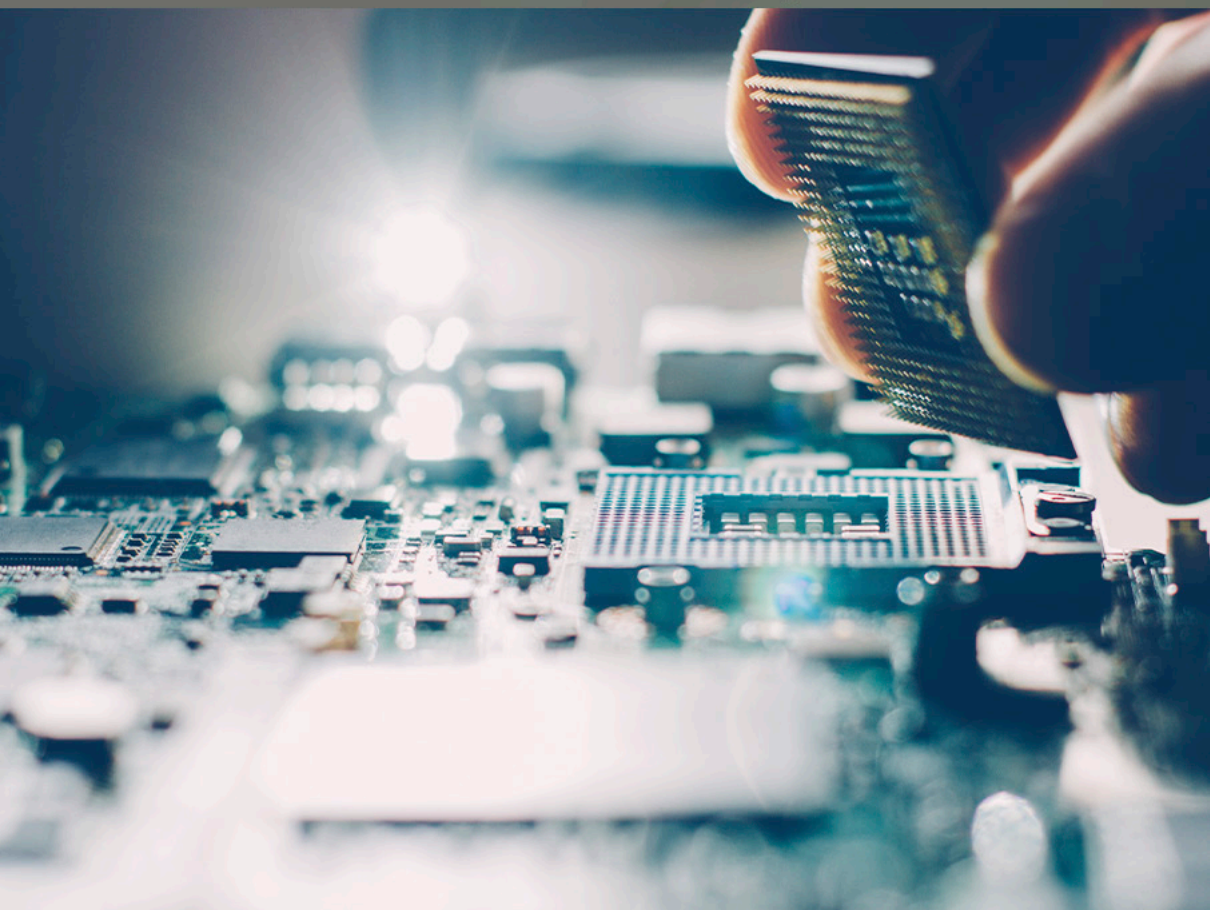


COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 3

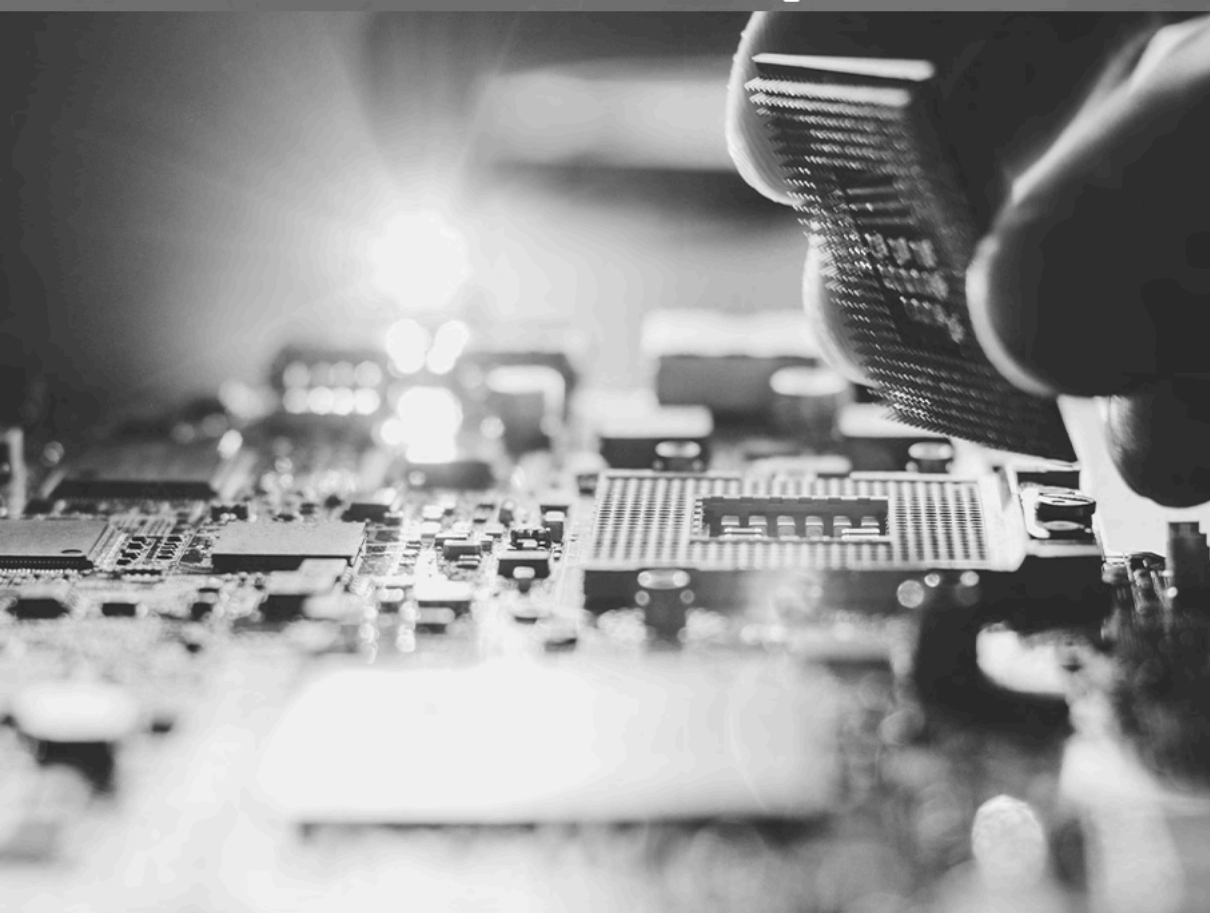


LILIAN COELHO DE FREITAS
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 3



LILIAN COELHO DE FREITAS
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Gabriel Motomu Teshima
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Lilian Coelho de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia de computação 3 / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-619-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.192212911>

1. Engenharia de computação. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título.

CDD 621.39

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A Atena Editora tem a honra de presentear o público em geral com a série de *e-books* intitulada “*Coleção desafios das engenharias: Engenharia de computação*”. Em seu terceiro volume, esta obra tem o objetivo de divulgar aplicações tecnológicas da Engenharia de Computação na resolução de problemas atuais, com o intuito de facilitar a difusão do conhecimento científico produzido em várias instituições de ensino e pesquisa do país.

Organizado em 20 capítulos, este volume apresenta temas como utilização de aprendizagem de máquina na avaliação de riscos de infecção por COVID-19; dispositivos automatizados para administração de remédios; comunicação científica apoiada por realidade aumentada; métodos de elementos finitos aplicados na análise de materiais para indústria aeronáutica; aplicações de processamento digital de imagens e de algoritmos genéticos; entre diversas outras aplicações da automação e do desenvolvimento de *software*, combinados para melhorar as atividades do nosso dia-a-dia.

Dessa forma, esta obra contribuirá para aprimoramento do conhecimento de seus leitores e servirá de base referencial para futuras investigações.

Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção deste trabalho.

Boa leitura.


Lilian Coelho de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

EVALUATING THE RISK OF COVID-19 INFECTION BASED ON MACHINE LEARNING OF SYMPTOMS AND CONDITIONS VERSUS LABORATORY METHODS


Daniel Mário de Lima
João Henrique Gonçalves de Sá
Ramon Alfredo Moreno
Marina de Fátima de Sá Rebelo
José Eduardo Krieger
Marco Antonio Gutierrez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1922129111>

CAPÍTULO 2..... 16

DISPOSITIVO AUTOMATIZADO PARA ADMINISTRAÇÃO DE REMÉDIOS


João Roberto Silva Teixeira
Alessandro Mainardi de Oliveira
Ricardo Neves de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1922129112>

CAPÍTULO 3..... 22

INTEGRAÇÃO ENTRE DADOS TEXTUAIS DE PRONTUÁRIOS ELETRÔNICOS DO PACIENTE (PEPS) E TERMINOLOGIAS CLÍNICAS


Amanda Damasceno de Souza
Eduardo Ribeiro Felipe
Fernanda Farinelli
Jeanne Louize Emygdio
Lívia Marangon Duffles Teixeira
Maurício Barcellos Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1922129113>

CAPÍTULO 4..... 35

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF A ENRICHED MIXED FINITE ELEMENT METHOD WITH STATIC CONDENSATION FOR POISSON PROBLEMS

Ricardo Javier Hanco Ancori
Jose Diego Ayñayanque Pastor
Rómulo Walter Condori Bustincio
Eliseo Daniel Velasquez Condori
Roger Edwar Mestas Chávez
Fermín Flavio Mamani Condori
Jorge Lizardo Díaz Calle


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1922129114>

CAPÍTULO 5..... 45

COMPORTAMENTO DE PAREDE DE ALVENARIA ESTRUTURAL EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO: ANÁLISE NUMÉRICA

Jean Marie Désir


Luana Zanin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1922129115>

CAPÍTULO 6..... 58

COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA APOIADA POR REALIDADE AUMENTADA: O CASO DO APLICATIVO AUMENTANDO KIRIMURÊ


Vinícius Pires de Oliveira
Fernanda Vitória Nascimento Lisboa
Jéssica Duarte Souza
Brisa Santana Brasileiro
Hilma Maria Passos de Oliveira
Ingrid Winkler
Andrea de Matos Machado
Karla Schuch Brunet

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1922129116>

CAPÍTULO 7..... 64

CONTEXTUALIZAÇÃO DO CPS DE UMA CÉLULA ROBÓTICA, ATRAVÉS DO GÊMEO DIGITAL UTILIZANDO PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO OPC UA


Rogério Adas Pereira Vitalli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1922129117>

CAPÍTULO 8..... 75

DESENVOLVIMENTO DE UMA ARQUITETURA DE SOFTWARE BASEADA EM CENÁRIOS ARQUITETURAIS, MEMORANDOS TÉCNICOS E VISÕES DO MODELO 4+1


Everson Willian Pereira Bacelli
Bruno Ferreira Cardoso
Wilson Vendramel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1922129118>

CAPÍTULO 9..... 90

DEVELOPMENT OF AN AIDING TOOL FOR THE OPTIMAL DETAIL OF ACTIVE REINFORCEMENT USING GENETIC ALGORITHM


Victória Carino Neves
Guilherme Coelho Gomes Barros







 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1922129119>





CAPÍTULO 10..... 106

ANÁLISE DOS EFEITOS DA MÉTRICA DE DISTÂNCIA NA EXTRAÇÃO DE CONJUNTOS DE SIMILARIDADE

André Eduardo Alessi
Bruno Duarte
Ives Renê Venturini Pola
Dalcimar Casanova
Marco Antonio de Castro Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.19221291110>

CAPÍTULO 11	119
ESTUDO SOBRE AUTOMATIZAÇÃO DE EQUIVALÊNCIA DE FUNÇÕES	
Lucas Fernando Frighetto	
Fábio Hernandez	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.19221291111	
CAPÍTULO 12	142
ESTUDO SOBRE O CONTROLE REMOTO DE DISPOSITIVOS MICROCONTROLADOS UTILIZANDO DISPOSITIVOS MÓVEIS	
João Vítor Fernandes Dias	
Fermín Alfredo Tang Montané	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.19221291112	
CAPÍTULO 13	163
HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS APLICADAS EN EL DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADORA EN LA MODALIDAD A DISTANCIA	
Liliana Eneida Sánchez Platas	
Celia Bertha Reyes Espinoza	
Olivia Allende Hernández	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.19221291113	
CAPÍTULO 14	174
HISTÓRICO DAS MULHERES NA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO FEMININA NOS CURSOS SUPERIORES DO BRASIL	
Vívian Ludimila Aguiar Santos	
Thales Francisco Mota Carvalho	
Maria do Socorro Vieira Barreto	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.19221291114	
CAPÍTULO 15	186
IDENTIFICAÇÃO DO MODELO DINÂMICO DE UMA TURBINA EÓLICA: ESTUDO DE CASO DA NORDTANK NTK 330F	
Gustavo Almeida Silveira de Souza	
Edgar Campus Furtado	
Leandro José Evilásio Campos	
Cristiane Medina Finzi Quintão	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.19221291115	
CAPÍTULO 16	199
COMFORT IN VIBRATIONS FOR THE STEEL-CONCRETE COMPOSITE FLOORS: AN APPRAISAL FOR REVIEW OF ABNT NBR 8800:2008	
João Vitor V. Freire	
André V. Soares Gomes	
Adenícia Fernanda G. Calenzani	
Johann A. Ferrareto	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.19221291116	

CAPÍTULO 17	224
FINITE ELEMENT METHOD APPLIED TO MECHANICAL ANALYSIS OF AERONAUTICAL RIBS IN CARBON FIBER AND 7075 ALUMINUM ALLOY	
Alex Fernandes de Souza	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.19221291117	
CAPÍTULO 18	236
MÉTODO PARA CALCULAR A ÁREA DE SUPERFICIAL DE RAÍZES POR PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS	
Marcio Hosoya Name	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.19221291118	
CAPÍTULO 19	244
LOCAL MESHFREE METHOD OPTIMIZATION WITH GENETICALGORITHMS	
Wilber Vélez	
Flávio Mendonça	
Artur Portela	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.19221291119	
CAPÍTULO 20	258
NAVEGACIÓN VIRTUAL 2D Y 3D EN UN ENTORNO WEB	
Víctor Tomás Tomás Mariano	
Felipe de Jesús Núñez Cárdenas	
Jorge Hernández Camacho	
Isaura Argüelles Azuara	
Guillermo Canales Bautista	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.19221291120	
SOBRE A ORGANIZADORA	268
ÍNDICE REMISSIVO	269

MÉTODO PARA CALCULAR A ÁREA DE SUPERFICIAL DE RAÍZES POR PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 19/08/2021

Marcio Hosoya Name

Universidade Federal do Paraná (UFPR) –
Setor Litoral
Matinhos-PR, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5806067174457918>

RESUMO: A avaliação do sistema radicular das culturas é importante para melhor compreensão dos efeitos da nutrição das plantas e do manejo de nutrientes no solo. No entanto, os estudos e a cultura do sistema radicular são lentos, exigem muito tempo e mostram resultados de baixa precisão. Nesse contexto, o processamento digital de imagens pode ser uma alternativa. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um método computacional para auxiliar na avaliação da área superficial de raízes de soja. Inicialmente, foi desenvolvido em plataforma Java com o fornecimento da biblioteca OpenCV através do plug-in JavaCV. Então, após a contagem manual, as amostras de raiz de soja que foram digitalizadas, foram carregadas no software. Os resultados do software desenvolvido foram correlacionados com os do método da linha de intersecção. O coeficiente de correlação ($R=0,77$) obtido pelo software desenvolvido foi, em média bom, quando comparado com o método da linha de intersecção. Portanto, em geral, o método proposto foi preciso para estimar a área superficial das raízes de soja.

PALAVRAS-CHAVE: Software, OpenCV,

JavaCV, análise de imagem, correlação.

METHOD FOR CALCULATING ROOT SURFACE AREA BY DIGITAL IMAGE PROCESSING

ABSTRACT: The evaluation of the root system of crops is important for a better understanding of the effects of plant nutrition and soil nutrient management. However, studies and culture of the root system are slow, time-consuming and shows low precision results. In this context, digital image processing can be an alternative. The objective of this work was to develop a computational method to assist the evaluation the surface area of soybean roots. Initially, it was developed in Java platform with the OpenCV library through the JavaCV plug-in. Then, after manual counting, the soybean root samples that were digitized were loaded into the software. The results of the developed software were correlated with those of the line-intersection method. The correlation coefficient ($R=0.77$) obtained by the developed software was, on average, good when compared to the line-intersection method. Therefore, in general, the proposed method was accurate to estimate the surface area of soybean roots.

KEYWORDS: Software, OpenCV, JavaCV, image analysis, correlation.

1 | INTRODUÇÃO

O sistema radicular é responsável pela fixação da planta ao solo e pela aquisição e absorção de água e nutrientes do solo (Maruyama et. al., 2018). No entanto, esta avaliação é

complexa, cansativa e encoraja erros de amostragem e medição (BÖHM, 1979). O sistema radicular pode ser realizado com base na avaliação das características que determinam o crescimento e distribuição das raízes no perfil do solo, como: número de raízes, volume, diâmetro, comprimento e, sobretudo, área superficial (BÖHM, 1979).

A área superficial da raiz é um parâmetro que ajuda a entender a relação solo-planta (GRANT et. al., 2012). Posteriormente a obtenção do comprimento da raiz, é possível obter o valor da área de superficial da raiz. Tradicionalmente, o comprimento é determinado pelo método da linha de intersecção modificado por Tennant (TENNANT, 1975). A área da superficial radicular pode ser calculada manualmente a partir de dados de comprimento e diâmetro radicular, assumindo que as raízes são cilíndricas (TAGLIAVINI et. al., 1993) e, recentemente, por processamento digital de imagens (COSTA et. al., 2014).

O processamento digital de imagens (PDI) engloba técnicas com o objetivo de melhorar a informação visual, para uma posterior interpretação humana, bem como, a análise automática de informações extraídas de uma cena (MARUYAMA et. al., 2018). Nesse contexto, o ImageJ é um software de domínio público desenvolvido em Java, uma linguagem de programação que permite que o código do programa seja executado em um ambiente de computação multiplataforma (IMAGEJ, 2019).

O uso de PDI tem sido utilizado em estudos na área de Agronomia (RIBEIRO et. al., 2016), (SABLIOV et. al., 2002), principalmente em medidas da área de superficial de raízes. Tagliavini et. al. (1993) utilizaram um sistema de processamento de imagens para estimar a área total da superfície radicular do pessegueiro *Prunus persica (L.) Batsch*. Yugan e Xuecheng (2010), desenvolveram um sistema de análise de arquitetura 2D com o uso de scanner de mesa e tecnologias de processamento de imagem, para obtenção da área de superficial da raiz, usando o modelo cilíndrico aproximado. Costa et. al. (2014) usando ImageJ em imagens digitalizadas de raízes de banana, para determinar a área de superficial, obteve um coeficiente de correlação ($R=0,54$), utilizando o método de Tennant como referência. Este estudo apresenta um método computacional para auxiliar a área de superficial radicular da soja, comparando os valores de área superficial obtidos com o método proposto, utilizando o método de Tennant (1975) como referência.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A. Ambiente computacional

No desenvolvimento do método, foram utilizadas as plataformas livres NetBeans IDE 6.9.1 e Oracle JDK 1.6.0_20, a versão 2.4.0 do OpenCV e JavaCV 0.1 (NAME et. al., 2014), (NAME et. al., 2016), (NAME et. al., 2019). O ambiente utilizado foi um processador Intel® Core™ i5-3470 de 3,20 GHz, 4,0 GB de RAM e Sistema Operacional Windows 7 (64 bits). A

biblioteca OpenCV foi desenvolvida pela Intel® e é geralmente aplicada ao processamento digital de imagens e à visão computacional. Esta biblioteca foi escrita na linguagem C/C++ e atualmente suporta Python, Ruby, Matlab e outros idiomas (BRADSKI e KAEHLER, 2013). Além disso, também utilizamos o *plug-in* JavaCV (AUDET, 2019) para acessar, via JNI (*Java Native Interface*), as funções da biblioteca OpenCV pelo código em linguagem Java e sua implementação. O JavaCV implementa várias funções existentes no OpenCV, que são acessadas via JNI.

B. Método manual

Para calcular o comprimento da raiz, foi utilizado o método da linha de intersecção proposto por Tennant (1975), com malhas de grade de 1,0 x 1,0 cm. Uma descrição do procedimento para calcular o comprimento de Tennant pode ser explicada, passo a passo, em Name et. al., (2019). Após a obtenção dos dados do comprimento da raiz, a equação (1) foi usada para calcular a área de superfície da raiz.

$$A = 2R\pi C \quad (1)$$

onde A = área da superfície da raiz; R = raio médio da raiz; e C = comprimento da raiz (mm).

A partir do valor da área de superfície da raiz de cada amostra, foi realizada a soma de todas as áreas, resultando na área total (A) de todas as amostras, obtida em mm².

C. Aquisição das imagens

As amostras de raiz foram digitalizadas utilizando uma impressora multifuncional Lexmark® X4690. As raízes foram espalhadas em uma bandeja de vidro retangular (27,0 x 18,0 x 1,5 cm), diretamente em um scanner de mesa, com uma fina camada de água (2-4 mm) para separar as raízes dispostas na bandeja e evitar a sobreposição das raízes (KIMURA et. al., 1999). A bandeja de vidro foi envolvida por uma borda (altura 1,5 cm) feita de isopor, para evitar sombras das frestas, devido à altura da bandeja de vidro em relação ao scanner (NAME et. al., 2019). As imagens digitais RGB (*red, green, blue*) das amostras de raízes foram adquiridas e, posteriormente, armazenadas em formato JPEG, em 300dpi, com dimensões de 2000x3050 pixels. A Figura 1 demonstra imagem raiz de soja digitalizada.

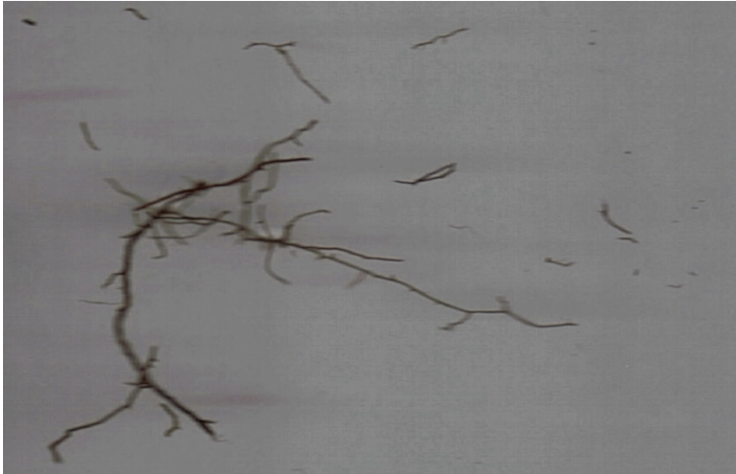


Figura 1. Uma amostra de imagem de raiz de soja.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A. Método desenvolvido

Após a aquisição da imagem, as raízes foram computadas para obter os dados de comprimento. Melhores informações procedimentais sobre o cálculo de comprimento de raiz, pelo método proposto, é detalhada em Name et. al. (2019). O cálculo do diâmetro é obtido a partir do valor da área planar por meio dos métodos `cvContourArea()` e `cvContourPerimeter()`, recebendo como parâmetro o contorno do objeto. O cálculo do diâmetro foi obtido a partir do valor da área planar (A_p). Para o cálculo da área planar, equação (2), foi necessário o perímetro e a área interna do objeto.

O Algoritmo 1, demonstra o método para obter a área planar.

$$A_p = cvContourArea() + \frac{cvContourPerimeter()}{2} \quad (2)$$

```
1:         public double calcularAreaPlanar(){
2:     for (contorno=lista; contorno!=null; contorno=contorno.hasNext()){
3:         double ap = cvContourArea(contorno, CV_WHOLE_SEQ, 0);
4:         double p = cvContourPerimeter(contorno);
5:         double areaPlanar = (ap+(p/2));
6:         return areaPlanar;
7:     }
8: }
```

Algoritmo 1 – Método para obter a área planar.

Através do valor da área planar e do comprimento, o diâmetro foi calculado pela relação entre a área planar (A_p) e o comprimento (C), equação (3) e algoritmo (2):

$$D_{raiz} = \frac{A_p}{C} \quad (3)$$

```
1:      public double calcularDiametroAreaPlanar(){
2:          if(!iscalculadoDiametroMedio){
3:              if(!iscalculadoComprimento){
4:                  calcularComprimento();
5:              }
6:              iscalculadoDiametroMedio = true;
7:              double diametroMedio =(areaplanar/comprimento);
8:          }
9:          return diametroMedio;
10:     }
```

Algoritmo 2 – Método de obtenção do diâmetro.

Por fim, através do comprimento e do diâmetro, assumindo que as raízes são cilíndricas (TAGLIAVINI et. al., 1993), foi possível calcular a área superficial A (equação 4) e algoritmo (3):

$$A = D\pi C \quad (4)$$

```
1:      public double calcularAreaSuperficial(){
2:          if(!iscalculadaAreaMedio){
3:              if(!iscalculadoComprimento)
4:                  calcularComprimento();
5:              if(!iscalculadoDiametro)
6:                  calcularDiametroMedio();
7:              double areaSuperficial =
8:                  diametroMedio*comprimento*Math.PI;
9:              isCalculadaAreaSuperficial = true;
10:         }
11:         return areaSuperficial;
12:     }
```

Algoritmo 3 – Método para obtenção da área superficial.

De posse do valor da área superficial de cada objeto encontrado (raiz), foi realizada uma rotina de cálculo da área superficial total por amostra, obtido pelo somatório de todas as áreas superficiais individuais dos objetos encontrados. Posteriormente, o resultado da área

superficial de cada amostra foi somado e aplicado o coeficiente de correlação (R).

D. Teste em raízes

A Tabela I demonstra as medidas da área superficial obtidas com o método tradicional e com o método proposto.

Método Tradicional (Tennant) (mm ²)	Método Proposto (mm ²)	Coefficiente de Correlação (R)
128,27	148,28	0,77

TABELA I. Medidas obtidas com o método tradicional e com o método proposto.

As estimativas da área superficial das raízes de soja obtidas com o método proposto foram correlacionadas com o método de Tennant, aqui nomeado de tradicional (TENNANT, 1975), resultando em um coeficiente de correlação de $R=0,77$. Embora nosso método apresente um forte coeficiente de correlação (R), o coeficiente de ImageJ obtido por Costa et. al. (2014), ($R=0,54$) foi inferior ao método proposto. Isso indica que, para a quantidade de raízes usada, nosso método explica a determinação da área da superfície da raiz melhor do que o ImageJ.

Por outro lado, o coeficiente obtido pelo método proposto, considerando o método tradicional calculado como a área de superfície de um cilindro (TAGLIAVINI et. al., 1993), obteve uma diferença de $R=0,23$. Isso indica que, embora exista uma diferença considerável em relação ao método tradicional, nosso método também explica bem a medição da área de superfície radicular, quando comparado ao outro programa de análise de imagem. Isto pode ser atribuído à aplicação do limiar nas imagens da raiz, podendo causar superestimação da área da superficial. Problemas semelhantes também foram relatados em estudos recentes (COSTA et. al., 2014). Em outros estudos, como o de Sabliov et. al. (2002), em que o PDI foi utilizado para estimar a área superficial de ovos e pêssegos, o delineamento da imagem parece ser mais fácil, ao utilizar o limiar.

Por fim, é possível concluir que a área da superficial radicular variou menos quando estimada pelo nosso método, do que pelo programa de análise de imagens ImageJ (COSTA et. al., 2014), quando comparado ao método da linha de intersecção.

4 | CONCLUSÃO

Este estudo apresentou um método computacional de domínio público, desenvolvido em Java, com o apoio da biblioteca OpenCV e do plug-in JavaCV, que são plataformas livres.

Nosso método gera dados para a área de superfície da raiz que não diferem muito daqueles do método de referência.

Embora os resultados para área superficial de raízes de soja obtida, o nosso método foram bons, recomenda-se aplicação em outras raízes.

TRABALHOS FUTUROS

Pesquisas sobre aplicação de PDI em raízes continua. Espero futuramente, melhorar o algoritmo de extração de dados da imagem, para calcular a área de superfície da raiz, bem como, comparar com outros sistemas de análise de imagem.

REFERÊNCIAS

AUDET, S. JavaCV - java interface to opencv and more. **JavaCV**. mar. 2019. Disponível em: <http://code.google.com/p/javacv/>. Acesso em: 18 mar. 2019.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. Springer-Verlag, Berlin, 1979, 201p.

BRADSKI, G. e KAEHLER, A. Learning Opencv: computer vision in c++ with the opencv library, O'Reilly-Media, Boston, 2013.

COSTA, M. C. G.; CUNHA, I. M. de L.; JORGE, L. A. de C. e ARAÚJO, I. C. da S. Public-domain software for root image analysis. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1359-1366, 2014.

GRANT, J. C.; NICHOLS, J. D.; YAO, R. L.; SMITH, R. G. B.; BRENNAN, P. D. e VANCLAY, J. K. Depth distribution of roots of *Eucalyptus dunnii* and *Corymbia citriodora* subsp. *variegata* in different soil conditions. **Forest Ecology and Management**, v. 269, p. 249-258, 2012.

IMAGEJ. ImageJ - Image Processing and Analysis in Java. **ImageJ**. jun. 2019. Disponível em: <http://imagej.nih.gov/ij/index.html>. Acesso em: 16 jun. 2019.

KIMURA, K.; KIKUCHI, S. e YAMASAKI, S. Accurate root length measurement by image analysis, **Plant and Soil**, v. 216, p. 117-127, 1999.

MARUYAMA, T. M.; NAME, M. H.; FRANCO, J. R. e FALATE, R. Development and validation of a method for measurement of root length in 2D images. **IEEE Latin America Transactions**, v. 16, p. 940-947, 2018.

NAME, M. H.; MARTINS JÚNIOR, H. L.; MARUYAMA, T. M. e FALATE, R. Development and comparison of software for the evaluation of root length. **Espacios**, v. 37, p. 22, 2016.

NAME, M. H.; MARUYAMA, T. M.; FALATE, R. e DA FONSECA, A. F. A computational method to assist evaluation of root length of soybean based on digital image processing. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, p. 1740-1748, 2019.

NAME, M. H.; RIBEIRO, S. S.; MARUYAMA, T. M.; VALLE, H. P.; FALATE, R. e VAZ, M. S. M. G. Metadata extraction for calculating object perimeter in images. **IEEE Latin America Transactions**, v. 12, p. 1566-1571, 2014.

RIBEIRO, S. S.; VAZ, M. S. M. G.; HENNEBERG, L.; JACCOUD FILHO, D. S.; NAME, M. H. e FALATE, R. Detection of ardidos grains of corn by means of data mining algorithms. **Espacios**, v. 37, p. 7, 2016.

SABLIOV, C. M. ; BOLDOR, D.; KEENER, K. M. e FARKAS, B. E. Image processing method to determine surface area and volume of axi-symmetric agricultural products. **International Journal of Food Properties**, v. 5, p. 641-653, 2002.

TAGLIAVINI, M.; VETO, L. J. e LOONEY, N. E. Measuring root surface area and mean root diameter of peach seedlings by digital image analysis. **Hortscience**, v. 28, p. 1129-1130, 1993.

TENNANT, D. A test of a modified line intersect method of estimating root length. **Journal of Ecology**, v. 63, p. 995-1001, 1975.

YUGAN, C. e Xuecheng, Z. Plant root image processing and analysis based on 2D scanner. In: *PROCEEDINGS OF THE IEEE FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIO-INSPIRED COMPUTING: THEORIES AND APPLICATIONS (BIC-TA 2010)*, Changsha, China, 2010, p. 1216-1210, 2010.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acoplamento termomecânico 44, 48, 52

Algoritmo genético (AG) 244

Alvenaria estrutural 4, 44, 48

Análise de imagem 235, 240, 241

Aprendizado de máquina 2

Arduino 17, 18, 19, 20, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 152, 154, 157, 158, 159, 160, 161

Arquitetura de software 5, 74, 75, 76

B

Balanced spaces 34

Biblioteconomia clínica 21

Bluetooth 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 177

C

Cenários arquiteturais 5, 74, 87

Ciclo de vida arquitetural 74, 76, 77, 85, 87

Comunicação científica 3, 5, 57, 58

Conjuntos de similaridade 5, 105, 107, 108, 116

Correlação 235, 236, 240

D

Dados complexos 105, 106, 107, 108

Design science research 57, 58, 59, 62

Desigualdade de gênero na TI 173, 174

Dibujo asistido por computadora 6, 162, 163, 164, 171

E

Educación a distancia 162, 164, 165, 168, 170, 171

Elementos finitos 3, 48, 52, 53, 223

Energia renovável 185

Equivalência de funções 6, 118

F

Fibra de carbono 223

G

Gêmeo digital 5, 63, 64, 68, 71

Grafos 105, 112, 259, 261

H

Herramientas tecnológicas 6, 162, 163, 164, 170

Histórico feminino na TI 173, 174

Human comfort 198

I

Identificação de sistemas 185, 188, 189

Idosos 16, 17, 20

Indústria 4.0 63, 65, 66, 67

Infecções por Coronavirus 2

Interoperabilidade 21, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 63, 64, 66, 67

J

JavaCV 235, 236, 237, 240, 241

JavaScript 141, 142, 153, 263

L

Ligas de alumínio 223

M

Memorandos técnicos 5, 74, 76, 78, 80, 81, 86, 87

Método sem malha local 243, 244

Método sem malha local com integração reduzida (ILMF) 244

Métrica de distância 5, 105, 113, 116

Microcontrolador 17, 141, 152

Mixed finite elements 34

Mulheres na TI 173, 174, 182, 183

Mulheres nos cursos superiores de TI 173, 174

O

Ontologias 21, 22, 23, 24, 25, 29, 30, 31, 32

opencv 241

OpenCV 235, 236, 237, 240, 241

Optimal detailing 89

P

Poisson's equation 34, 36

Prestressed concrete 89, 90, 91, 92, 96, 103

R

Rami 4.0 65

RAMI 4.0 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71

Realidade aumentada 3, 5, 57, 58, 60, 62

Remédios 3, 4, 16, 17, 20

Resistência ao fogo 44, 45, 49, 50, 56

Resistência mecânica 50, 55, 223

Robotista 63

S

Sistemas ciberfísicos (CPS) 63, 64, 71

Static condensation 4, 34, 35, 36

Steel-concrete 6, 198, 199, 200, 202, 204, 205, 206, 216, 218, 221

T

Terminologias clínicas 4, 21, 23, 24, 25, 30

Teste de hipótese 105

U

Usinas eólicas 185

V

Vibrations 6, 198, 199, 212, 219, 220, 222

Visões do modelo 4+1 5, 74, 87

Visualização de dados 57

W

Wi-Fi 141, 142, 147, 148, 152, 153, 157, 158

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:


ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 3

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 3

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br