

# Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia  
(Organizadores)

# Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia  
(Organizadores)

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



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
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. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
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. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	<p>Estudos (inter) multidisciplinares nas ciências exatas e tecnologias [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta, Ricardo Vinicius Bubna Biscaia. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-798-7 DOI 10.22533/at.ed.987192611</p> <p>1. Ciências exatas – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Biscaia, Ricardo Vinicius Bubna.</p> <p style="text-align: right;">CDD 509</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Neste livro são apresentados vários trabalhos, alguns com resultados práticos, outros com métodos de desenvolvimento para o ensino de tecnologias, bem como um enfoque em energias renovais.

Um compendio de temas e abordagens que constituem a base de conhecimento de profissionais que buscam estar atualizados e alinhados com as novas tecnologias .

A obra Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias aborda os mais diversos assuntos sobre a aplicação de métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação ensino aprendizado, sendo por meio de levantamentos teórico-práticos de dados referentes aos cursos ou através de propostas de melhoria nestas relações.

Outro ponto de grande destaque, são as novas ferramentas utilizadas em um compendio relacionado ao ensino-aprendizagem, como ferramentas tecnológicas que facilitem o entendimento e executem um link entre aluno-professor-conteúdo.

Desta forma temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

Ricardo Vinicius Bubna Biscaia

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A TECNOLOGIA E AS MUDANÇAS NO MERCADO DE TRABALHO	
Eduardo Bruno de Almeida Donato Amanda Moura Camilo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871926111</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
CIBERCULTURA: ESPAÇO DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA À LUZ DA TEORIA ATOR-REDE	
Diane Schlieck Martha Kaschny Borges	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871926112</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
AUTORREGULAÇÃO DA APRENDIZAGEM: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	
Milena Beatriz Silva Loubach Pollylian Assis Madeira Marcos Antônio Pereira Coelho Lucas Borcard Cancela	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871926113</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>30</b>
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS METODOLOGIAS DE ENSINO PEER INSTRUCTION E LECTURING	
Felipe Barbosa Araújo Ramos Antonio Alexandre Moura Costa Ademar França de Sousa Neto Luiz Antonio Pereira Silva Dalton Cézane Gomes Valadares Andressa Bezerra Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871926114</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS, TENDO EM CONTA A DIVERSIDADE DOS ESTUDANTES	
Valentina Tabares Morales Néstor Darío Duque Méndez Yorely Bryjeth Ceballos Marta Rosecler Bez Silvana Vanesa Aciar	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871926115</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>60</b>
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E ASTRONOMIA AMADORA NA ERA DA CONVERGÊNCIA DE MÍDIAS DIGITAIS: UMA ABORDAGEM DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	
Victor Alexandre Ferreira Luiz Agner	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871926116</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>74</b>
FÍSICA DA ALFACE: A PROMOÇÃO DA INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE FÍSICA, INFORMÁTICA E FRUTICULTURA	
Lázaro Luis de Lima Sousa Sammya Kele Macena de Freitas Subênia Karine de Medeiros Neo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871926117</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>86</b>
DOMÍNIOS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA PROMOÇÃO E ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE	
Diego Armando de Oliveira Meneses Adicinéia Aparecida de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871926118</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>102</b>
RASPBERRY PI COMO COMPUTADOR PARA USO ACADÊMICO NO IFRO <i>CAMPUS</i> PORTO VELHO ZONA NORTE	
Jhordano Malacarne Bravim Gabriel Augusto Fernandes Gonçalves Júlio Viana Filho Juliana Braz da Costa Ricardo Lopes Viera César	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871926119</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>115</b>
A PRIVACIDADE EM UM CENÁRIO <i>PANSENSITÍVEL</i> DE INTERNET DAS COISAS & CIDADES INTELIGENTES	
André Barbosa Ramiro Costa Maria Amália Oliveira de Arruda Câmara	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98719261110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>129</b>
ROBÔ AUTÔNOMO SEGUIDOR DE LINHA PARA AUXÍLIO RESIDENCIAL	
Gabriel Paiva Magalhães Wesley Miguel Dos Santos Peixoto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98719261111</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>138</b>
ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING APLICADOS NA IDENTIFICAÇÃO DE GÊNERO POR MEIO DE FREQUÊNCIA DE VOZ	
Maicon Facco Daíse dos Santos Vargas Marcos Antônio de Azevedo de Campos Cleber Bisognin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98719261112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>151</b>
O QUE PODEM OS ALGORITMOS?	
Gabrielle Granadeiro da Silveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98719261113</b>	

**CAPÍTULO 14 ..... 163**

RECUPERAÇÃO DO ESTANHO PRESENTE EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO (PCI'S)  
VISANDO À PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Maria do Socorro Bezerra da Silva  
Carlson Pereira Souza  
André Luis Lopes Moriyama  
Raffael Andrade Costa de Melo

**DOI 10.22533/at.ed.98719261114**

**CAPÍTULO 15 ..... 175**

INVESTIGAÇÃO DE MATERIAIS A BASE DE GRAFENO E HIDROTALCITA APLICADOS COMO  
ADSORVENTES PARA REMOÇÃO BIFUNCIONAL DE MICROPOLUENTES EM ÁGUA

Eliane Kujat Fischer  
Cintia Hisano  
Rafael Aparecido Ciola Amoresi  
Maria Aparecida Zaghete Bertochi  
Rony Gonçalves Oliveira  
Alberto Adriano Cavalheiro

**DOI 10.22533/at.ed.98719261115**

**CAPÍTULO 16 ..... 188**

A VOLTA MAIS RÁPIDA PARA OBTER REDUÇÃO DE CUSTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL  
CONSIDERANDO O CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO

Ivan Luiz Portugal Basile  
Eduardo Ioshimoto  
André Luiz Gonçalves Scabbia

**DOI 10.22533/at.ed.98719261116**

**CAPÍTULO 17 ..... 204**

DESENVOLVIMENTO E VIDA ÚTIL DE FARINHA A PARTIR DOS RESÍDUOS GERADOS NO  
PROCESSAMENTO DE MÍNIMO DE CENOURA

Rosa Maria de Deus de Sousa  
Celso Luiz Moretti  
Cristina Maria Monteiro Machado  
Leonora Mansur Mattos

**DOI 10.22533/at.ed.98719261117**

**CAPÍTULO 18 ..... 217**

VALIDAÇÃO DA TÉCNICA DE MODELAGEM COMPUTACIONAL PARAMÉTRICA BIDIMENSIONAL  
SOB CAMPO DE VENTO UNIFORME

Marcelo Marques  
Fernando Oliveira de Andrade  
Elaine Patrícia Arantes  
Isabela Arantes Ferreira  
Tobias Bleninger  
Alexandre Kolodynskie Guetter

**DOI 10.22533/at.ed.98719261118**

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>228</b>
ANÁLISE MULTITEMPORAL DA MALHA VIÁRIA DO ESTADO DA PARAÍBA COM A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS DA CARTOGRAFIA DIGITAL E DO SENSORIAMENTO REMOTO	
Edmilson Roque da Silva Junior	
Emanoel Ferreira Cardoso	
Gilanildo Freires de Almeida	
Marcelo Laédson Morato Ferreira	
Renan Willer Pinto de Sousa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98719261119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>238</b>
MAPEAMENTO LITO-ESTRUTURAL DA REGIÃO DE GURJÃO-PB	
Thayná Bel Pereira Guimarães	
Natanael Felipe Lorenzi de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98719261120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>245</b>
STUDY OF LIGHTNING BIFURCATION AND EFFECT ON RADIATION	
Fernando Júnio de Miranda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98719261121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>255</b>
ESTIMATIVAS DO PODER EVAPORANTE DO AR PARA OS MUNICÍPIOS DE NOVO REPARTIMENTO E SANTANA DO ARAGUAIA NO ESTADO DO PARÁ	
Jocilene Teixeira do Nascimento	
Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros	
Valdeides Marques Lima	
Luane Laíse Oliveira Ribeiro	
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza	
Joaquim Alves de Lima Júnior	
Fabio Peixoto Duarte	
Helane Cristina Aguiar Santos	
Wellington Leal dos Santos	
Bianca Cavalcante da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98719261122</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>266</b>
UTILIZAÇÃO DO MODELO TOPMODEL PARA ANÁLISE TEMPORAL DO SISTEMA CHUVA-VAZÃO NA BACIA DO RIO SÃO MIGUEL	
Ciro Couto Bento	
Cristiano Christofaro Matosinhos	
Welberth Pereira Dias	
Thiago Martins da Costa	
Hernando Baggio	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98719261123</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>279</b>
STRENGTH PREDICTION OF ADHESIVELY-BONDED JOINTS WITH COHESIVE LAWS ESTIMATED BY THE DIRECT METHOD	
Ulisses Tiago Ferreira Carvalho	
Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98719261124</b>	

**CAPÍTULO 25 ..... 292**

PRINCIPAIS MATERIAIS E TÉCNICAS UTILIZADOS NA OXIDAÇÃO DE ÁLCOOL PARA USO EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL: UMA REVISÃO

Isaide de Araujo Rodrigues  
Ziel Dos Santos Cardoso  
Deracilde Santana da Silva Viégas  
Vinicius Tribuzi Rodrigues Pinheiro Gomes

**DOI 10.22533/at.ed.98719261125**

**CAPÍTULO 26 ..... 305**

USO DE LISTAS DINÂMICAS EM APLICATIVO MÓVEL PARA INTERPOLAÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA DO AR, VISANDO O CONFORTO TÉRMICO

Arlson José de Oliveira Júnior  
Silvia Regina Lucas de Souza  
Guilherme dos Santos Sousa  
William Duarte Bailo  
Daniel de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.98719261126**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 315**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 316**

## USO DE LISTAS DINÂMICAS EM APLICATIVO MÓVEL PARA INTERPOLAÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA DO AR, VISANDO O CONFORTO TÉRMICO

### **Arilson José de Oliveira Júnior**

Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP,  
Botucatu – SP

### **Silvia Regina Lucas de Souza**

Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP,  
Botucatu – SP

### **Guilherme dos Santos Sousa**

Faculdade de Medicina, UNESP, Botucatu – SP

### **William Duarte Bailo**

Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP,  
Botucatu – SP

### **Daniel de Oliveira**

Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP,  
Botucatu – SP

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo desenvolver um algoritmo utilizando listas dinâmicas e interpolação de dados de temperatura do ar, visando o conforto térmico de ambientes. Análises das condições térmicas de ambientes permitem aumentar o desempenho produtivo de seus indivíduos, deste modo, o desenvolvimento e aplicação de métodos computacionais auxiliam nos processos de monitoramento e otimização do bem-estar. Um algoritmo foi criado e compilado para o sistema operacional móvel Android, com o uso do método interpolador Inverso da Distância Ponderada (IDW) e de listas dinâmicas para distribuição e execução dos

cálculos de interpolação, por meio de medidas de temperatura do ar adotadas como pontos conhecidos em uma matriz bidimensional de coordenadas x e y. O aplicativo permitiu observar a correta implementação de estruturas de listas dinâmicas e do método interpolador para criação de mapas de temperatura do ar. Outros interpoladores deverão ser codificados e testados em trabalhos futuros, tendo em vista os parâmetros de desempenho da estrutura de dados desenvolvida.

### 1 | INTRODUÇÃO

O desempenho produtivo na produção animal e no trabalho do homem possui grande relação à confortabilidade térmica dos ambientes. O alcance da melhor performance genética dos animais, por exemplo, está diretamente relacionado ao microclima fornecido durante todos os estágios de sua vida (ASHRAE, 2010). Ao longo dos anos as causas e os efeitos de condições estressantes foram investigados e medidos por diversos autores, diante disso foram criados índices de conforto térmico para melhor compreender o comportamento do homem diante de condições de estresse térmico, o que permitiu, posteriormente, além do homem, quantificar e determinar limites convenientes de parâmetros meteorológicos para diferentes

animais (THOM, 1959; BUFFINGTON et al., 1983; TAO E XIN, 2003). Os índices, em grande parte, baseiam-se nas medidas de temperatura do ar e umidade relativa, mais adiante outras variáveis foram implementadas considerando-as como relevantes nos processos de determinação dos limiares de conforto e estresse térmico.

Com o avanço tecnológico as aplicações dos índices para efeitos de avaliação e monitoramento das condições térmicas dos ambientes foram feitas por meio de programas de computador, com o auxílio de dispositivos eletrônicos. Em suma, os dispositivos são responsáveis pela coleta e armazenamento dos dados meteorológicos e os *softwares* pelos cálculos das equações que delimitam as condições de conforto. Todavia, os processos de configuração, disposição, leitura e tratamento dos dados em tais ferramentas exigem conhecimentos específicos para sua realização. O que acaba por limitar, muitas vezes, análises de ambiência a grupos restritos que possuem habilidades computacionais e/ou de manipulação de dados.

A técnica de interpolação é um dos fundamentos da área de geoestatística, que passou a ser empregada em análises das condições térmicas de ambientes. Interpoladores como Inverso da Distância e Krigagem, são amplamente utilizados na criação de mapas temáticos (MIRANDA, 2010). Assumindo a hipótese de que os parâmetros meteorológicos utilizados nos índices de conforto térmico possuem dependência espacial, a geoestatística passou a ser aplicada no desenvolvimento de mapas de parâmetros únicos, como temperatura e umidade relativa do ar, e dos próprios índices de conforto.

O desenvolvimento de algoritmos utilizando métodos computacionais eficazes é de grande relevância para o estudo das condições térmicas de ambientes, pois permitem que os recursos de hardware sejam otimizados mediante estruturas de programas mais inteligentes, proporcionando maior adesão entre os usuários. Desta forma, este trabalho teve por objetivo desenvolver um algoritmo de distribuição e interpolação de dados utilizando listas dinâmicas, visando o conforto térmico animal.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Inserção de dados

A etapa inicial do processo de criação dos mapas de temperatura do ar é definida pela inserção de dados. O usuário deve informar, obrigatoriamente, medidas de temperatura do ar em um dado referencial cartesiano ( $e$ , em cm), sendo estes os pontos conhecidos. Assim, o algoritmo permite que os métodos computacionais, mediante a função de interpolação, realizem os cálculos para geração da malha de pontos. Um exemplo de configuração de um ponto conhecido é o método: *configArray(int sensor, int x, int y)*.

## 2.2 Método interpolador

A base da implementação dos métodos de lista dinâmica e da instanciação das classes fundamentais para o armazenamento dos dados e sua interpolação, a fim de criar os mapas temáticos de temperatura do ar, foi a aplicação do método interpolador Inverso da Distância Ponderada – IDW (Inverse Distance Weighted), apresentado na Eq. (1), segundo Isaaks e Srivastava (1989) e Molin, Amaral e Colaço, (2015).

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p} z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}} \quad (1)$$

Em que  $z$  é o valor estimado para o ponto  $z$ ,  $n$  é o número de amostras,  $z_i$  os valores conhecidos,  $d_i$  a distância entre o valor conhecido e o estimado ( $z_i$  e  $z$ ) e  $p=2$ .

O interpolador IDW assume que objetos que estão próximos um do outro são mais semelhantes do que aqueles que estão mais distantes, sendo “ $p$ ” o parâmetro que determina a influência dos valores que estão mais próximos ao ponto interpolado (MIRANDA, 2010). Para aplicação desse tipo de interpolador deve-se assumir que os pontos interpolados foram estimados considerando que no ambiente apenas os pontos conhecidos influenciam nos valores estimados. Quanto mais distante se encontra um valor a ser estimado dos valores conhecidos, menor será a influência dos valores conhecidos no ponto a ser estimado. Ao considerar o quadrado da distância ( $p=2$ ), os pontos conhecidos possuem maior influência sobre os dados estimados próximos a este. Não há qualquer regra para o valor da potência utilizada nas distâncias, porém o inverso do quadrado da distância apresenta-se como o mais usual para o interpolador (MIRANDA, 2010).

## 2.3 Funções de cálculo de pontos desconhecidos

A fim de organizar os dados e definir uma forma de posicionamento dos pontos conhecidos, seis variáveis foram definidas como entrada para realização dos cálculos do método do inverso da distância, por meio de Pontos Fixos Equidistantes – PFE, sendo: 1. Número de sensores; 2. Número de linhas (de pontos conhecidos,  $Num_l$ ); 3. Número de colunas (de pontos conhecidos,  $Num_c$ ); 4. Largura do ambiente ( $L_a$ , cm); 5. Comprimento do ambiente ( $C_o$ , cm) e 6. Equidistância dos sensores no ambiente ( $E_q$ , cm). O modo de PFE torna o processo de criação dos mapas mais prático ao usuário, visto que por meio desse método faz-se necessário a inserção do número de sensores, número de linhas e colunas onde se encontram os pontos conhecidos, o tamanho do ambiente a ser analisado e a equidistância dos sensores (cm). A partir dessas variáveis o aplicativo define o arranjo físico dos pontos conhecidos e as distâncias entre os valores conhecidos e estimados. O modo de PFE considera que na intersecção das linhas e colunas informadas pelo usuário, é onde se encontram os pontos conhecidos.

O número de linhas e colunas total (em toda a malha imaginária do mapa) é obtido por meio das equações: Eq. (2) e (3):

$$N_{linhas} = \left[ \left( \frac{E_q}{k} \right) \times \left( \frac{Num_s}{Num_c} + 1 \right) \right] + Num_l \quad (1)$$

Em que  $N_{linhas}$  é o número de linhas,  $E_q$  a equidistância dos sensores (cm),  $k=1$  (constante da distância de interpolação, cm),  $Num_s$  o número de sensores e  $Num_c$  o número de colunas.

$$N_{colunas} = \left[ \left( \frac{E_q}{k} \right) \times \left( \frac{Num_s}{Num_l} + 1 \right) \right] + Num_c \quad (2)$$

Em que  $N_{colunas}$  é o número de colunas,  $E_q$  a equidistância dos sensores (cm),  $k=1$  (constante da distância de interpolação, cm),  $Num_s$  o número de sensores e  $Num_l$  o número de linhas.

Obeve-se a distância entre pontos conhecidos e interpolados mediante o espaço euclidiano entre eles, métrica definida pela distância entre dois pontos como o comprimento do segmento de reta que os conecta. Assumindo que os mapas de índices de conforto térmico, nesse caso, são caracterizados em duas dimensões apenas (x e y), seguindo os modelos apresentados por Faria et al. (2008), a distância bidimensional foi computada de acordo com a Eq. 4 para os pontos  $P(p_x, p_y)$  e  $Q(q_x, q_y)$ , provada também pela aplicação do teorema de Pitágoras.

$$d = \sqrt{(p_x - q_x)^2 + (p_y - q_y)^2} \quad (4)$$

Em que d é a distância bidimensional.

A aplicação da Eq. 4 em termos de valores conhecidos e estimados, foi realizada mediante a separação das distâncias entre valores conhecidos e estimados inicialmente para o eixo x e posteriormente para o eixo y. A Eq. (5) apresentada o cálculo da distância entre um valor conhecido e estimado para o eixo x.

$$D_j = j_p - j \quad (5)$$

Sendo  $D_j$  a distância entre o valor conhecido e o estimado para o eixo x (cm), a posição do valor conhecido no eixo x da matriz (cm) e j a posição do valor desconhecido no eixo x da matriz (cm).

Já a Eq. (6) apresenta o cálculo da distância entre um valor conhecido e estimado para o eixo y.

$$D_i = i_p - i \quad (6)$$

Em que  $D_i$  é a distância entre os valores conhecidos e o estimado para o eixo y,  $i_p$  a posição do valor conhecido no eixo y da matriz (cm) e  $i$  a posição do valor desconhecido no eixo y da matriz (cm).

Por fim, a distância entre o valor conhecido e o estimado é dada pela Eq. (7):

$$h = \sqrt{(D_j)^2 + (D_i)^2} \quad (7)$$

Sendo  $h$  a distância entre valor conhecido e o estimado (cm),  $D_j$  a distância entre valor conhecido e o estimado para o eixo x (cm) e  $D_i$  a distância entre valor conhecido e o estimado para o eixo y (cm).

Além do PFE o usuário pode gerar um mapa de pontos interpolados mediante o modo de Pontos Fixos Aleatórios (PFA). Desta forma, existe a necessidade de o usuário definir as coordenadas x e y em que os sensores foram dispostos dentro do galpão. No PFA não há a necessidade de descrever as equidistâncias entre os sensores, visto que os mesmos não mais estarão distribuídos uniformemente na instalação.

## 2.4 Método computacional

Um dos fundamentos da implementação do algoritmo para o cálculo e geração dos mapas de temperatura do ar, foi o uso de alocação dinâmica de memória. Sabe-se que a alocação de memória mediante meios estáticos comumente resulta em ociosidade ou estouro de pilha (*stack overflow*), o que é resolvido com métodos de alocação dinâmica. O dinamismo, nesse contexto, permite que espaços sejam reservados quando requeridos e eliminados quando não são mais necessários. A codificação de uma lista dinâmica como algoritmo de resolução das etapas necessárias para a obtenção dos mapas de temperatura do ar, se deu mediante o uso da classe `ArrayList`, presente no pacote `java.util` da linguagem de programação orientada a objetos Java (SIERRA e BATES, 2005). Esta classe é uma *array* redimensionável, que ao contrário das matrizes e vetores comuns, permite a adição e remoção de elementos a qualquer momento. Na Figura 1 é apresentada a estrutura hierárquica da classe `ArrayList` em um diagrama de classe simplificado.

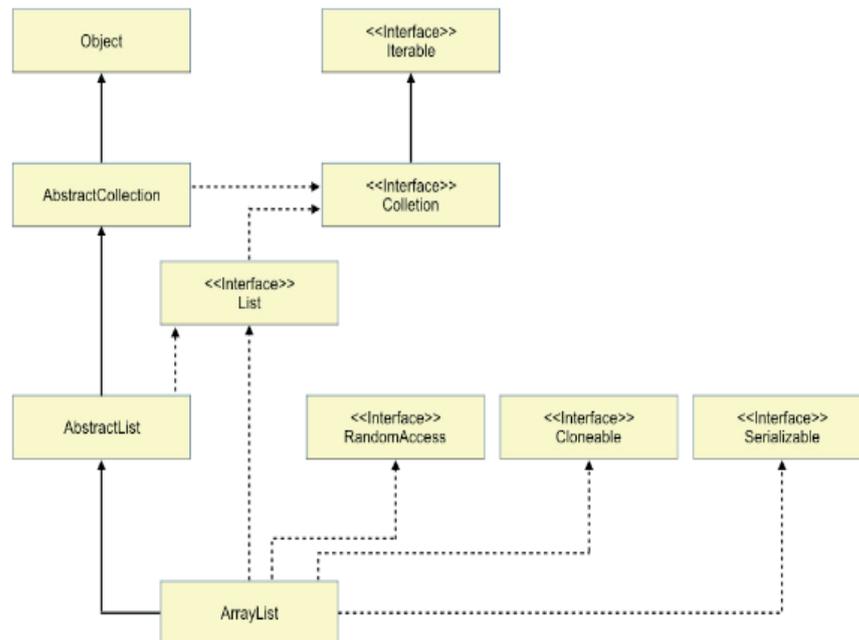


Figura 1. Representação em diagrama de classe simplificado da hierarquia da classe ArrayList, do pacote java.util

A classe ArrayList possui métodos muito úteis no gerenciamento dos objetos nela armazenados, como por exemplo, `add(Object elem)` – adição de objetos na lista, `remove(int index)` – remoção de um objeto pelo parâmetro de índice, `remove(Object elem)` – remoção deste objeto na lista, `contains(Object elem)` – retorna verdadeiro ou falso para o parâmetro de objeto fornecido, `isEmpty()` – retorna verdadeiro se a lista está vazia, `indexOf(Object elem)` – retorna o índice do objeto ou -1, `size()` – mostra o número de elementos presentes na lista e `get(int index)` – retorna o objeto alocado no índice fornecido. Alguns desses métodos foram utilizados no algoritmo de interpolação.

## 2.4 Validação

Para a validação do algoritmo desenvolvido uma instalação de tamanho 6 x 12 m, localizada no município de Botucatu/SP, foi utilizada para medição de temperatura do ar pelo sensor AM2302 (AOSONG, 2019). Ao todo seis sensores foram inseridos no ambiente com as seguintes configurações de distribuição:  $S_1(150,300)$ ,  $S_2(150,600)$ ,  $S_3(150,900)$ ,  $S_4(450,300)$ ,  $S_5(450,600)$  e  $S_6(450,900)$ . Considerando:  $S_n(x,y)$  em cm.

## 3 | RESULTADOS

### 3.1 Listas dinâmicas: codificação e carregamento

Toda a organização das medidas de temperatura, na qual os métodos de configuração da distribuição dos pontos conhecidos foram realizados (PFA e PFE), foi codificada utilizando duas listas principais: `ArrayList<Sensores>` e `ArrayList<double[]>`. Assim, de forma dinâmica, as configurações de cada ponto conhecido foram

armazenadas na primeira lista, mediante a instanciação da classe chamada Sensores. Tais configurações compreendem, o valor de temperatura, número do sensor e sua posição (x e y). Previamente ao cálculo das distâncias dos pontos conhecidos, através dos valores de configuração do layout fornecidos pelo usuário, as dimensões de uma matriz bidimensional correspondente ao ambiente a ser avaliado foram armazenadas. Desta forma, a segunda lista dinâmica foi codificada utilizando-se as dimensões de uma matriz bidimensional, em que os valores das distâncias de cada sensor em relação a cada ponto da matriz foram armazenados. Como implementação inicial foi adotado uma distância de 30 cm entre os pontos desconhecidos.

A Figura 2 ilustra o conteúdo da lista dinâmica das matrizes de distâncias.

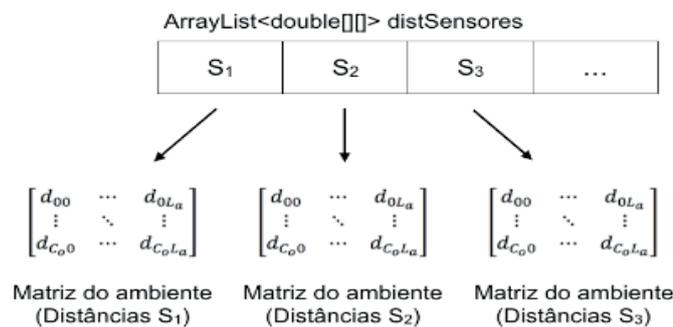


Figura 2. Lista dinâmica das matrizes bidimensionais das distâncias dos sensores

### 3.2 Aplicativo *Aurora*

A partir dos parâmetros de aquisição e manipulação dos dados predefinidos pelas funções de cálculo das distâncias entre os pontos conhecidos e interpolados, os algoritmos desenvolvidos foram compilados para o sistema operacional móvel Android (GOOGLE, 2019). Pode-se visualizar os mapas de temperatura do ar para diferentes ambientes, mediante a criação do aplicativo chamado *Aurora*, disponível para download em português e inglês pelo link <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.olvappaurora>.

Nas Figuras 3 e 4 são apresentados os fluxos de entrada, processamento e saída de dados no aplicativo *Aurora*.

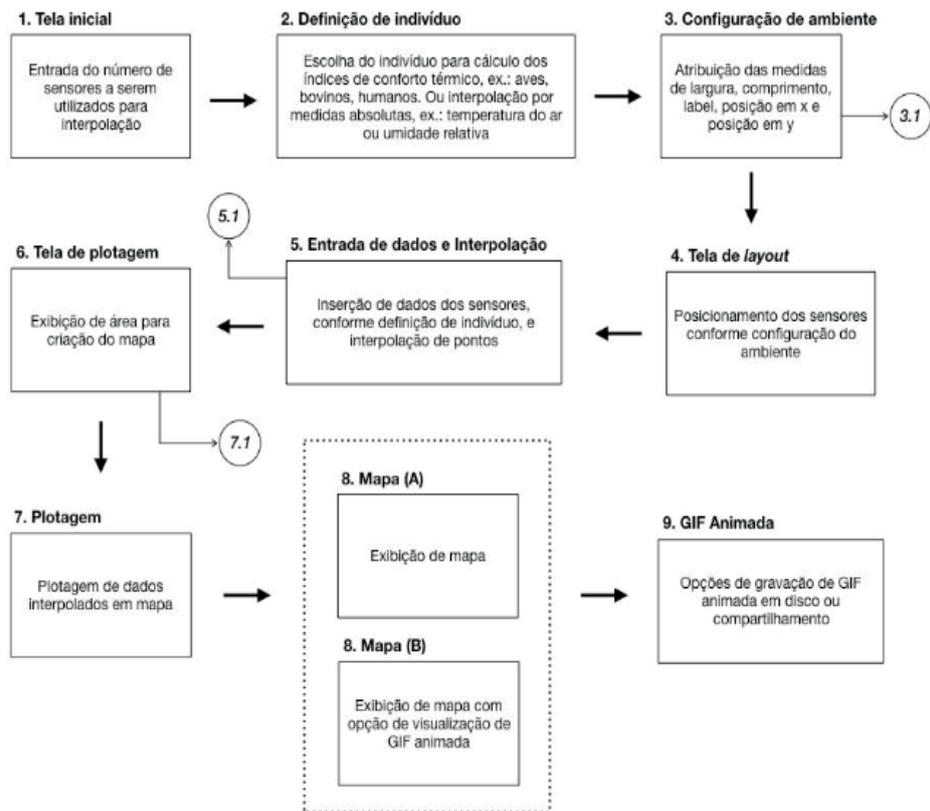


Figura 3. Fluxograma de entrada e saída de dados, aplicativo Aurora

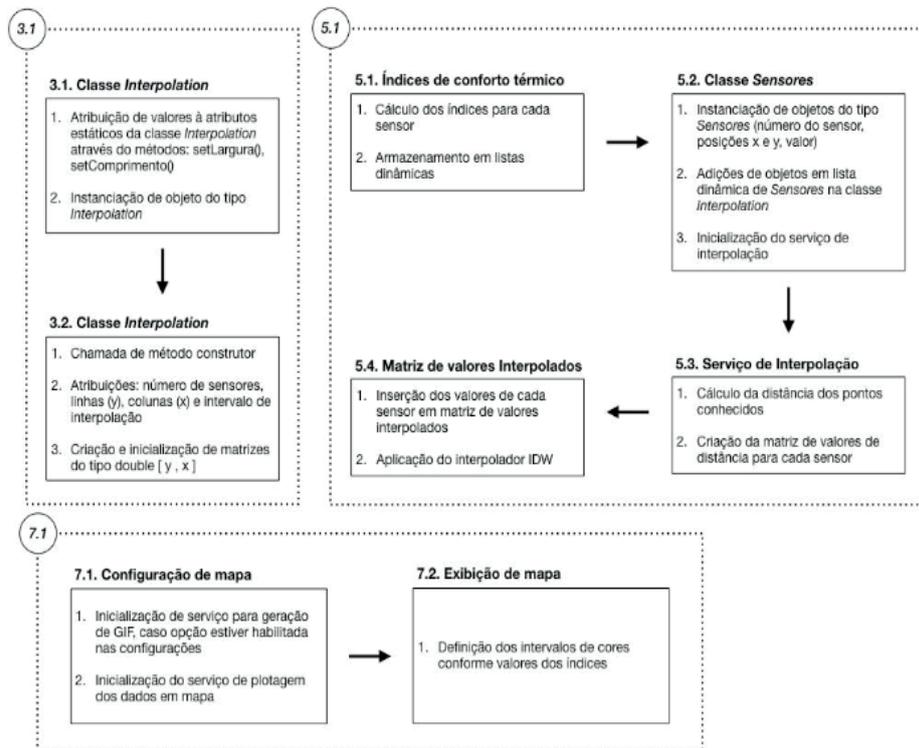


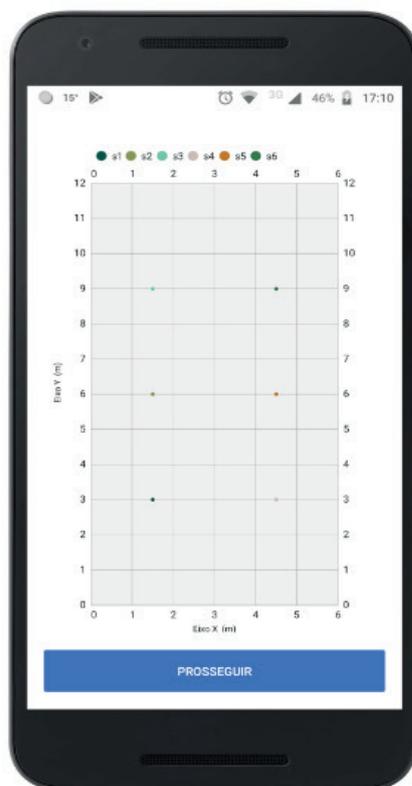
Figura 4. Detalhamento de codificações internas de classes e métodos do aplicativo Aurora

Como forma de validação do algoritmo, os sensores inseridos em uma instalação foram definidos para coletar dados a cada seis segundos, gerando uma média em um intervalo de aproximadamente cinco minutos. Na Figura 5 são apresentados o *layout* de distribuição dos pontos conhecidos e o mapa de temperatura do ar criado através

da codificação das listas dinâmicas.

De acordo com o mapa é possível observar que a região inferior esquerda apresenta temperaturas mais elevadas, de quase 35,00 °C, já a região superior apresentou pontos próximos de 25,00 °C. Para a dimensão do ambiente escolhido o tempo entre o processo de cálculo das distâncias entre os pontos conhecidos e desconhecidos, interpolação das medidas de temperatura do ar e plotagem dos dados na matriz bidimensional, foi aproximadamente um minuto. O desenvolvimento das listas dinâmicas possibilitou a otimização da alocação de memória durante a execução do algoritmo, visto que a quantidade de pontos conhecidos não se limita a valor algum. Isso permitiu explorar o potencial da programação orientada a objetos em ambiente computacional limitado quanto aos recursos de *hardware*, como os dispositivos móveis.

A.



B.

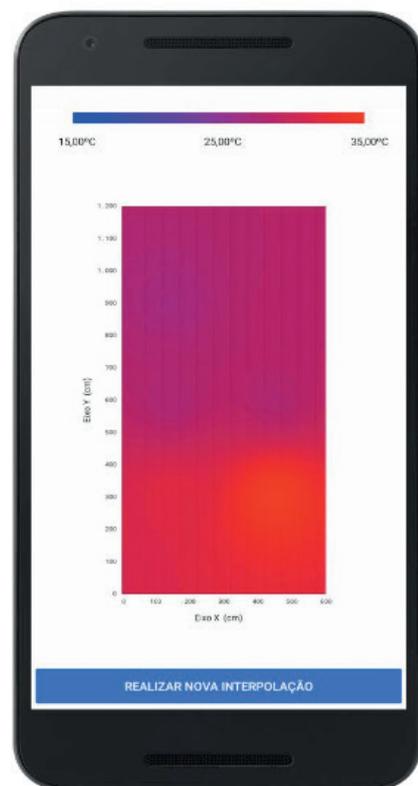


Figura 5. Mapa de temperatura do ar criado a partir do aplicativo Aurora

## 4 | CONCLUSÃO

Um algoritmo de interpolação de dados utilizando listas dinâmicas foi codificado e testado em condições reais de medidas de temperatura do ar. O mesmo foi compilado para o sistema operacional móvel Android, a fim de criar mapas de temperatura do ar com o uso do método interpolador IDW.

A implementação e execução do aplicativo demonstrou seu correto funcionamento e codificação dos métodos computacionais utilizados para o desenvolvimento. Outras técnicas de interpolação deverão ser aplicadas em trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

- AOSONG. **AM2302**. Disponível em: <<http://aosong.com/en/products-22.html>>. Acesso em: 03 ago. 2019.
- ASHRAE Standard 55 P. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Third Public Review. American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers, Inc., Tullie Circle NE, Atlanta, Georgia, 2010.
- Buffington, D.E., Collier, R.J., Canton, G.H. **Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates**. Trans. ASAE 26, 1798– 1802. 1983.
- Faria, F. F.; Mourai, D. J.; Souza, Z. M.; Matarazzo, S. V. **Climatic spatial variability of a dairy freestall barn**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 9, n. 38, p.2498-2505, dez. 2008.
- GOOGLE. **Android**. Disponível em: <<https://www.android.com>>. Acesso em: 03 ago. 2019.
- Isaaks, E.H. and Srivastava, R.M. **An Introduction to Applied Geostatistics**. Oxford University Press, New York, 413. 1989.
- Miranda, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. 2. Ed. rev. Brasília/DP. Embrapa Informação Tecnológica. 2010.
- Molin, J. P.; Amaral, L. R.; Colaço, A. F. **Agricultura de Precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 238 p.
- SIERRA, K.; BATES, B. **Head First Java**. 2. ed.: O'Reilly Media, 2005. 720 p.
- Tao, T., Xin, H. **Acute synergistic effects of air temperature, humidity, and velocity on homeostasis of market-size broilers**. Trans. ASAE 46 (2), 491–497. 2003.
- Thom, E.C. **The discomfort index**. Weatherwise 12, 57–59. 1959.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Henrique Ajuz Holzmann:** Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

**João Dallamuta:** Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro de Telecomunicações pela UFPR. Especialista em Inteligência de Mercado pela FAE Business School. Mestre em Engenharia pela UEL. Trabalha com os temas: Inteligência de Mercado, Sistemas Eletrônicos e Gestão Institucional.

**Ricardo Vinicius Bubna Biscaia:** Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia de Produção pela UTFPR. Trabalha com os temas: análise microestrutural e de microdureza de ferramentas de usinagem, modelo de referência e processo de desenvolvimento de produto e gestão da manutenção.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alface 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Algoritmos 45, 46, 57, 119, 137, 138, 139, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 306, 311

Aprendizagem colaborativa 9, 12, 13, 14, 15, 18, 20

Arduino 85, 136

Arquitetura de informação 60, 63

Astrofotografia 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 72, 73

Ativismo de dados 151, 159

Autorregulação 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29

### B

Benchmark 102, 103, 109, 110

### C

Cibercultura 9, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 20

Ciclo de vida da edificação 188, 189, 190, 191, 192, 196, 197, 198, 199, 201

Cidades inteligentes 115, 117, 118, 121, 122, 123, 124, 125

Comparação de metodologias de ensino 30

Comunicação digital 60

Construção civil 188, 189, 196, 201, 202

### D

Dados 2, 6, 7, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 63, 67, 71, 74, 77, 79, 80, 81, 86, 90, 91, 92, 93, 97, 103, 109, 112, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 156, 158, 159, 160, 161, 179, 192, 198, 199, 200, 202, 207, 219, 221, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 236, 239, 241, 244, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 266, 268, 270, 271, 272, 274, 275, 277, 295, 296, 299, 305, 306, 307, 311, 312, 313

Divulgação científica 60, 62, 65, 66, 71, 72

Domínios 18, 86, 93, 94, 95, 98, 118

### E

EaD 22, 23, 24, 25, 27, 28

Eletrodeposição 163, 164, 165, 166, 169

Engenharia do valor 188, 189, 192, 193, 196, 197, 202

Ensino 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 65, 74, 75, 76, 80, 84, 85, 103

Estanho 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 295

## F

Física 31, 33, 45, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 83, 84, 85, 103, 205, 216, 217, 218, 219, 225, 226, 268, 292

## G

Gênero 138, 139, 147, 149

## I

IFRO 102, 103, 104, 105, 106, 108, 110, 112, 113

Interdisciplinaridade 24, 65, 74, 75, 84, 85

Internet das coisas 6, 113, 115, 117

## L

Lecturing 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43

## M

Machine Learning 129, 138, 139, 140, 142, 145, 147, 148, 149, 150, 153

Mudanças 1, 2, 5, 6, 7, 8, 14, 27, 91, 133, 146, 160, 190, 243, 267, 272

## N

Necessidades educativas especiais 44

## O

OpenCV 129, 130, 133, 137

## P

Peer Instruction 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43

Placas de circuito impresso 163, 164, 165, 166, 174

Privacidade 96, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 128, 160

Profissões 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Proteção de dados 115, 117, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 160

## R

Raspberry Pi 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 131

Recursos educacionais digitais 44, 45, 47, 49, 52, 53

Redução de custo 188, 189, 192, 196, 198, 200, 201, 202

Remoção 96, 163, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 173, 175, 177, 182, 184, 185, 191, 205, 309, 310

Repositórios 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 57

Robô autônomo 129, 130, 137

## S

Saúde eletrônica 86

Seguidor de linha 129, 130, 131, 137

Sistema de recomendação 44, 52, 53, 54, 56

Sistemas 6, 12, 44, 45, 46, 65, 70, 72, 73, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 98, 100, 103, 107, 109, 130, 139, 149, 152, 154, 155, 157, 165, 190, 193, 217, 226, 230, 236, 277, 302, 314, 315

## T

Tecnologia de Informação e Comunicação 86

Tecnologias digitais 9, 10, 13, 15, 16, 17, 18

Telessaúde 86, 93, 99, 100

Teoria Ator-Rede 9, 10, 11, 20

Teste de Friedman 30

Teste de Wilcoxon 30

## U

UX 60, 62

## V

Vigilância 115, 118, 120, 153

Voz 4, 129, 138, 139, 149, 160

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-798-7



9 788572 477987