. 95-100.
- NUGROHO, H. A.; YULIANTI, T.; SETIAWAN, N. A.; DHARMAWAN, D. A. **Contrast measurement for no-reference retinal image quality assessment.** 6th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering, 2014, p. 1-4.
- SILVA, AG, LOTUFO RA. **Efficient computation of new extinction values from extended component tree.** Pattern Recognition Letters, v. 32, p. 79-90, 2011.

SOBRE OS ORGANIZADORES

NAYARA ARAÚJO CARDOSO - Graduada com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada – INTA. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia – ESAMAZ. Mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará – *Campus* Sobral. Membro do Laboratório de Fisiologia e Neurociência, da Universidade Federal do Ceará – *Campus* Sobral, no qual desenvolve pesquisas na área de neurofarmacologia, com ênfase em modelos animais de depressão, ansiedade e convulsão. Atualmente é Farmacêutica Assistente Técnica na empresa Farmácia São João, Sobral – Ceará e Farmacêutica Supervisora no Hospital Regional Norte, Sobral – Ceará.

RENAN RHONALTY ROCHA - Graduado com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada - INTA. Especialista em Gestão da Assistência Farmacêutica e Gestão de Farmácia Hospitalar pela Universidade Cândido Mendes. Especialista em Análises Clínicas e Toxicológicas pela Faculdade Farias Brito. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia - ESAMAZ. Especialista em Micropolítica da Gestão e Trabalho em Saúde do Sistema Único de Saúde pela Universidade Federal Fluminense. Farmacêutico da Farmácia Satélite da Emergência da Santa Casa de Sobral/CE, possuindo experiência também em Farmácia Satélite do Centro Cirúrgico. Membro integrante da Comissão de Farmacovigilância do referido hospital. Foi coordenador da assistência farmacêutica de Morrinhos/CE por dois anos. Mestrando em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará - UFC.

MARIA VITÓRIA LAURINDO - Graduada com titulação de Bacharel em Enfermagem pelo Centro Universitário INTA – UNINTA. Foi bolsista no hospital da Santa Casa de Misericórdia de Sobral (SCMS) no setor de Quimioterapia, participei do programa de monitoria na disciplina de Patologia Humana e fui integrante do Projeto de Extensão Humanização Hospitalar. Assim como, desenvolvi ações em educação e saúde como extensionista para pacientes parturientes no hospital Santa Casa de Sobral (SCMS). Pós-Graduada em Urgência e Emergência pela Universidade Cândido Mendes – UCAM.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-382-8

