



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO
(ORGANIZADORES)**

**AMPLIAÇÃO E
APROFUNDAMENTO
DE CONHECIMENTOS NAS
ÁREAS DAS ENGENHARIAS**



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO
(ORGANIZADORES)**

**AMPLIAÇÃO E
APROFUNDAMENTO
DE CONHECIMENTOS NAS
ÁREAS DAS ENGENHARIAS**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

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

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – 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 de 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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

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
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
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 Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A526 Ampliação e aprofundamento de conhecimentos nas áreas das engenharias [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-74-4

DOI 10.22533/at.ed.744200804

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga.

CDD 620

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Em “Ampliação e Aprofundamento de Conhecimentos nas Áreas das Engenharias” vocês encontrarão dezenove capítulos que demonstram que as fronteiras nas engenharias continuam sendo ampliadas.

A engenharia aeroespacial brasileira vem realizando muitos estudos para a melhoria nos processos de construção de satélites e temos nesta obra quatro capítulos demonstrando isso.

Na engenharia elétrica e na computação temos quatro capítulos demonstrando empenho no aprofundamento de pesquisas envolvendo temas atuais.

A engenharia de materiais e a engenharia química trazem quatro capítulos com pesquisas na produção de novos materiais e produção de medicamentos.

Pesquisas na engenharia de produção temos três capítulos que demonstram o empenho na análise de qualidade da produção industrial.

Os demais capítulos apresentam boas pesquisas em engenharia civil, engenharia mecânica e engenharia agrícola.

Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio

Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AVALIAÇÃO DA PRONTIDÃO DA ORGANIZAÇÃO DE AIT DE SATÉLITES ARTIFICIAIS PARA O ATENDIMENTO DE REQUISITOS DE SEUS STAKEHOLDERS	
Isomar Lima da Silva Andreia Fátima Sorice Genaro José Wagner da Silva Elaine de Souza Ferreira de Paula Bruno da Silva Muro	
DOI 10.22533/at.ed.7442008041	
CAPÍTULO 2	13
EMPREGO DOS PARÂMETROS DE LAMINAÇÃO PARA OTIMIZAÇÃO DE PAINÉIS REFORÇADOS EM COMPÓSITOS SUBMETIDOS A CARGAS COMPRESSIVAS	
Hélio de Assis Pegado Laura Tameirão Sampaio Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.7442008042	
CAPÍTULO 3	30
AN OVERVIEW OF THE BFO - BASIC FORMAL ONTOLOGY - AND ITS APPLICABILITY FOR SATELLITE SYSTEMS	
Adolfo Americano Brandão Geilson Loureiro	
DOI 10.22533/at.ed.7442008043	
CAPÍTULO 4	39
COLETA DE REQUISITOS DO SUBSISTEMA BAZOOKA CANSAT UTILIZADO NO SEGUNDO CUBEDESIGN	
Daniel Alessander Nono Anderson Luis Barbosa Bruno Carneiro Junqueira André Ferreira Teixeira Aline Castilho Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.7442008044	
CAPÍTULO 5	47
CENTRAIS HIDROCINÉTICAS COMO MEIO PARA A REESTRUTURAÇÃO DEMOCRÁTICA DO SETOR ELÉTRICO	
Luiza Fortes Miranda Geraldo Lucio Tiago Filho	
DOI 10.22533/at.ed.7442008045	
CAPÍTULO 6	60
DE KAOS PARA SYSML NA MODELAGEM DE SISTEMAS EMBARCADOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA	
Timóteo Gomes da Silva Fernanda Maria Ribeiro de Alencar Aêda Monalizza Cunha de Sousa Brito	
DOI 10.22533/at.ed.7442008046	

CAPÍTULO 7	68
INTERNET OF THINGS NA ENGENHARIA BIOMÉDICA	
Tatiana Pereira Filgueiras	
Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.7442008047	
CAPÍTULO 8	77
AVALIAÇÃO DE TOPOLOGIAS DE FONTES DE CORRENTE EM BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA	
David William Cordeiro Marcondes	
Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.7442008048	
CAPÍTULO 9	97
OBTENÇÃO DE BIODIESEL POR MEIO DA TRANSESTERIFICAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA UTILIZANDO CATALISADOR DE KOH/Al ₂ O ₃ EM DIFERENTES COMPOSIÇÕES	
Laís Wanderley Simões	
Normanda Lino de Freitas	
Joelda Dantas	
Elvia Leal	
Julyanne Rodrigues de Medeiros Pontes	
Pollyana Caetano Ribeiro Fernandes	
DOI 10.22533/at.ed.7442008049	
CAPÍTULO 10	113
CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE FILMES HÍBRIDOS PRODUZIDOS POR AMIDO DE MILHO E QUITOSANA	
Francielle Cristine Pereira Gonçalves	
Kilton Renan Alves Pereira	
Rodrigo Dias Assis Saldanha	
Simone Cristina Freitas de Carvalho	
Vitor Rodrigo de Melo e Melo	
Kristy Emanuel Silva Fontes	
Richelly Nayhene de Lima	
Magda Jordana Fernandes	
Elano Costa Silva	
Thaynon Brendon Pinto Noronha	
Liliane Ferreira Araújo de Almada	
Paulo Henrique Araújo Peixôto	
DOI 10.22533/at.ed.74420080410	
CAPÍTULO 11	125
SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF SODIUM DODECYL SULFATE (DDS) MODIFIED LAYERED DOUBLE HYDROXIDE (HDL) AS MATRIX FOR DRUG RELEASE	
Amanda Damasceno Leão	
Mônica Felts de La Rocca	
José Lamartine Soares Sobrinho	
DOI 10.22533/at.ed.74420080411	
CAPÍTULO 12	134
THIN PLATE SPLINE INTERPOLATION METHOD APPLICATION TO PREDICT THE SUNFLOWER OIL INCORPORATION IN POLY (ACRYLIC ACID)-STARCH FILMS	
Talita Goulart da Silva	
Débora Baptista Pereira	
Vinícius Guedes Gobbi	

Layla Ferraz Aquino
Thassio Brandão Cubiça
Matheus Santos Cunha
Tiago dos Santos Mendonça
Sandra Cristina Dantas
Roberta Helena Mendonça

DOI 10.22533/at.ed.74420080412

CAPÍTULO 13 152

GESTÃO ESTRATÉGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS NA EMPRESA DE MANUTENÇÃO JL AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Francely Cativo Bentes
David Barbosa de Alencar
Marden Eufrasio dos santos

DOI 10.22533/at.ed.74420080413

CAPÍTULO 14 162

OTIMIZAÇÃO DOS INSPETORES ELETRÔNICOS NA PRODUÇÃO DE TAMPAS METÁLICAS NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS

Elisabete Albuquerque de Souza
David Barbosa de Alencar
Marden Eufrasio dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.74420080414

CAPÍTULO 15 174

CONTROLE DE QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO DE SEIS E OITO FUROS DAS OLARIAS DO AMAPÁ

Daniel Santos Barbosa
Adler Gabriel Alves Pereira
Orivaldo de Azevedo Souza Junior
Ruan Fabrício Gonçalves Moraes
Paulo Victor Prazeres Sacramento

DOI 10.22533/at.ed.74420080415

CAPÍTULO 16 190

REAPROVEITAMENTO DE TOPSOIL COMO MEDIDA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

José Roberto Moreira Ribeiro Gonçalves
Fabiano Battemarco da Silva Martins
Ronaldo Machado Correia

DOI 10.22533/at.ed.74420080416

CAPÍTULO 17 199

AVALIAÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS: COMPARAÇÃO ENTRE A NBR 9452/2019 E O MÉTODO ESLOVENO

Ana Carolina Virmond Portela Giovannetti

DOI 10.22533/at.ed.74420080417

CAPÍTULO 18 208

DIMENSIONAMENTO DA POTÊNCIA MÍNIMA EXIGIDA DO ACIONAMENTO PRINCIPAL DE TRANSPORTADORES DE CORREIA

José Joelson de Melo Santiago
Carlos Cássio de Alcântara
Daniel Nicolau Lima Alves

Jackson de Brito Simões

DOI 10.22533/at.ed.74420080418

CAPÍTULO 19 220

CONSTRUÇÃO, INSTRUMENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE UM TÚNEL DE VENTO DIDÁTICO DE CIRCUITO FECHADO

Lucas Ramos e Silva

Guilherme de Souza Papini

Rafael Alves Boutros

Romero Moreira Silva

Wender Gonçalves dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.74420080419

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 236

ÍNDICE REMISSIVO 237

INTERNET OF THINGS NA ENGENHARIA BIOMÉDICA

Data de aceite: 27/03/2020

Data de submissão: 31/03/2020

Tatiana Pereira Filgueiras

Universidade do Estado de Santa Catarina
Joinville – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/4348030324691122>

Pedro Bertemes Filho

Universidade do Estado de Santa Catarina
Joinville – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/3574740269353806>

RESUMO: O design e a implementação de sistemas biossensores para monitoramento da saúde têm ganho muita atenção nesses últimos tempos devido ao aumento da qualidade e duração da vida. Tais biossensores combinados com as tecnologias da informação disponíveis abrem as portas para uma nova área: a Internet of Things (IoT) na Engenharia Biomédica. Este artigo visa trazer uma revisão sobre o estado da arte e os principais requisitos ao desenvolver dispositivos IoT para a saúde, de forma a servir como referência para pesquisadores e desenvolvedores de tecnologia na área.

PALAVRAS-CHAVE: Internet of Things; Engenharia Biomédica; Saúde; Tecnologia.

INTERNET OF THINGS IN BIOMEDICAL ENGINEERING

ABSTRACT: The design and implementation of biosensors systems for health monitoring has gained much attention in recent times due to the increase in the quality and duration of life. Such biosensors combined with the available information technologies open the door to a new area: the Internet of Things (IoT) in Biomedical Engineering. This article aims to provide a review of the state of the art and the main requirements when developing IoT devices for health, in order to serve as a reference for researchers and technology developers in the area.

KEYWORDS: Internet of Things; Biomedical Engineering; Health; Technology

1 | INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia nos últimos anos, dispositivos móveis e vestíveis (*wearables*) têm se tornado algo corriqueiro no dia-a-dia. É possível observar um futuro próximo onde, de modo geral, as pessoas tenham em seus corpos sensores monitorando continuamente seus sinais vitais e enviando os dados obtidos a uma base de dados

(HASSANALIERAGH et al., 2015).

Um sensor é um dispositivo que reage a partir de um estímulo externo, físico, biológico ou químico, transformando uma grandeza de entrada em outra grandeza de saída, dependendo do objetivo para o qual foi construído. Em termos de utilização, tais podem ser úteis em sistemas coletores de informação, a fim de monitorar e controlar determinados processos sem a necessidade de intervenção humana (BALBINOT; BRUSAMARELLO, 2011).

No contexto de tecnologia da informação (TI), avanços realizados nas áreas de Computação Móvel, Computação Ubíqua e *Cloud Computing*, trouxeram a tona uma nova realidade: a capacidade de conectar qualquer objeto comum à rede, com o objetivo de realizar tarefas e obter dados (COULOURIS et al., 2011).

A Computação Móvel trata da interconexão de dispositivos miniaturizados – notebooks, aparelhos portáteis (como smartphones, tablets etc.), aparelhos acoplados no corpo (como relógios, pulseiras etc.) e, dispositivos incorporados em aparelhos (como máquinas de lavar, carros etc.) – em rede e a integração destes a um Sistema Distribuído (SD), tornando o uso destes viável enquanto o usuário se desloca de seu ambiente usual (COULOURIS et al., 2011).

Segundo TANENBAUM (2007), um SD é um conjunto de computadores e softwares interconectados por rede que trabalham em conjunto para atingir um objetivo comum, parecendo ao usuário ser uma única máquina centralizada, o que se denomina transparência ao usuário.

Tratando-se de Computação Ubíqua (Computação Pervasiva) subentende-se que esta pode ser acessível em qualquer lugar a partir de qualquer objeto comum na vida diária – como uma caneta, por exemplo –, onde o comportamento computacional é transparente ao usuário (COULOURIS et al., 2011).

No contexto de *Cloud Computing* (Computação em Nuvem), o armazenamento de dados clínicos já é tema de diversas pesquisas (SELVI et al., 2017)(UDDIN et al., 2017). Esta define uma visão de computação distribuída como serviço público, onde serviços de aplicações, armazenamento e processamento computacional são acessíveis via Internet, com custos definidos a partir de quanto o usuário efetivamente usa, podendo este acessar tais serviços a partir de equipamentos não muito robustos, como *smartphones* (COULOURIS et al., 2011).

Baseada nas tecnologias citadas, uma nova revolução denominada *Internet of Things* (IoT) emergiu, possibilitando cientistas e pesquisadores a criar aplicações e soluções diversas interconectadas a objetos físicos (HASSANALIERAGH et al., 2015).

Por objetos físicos, entende-se que qualquer objeto real e comum pode se tornar inteligente (*smart*) por ter sido acoplado com pelo menos um sensor e com um transmissor de dados, capaz de conectar-se a uma rede de transmissão (ex.

Bluetooth, WiFi, GSM etc.) que possibilite o mesmo comunicar-se com *gateways* e/ou outros objetos também conectados a essa rede (HIREMATH et al., 2014).

A IoT, também conhecida no Brasil como Internet das Coisas, introduz o conceito de transformar objetos físicos em parte de um Sistema Distribuído, com o objetivo de colaborarem entre si e com outros dispositivos da rede em realizar tarefas de maneira mais robusta e ágil (HASSANALIERAGH et al., 2015).

No contexto medicinal, o custo elevado no cuidado com a saúde, o aumento da população idosa e das doenças crônicas no mundo demandam urgência em mudar o atual cenário centrado em hospitais para um cenário centrado no paciente (HASSANALIERAGH et al., 2015)(HIREMATH et al., 2014). Para tal fim, pesquisadores do ramo da engenharia biomédica não têm medido esforços para garantir o melhor cenário possível que atenda aos requisitos da *Home Care (Home Care Systems – HCS)* como (HASSANALIERAGH et al., 2015) (HIREMATH et al., 2014) (HE et al., 2015) (SU;SHIH, 2011) (RASHIDI; MIHAILIDIS, 2013).

Por engenharia biomédica (EB) entende-se que é a aplicação de princípios de engenharia e conceitos de design à medicina e biologia para fins de saúde (por exemplo, diagnóstico ou terapêutico), combinando habilidades de projeto e solução de problemas de engenharia com ciências biológicas médicas para avançar no tratamento de cuidados de saúde, incluindo diagnóstico, monitoramento e terapia (ENDERLE; BRONZINO, 2012).

Sobre HCS, este é o termo utilizado para o cuidado da saúde no ambiente doméstico do paciente (BOLAND et al., 2017). Os autores de (RASHIDI; MIHAILIDIS, 2013) citam que os principais objetivos desta abordagem é obter benefícios para o indivíduo – como aumento em sua segurança e em seu bem-estar –, para a economia – obtendo maior eficácia com recursos limitados – e, para a sociedade, melhorando as condições de vida.

No ambiente de *Home Care*, o monitoramento de informações fisiológicas não apenas reduzem os recursos humanos e recursos médicos de alto custo, mas sinais anormais podem ser detectados através de registros de longo prazo da saúde do paciente, além de a IoT permitir a localização do paciente em um determinado cômodo (SU;SHIH, 2011).

Inserindo a IoT ao monitoramento de sinais vitais, surge a *Wearable Internet of Things (W-IoT)* (HASSANALIERAGH et al., 2015). Esta pode ser definida como uma infraestrutura tecnológica que interconecta sensores capazes de monitorar vários aspectos do paciente, interligando-o a uma infraestrutura médica, com o paciente em sua casa. Um exemplo de uso que pode ser citado são os sensores incorporados a *smartphone* e *smartwatch* para detectar previamente sintomas -- como tremores -- do mal de Parkinson (VINOD et al., 2014).

Abordando pesquisas na área da W-IoT, algumas como (CAMARINHA, 2004)

dão suporte ao uso de Agentes Inteligentes com o objetivo de facilitar a tomada de decisão quanto a saúde do idoso e interação com o mesmo.

Do ponto de vista arquitetônico, agentes são entidades compostas por um identificador único e três componentes principais: código, dados e estado, além de possuírem um ciclo de vida associado ao seu estado de execução (FILGUEIRAS et al., 2018). Os agentes interagem entre si, formando o que se denomina de Sistema MultiAgente (MAS) e compartilham dados comuns, a fim de aumentar a velocidade da resolução do problema.

Além disso, eles cooperam entre si, dividindo a resolução de diferentes subproblemas, ou podem decidir, autonomamente, por aplicar diferentes estratégias de resolução a uma mesma tarefa. Para tanto, a missão dos agentes pode ser centralizada – na qual todos os agentes trabalham em direção a um único objetivo global – ou distribuída – na qual há vários objetivos individuais, podendo haver interação entre eles.

Com essas qualidades, torna-se atraente a utilização de MAS no contexto da saúde, uma vez que o mesmo pode auxiliar de maneira rápida e inteligente a tomada de decisões em determinado caso, agilizando o processo de cuidado e o socorro da vítima, se necessário (CAMARINHA, 2004).

Os autores de (SU;SHIH, 2011) abordam o uso de agentes inteligentes estáticos e móveis para o controle da saúde em idosos, onde os dados vitais (por exemplo, pressão arterial, oxigênio no sangue e frequência cardíaca) são medidos pelo cuidador e enviados ao agente central. Há um detector de quedas utilizando processamento de imagens capturadas por câmeras e um RFID central para controle da localização do idoso na residência. A comunicação entre o servidor local e o servidor do hospital se dá através de agentes móveis.

A proposta de (CAMARINHA, 2004) visa um modelo baseado em MAS para auxiliar idosos a interagir com a sociedade e obter um maior índice de individualidade e saúde mental e física. O projeto visa uma arquitetura baseada em agentes para que desenvolvedores possam implementar algumas funções como lembrete de agenda, banco de horas, entretenimento e status de vida, serviços de monitoramento (sensores) dentre outros.

Trabalhos como (RAJASEKARAN et al., 2009) visam a introdução de Inteligência Artificial (IA) na IoT para o controle e monitoramento de sinais vitais de pacientes em terapia, enquanto que (DARIANIAN et al., 2008) baseia-se num sistema com uso de RFID para facilitar a execução de serviços de limpeza e compras, por exemplo.

Além das propostas em pesquisa, há também dispositivos disponíveis comercialmente. Entre os exemplos a citar, está o oxímetro de dedo para a medição de taxa cardíaca e oxigenação no sangue disponível pela Philips (PHILIPS, 2016). Outro exemplo são os monitores de ritmo cardíaco da Polar (POLAR, 2019). Há

diversos modelos, como o que vai preso ao tronco do paciente por um cinto e possui monitor embutido em um relógio para monitoramento.

Baseado no levantamento bibliográfico realizado, como principal contribuição dessa pesquisa, propomos uma investigação do estado da arte do uso da Internet das Coisas na área de Engenharia Biomédica.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente se realizou uma pesquisa bibliográfica através de uma revisão de literatura aprofundada sobre sensores e transdutores, sistemas distribuídos, engenharia biomédica e IoT. Paralelamente, obteve-se conhecimento sobre o estado da arte do uso de IoT em Engenharia Biomédica através de levantamento e pesquisa de artigos e *journals* na área.

2.1 Arquitetura do sistema

Ilustrado pela Figura 1, o modelo arquitetural de W-IoT tem sido proposto na maioria dos artigos e livros seguindo um mesmo padrão. Para a aquisição de dados, múltiplos sensores são acoplados ao corpo do paciente a fim de coletar sinais vitais como oximetria, temperatura, ECG, postura, etc.; alguns destes sensores sendo relatados na Tabela I.

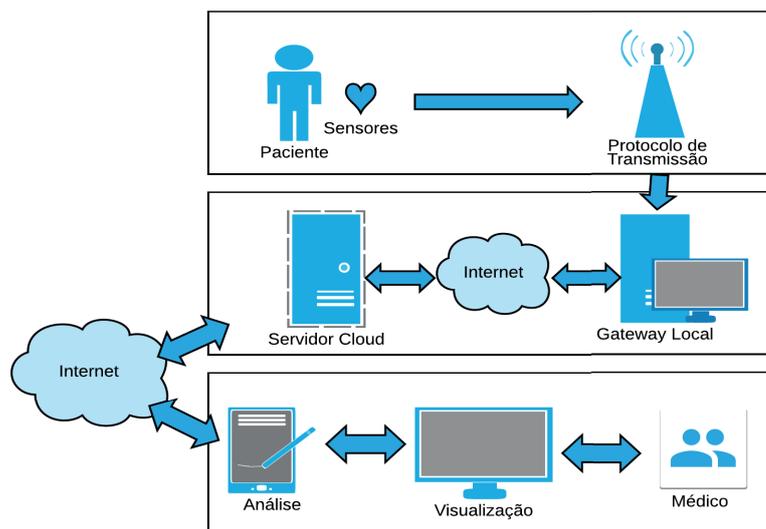


Figura 1. Componentes de Home Care baseados na arquitetura IoT-Cloud

Tipo de Biosinal	Tipo de Sensor	Dados Adquiridos
Temperatura	Temperatura	Temperatura corporal
ECG	Eletrodos	Atividade elétrica do coração (contração/relaxamento)
Pressão Arterial	Pressão	Força exercida do sangue nos vasos sanguíneos
Oxigenação Sanguínea	Oxímetro	Oxigenação do sangue
Ritmo Cardíaco	Oxímetro/Eletrodos	Frequência cardíaca
Movimento	Acelerômetro	Movimento do corpo em três eixos
Rotação	Giroscópio	Rotação do corpo em três eixos

TABELA I. BIOSENSORES E BIOSSINAIS

Os sinais obtidos são posteriormente transmitidos para um intermediador denominado *gateway* (Gateway Local). Os sensores utilizam protocolos de rede como os listados na Tabela II para transferir seus dados ao *gateway*, que fará a retransmissão dos mesmos à um servidor remoto (Servidor *Cloud*).

	Taxa de Transferência (max)	Consumo (mW)	Banda de Frequência	Alcance
Bluetooth	1 - 3Mbps	2.5 - 100	2.4 GHz	10m - 100m
GSM	10 Mbps	8 - 65	100 KHz	>1km
Zigbee	20 - 40Kbps	30	868MHz - 2.4GHz	10m - 75m
6LoWPAN	250Kbps	<10	868MHZ - 2.4GHZ	10m - 200m
Wi-Fi	>867Mbps	>100	2.4 - 5GHz	46m - 1km
NFC	106 - 424Kbps	60 - 200	13.56MHz	>10cm

TABELA II. PROTOCOLOS WIRELESS

A etapa Análise usa os dados adquiridos pelos sensores e enviados ao Servidor *Cloud*, podendo auxiliar no diagnóstico e prognóstico do paciente baseado em quantidade de condições saudáveis e não saudáveis. Já a visualização é a chave para qualquer sistema funcionar bem, pois é inviável que o médico avalie cada dado adquirido dos sensores, portanto, é realizada uma formatação destes em formato gráfico ou outro tipo facilmente legível e observável na etapa Visualização.

2.2 Coleta e análise de dados

Após a pesquisa realizada, obteve-se como uma das principais propriedades dos sensores a serem utilizados a capacidade de adquirir diversos tipos de sinais do paciente, a fim de um monitoramento completo.

Os sensores devem ser pequenos, leves e eficientes, e não devem atrapalhar os movimentos do usuário. Devem consumir pouca bateria e operar em tempos longos para evitar a necessidade de muitas recargas. É necessário também uma plataforma mínima de rede para envio dos dados ao *Gateway Local*.

O requisito de gastar pouca bateria tem sido um desafio e tema de diversas pesquisas na área de *Wireless Sensors Networks* (WSN) como (OLORODE; NOURANI, 2014) (PARK et al., 2006) (TORFS et al., 2006). Uma técnica muito utilizada é adequar os sensores à condição do paciente, por exemplo, se o

paciente demanda mais atenção em áreas abordadas por um grupo de sensores (ex. sinais cardíacos), o outro grupo (ex. eficiência pulmonar) pode ser desligado temporariamente a fim de economizar bateria.

No contexto de formatação e análise de dados, a IoT possibilita o uso de algoritmos inteligentes os quais permitem que manipulações manuais sejam mínimas. A IA pode ser utilizada a fim de reconhecer correlações entre dados do sensor e os diagnósticos clínicos, e usando esses dados com a duração (tempo) e agrupamento é possível obter diagnósticos mais exatos, tornando possível a identificação precoce de enfermidades, personalização no atendimento e redução de custos. Uma das áreas que abrangem a IA é a tecnologia de agentes inteligentes, mencionada e descrita na seção 1.

2.3 Implementação

Alguns dispositivos de IoT para saúde já estão disponíveis comercialmente. Conforme pesquisa realizada por (PANTELOPOULOS; BOURBAKIS, 2010), alguns níveis de maturidade precisam ser atendidos para satisfazer as necessidades atuais de uma população. Dentre esses níveis estão a habilidade de medir múltiplos parâmetros, a documentação da solução, o reconhecimento do trabalho na comunidade acadêmica, fazer uso de métodos atualizados e, ter algoritmos inteligentes para a extração de dados ou suporte a decisão.

3 | DISCUSSÕES

Este artigo apresentou uma breve revisão sobre o estado da arte da IoT na Engenharia Biomédica e seus requisitos.

Conforme abordado em II, os sistemas IoT para fins de saúde precisam seguir alguns pré-requisitos e atingir certo nível de maturidade desejável à comunidade acadêmica.

Apesquisa realizada em (SU;SHIH, 2011) é atrativa, porém, como desvantagem, há a necessidade em se obter acesso aos computadores centrais de uma clínica ou hospital com os dados do paciente, uma vez que a tecnologia de agentes torna necessária a instalação de frameworks. Outra desvantagem é a não integração entre sensores e agente: quem insere os dados vitais do paciente no programa é o próprio cuidador. Por último, o sistema utiliza câmeras para detectar possíveis quedas, o que o torna um projeto de alto-custo.

CAMARINHA (2004) abordou apenas tópicos nunca testados e continua sendo apenas uma proposta para a comunidade acadêmica.

Os dispositivos comerciais citados possuem preço agressivo (não menor a

R\$1000,00) e realizam a medição de apenas um ou dois parâmetros, com foco em demonstrar o gráfico dos sinais de resposta para fins de estética, porém, sem possuir quaisquer algoritmos inteligentes que auxiliem na coleta, formatação e classificação dos dados. Além disso, para fins acadêmicos, a documentação disponível não é clara no quesito da concepção dos dispositivos, limitando-se apenas em fornecer um “manual de usuário”.

4 | CONCLUSÃO

Dentre as pesquisas citadas e a classificação de nível de maturidade sugerida por (PANTELOPOULOS; BOURBAKIS, 2010), é possível concluir que nenhum trabalho atual atende plenamente todos os requisitos.

Nosso grupo de pesquisa está atualmente trabalhando em um dispositivo multi-parâmetro com utilização de MAS para controle de saúde e queda de idosos. O protótipo está em desenvolvimento e espera-se que o mesmo abranja as condições mínimas requeridas e o nível de maturidade desejável à comunidade acadêmica.

REFERÊNCIAS

A. BALBINOT; V. J. BRUSAMARELLO. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas**, 2a. ed. LTC, 2011.

A. PANTELOPOULOS; N. G. BOURBAKIS. **A Survey on Wearable Sensor-Based Systems for Health Monitoring and Prognosis**. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), pp.1 - 12, 2010.

A. S. TANENBAUM; M. VAN STEEN. **Distributed Systems: Principles and Paradigms**. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2007.

B. COAKLEY. **O impacto da IoT e Wearables na saúde**. Disponível[online]: <http://www.gessaude.com.br/blog/oimpacto-da-iot-e-wearables-na-saude/>. Acessado em 25 jun. 2019.

C. PARK et al. **An ultra-wearable, wireless, low power ecg monitoring system**. in Biomed I Circuits and Sys. Conf., BioCAS 2006. IEEE, pp. 241–244, 2006.

C. SU; S. C. SHIH. **Building Distributed E-Healthcare for Elderly Using RFID and Multi-Agent**. International Journal of Engineering Business Management, Vol. 3, No. 1, pp. 16-26. 2011.

D. HE et al. **Robust anonymous authentication protocol for health-care applications using wireless medical sensor networks**. Multimedia Systems. Volume 21, Issue 1, pp 49–60, 2015.

G. COULOURIS et al. **Distributed Systems: Concepts and Design**. Addison-Wesley Publishing Company, USA. 2011.

J. D. ENDERLE; J. D. BRONZINO. **Introduction to Biomedical Engineering**. Academic Press. pp. 16–. ISBN 978-0-12-374979-6, 2012.

L. BOLAND et al. **Impact of home care versus alternative locations of care on elder health**

outcomes: an overview of systematic reviews. BMC Geriatr 17, 20 doi:10.1186/s12877-016-0395-y, 2017.

L. M. CAMARINHA; H. AFSARMANESH. **TeleCARE: Collaborative virtual elderly support communities.** In Proceedings of the 1st Workshop on Tele-Care and Collaborative Virtual Communities in Elderly Care}, Porto, pp. 1-12, 2004.

M. C. SELVI et al. **Wireless sensor based healthcare monitoring system using cloud.** Inventive Systems and Control. (ICISC) 2017 International Conference on, pp. 1-6, 2017.

M. DARIANIAN; M. P. MICHAEL. **Smart home mobile RFID-based Internet-of-Things systems and services.** In: 2008 International conference on advanced computer theory and engineering. IEEE, p. 116-120, 2008.

M. HASSANALIERAGH et al. **Health Monitoring and Management Using IoT Sensing with Cloud-based Processing: opportunities and Challenges.** IEEE International Conference on Services Computing, p. 285. 2015.

M. P. RAJASEKARAN. **Elderly patient monitoring system using a wireless sensor network.** Telemedicine and e-Health, v. 15, n. 1, p. 73-79, 2009.

M. UDDIN et al. **SDN-based service automation for IoT.** Network Protocols (ICNP), IEEE 25th International Conference on, pp. 1-10, 2017.

O. OLORODE; M. NOURANI. **Reducing leakage power in wearable medical devices using memory nap controller.** in Circuits and Sys. Conf. (DCAS), IEEE Dallas, pp. 1–4. 2014.

PHILIPS. **PHILIPS OXIMETRY.** Disponível[online] <https://www.philips.com.br/c-dam/b2bhc/br/resource-catalog/landing/acessorios-e-consumiveis/Accessorios2.pdf>, 2016.

POLAR. **Monitores Cardíacos.** Disponível[online]: <https://www.polar.com/br/produtos>. 2019.

P. RASHIDI; A. MIHAILIDIS. **A survey on ambient-assisted living tools for older adults.** IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 17, no. 3, pp. 579–590, 2013.

S. HIREMATH et al. **Wearable Internet of Things: Concept, architectural components and promises for person-centered healthcare.** 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare - Transforming Healthcare Through Innovations in Mobile and Wireless Technologies, pp.304 - 307, 2014.

S. VINOD et al. **SPARK: Personalized Parkinson Disease Interventions through Synergy between a Smartphone and a Smartwatch.** Design, User Experience, and Usability. Springer International Publishing, pp. 103-114. 2014.

T. P. FILGUEIRAS et al. **RT-JADE: A preemptive real-time scheduling middleware for mobile agents.** CONCURRENCY AND COMPUTATION-PRACTICE & EXPERIENCE, v. 1, p. e5061, 2018.

T. TORFS et al. **Body-heat powered autonomous pulse oximeter.** In 5th IEEE Conf. on Sensors, pp. 427–430, 2006.

ÍNDICE REMISSIVO

A

AIT 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11

Alumina 97, 98, 99, 101, 102, 103, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112

Áreas Degradadas 190, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198

B

Biocompatible Polymers 135

Biodegradáveis 114, 115

Biodiesel 97, 98, 99, 100, 101, 104, 110, 111, 112

C

Camada fértil do solo 190, 194

CanSat 39, 40, 43, 44, 45

Catalisadores Impregnados 98, 105, 106, 108

Cerâmica 102, 174, 175, 176, 177, 178, 188, 189

Controle de qualidade 174, 177, 178, 184, 188

D

Democracia energética 47, 51, 52

Desenvolvimento 15, 47, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 63, 64, 67, 75, 98, 102, 111, 112, 114, 120, 122, 152, 164, 178, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 197, 236

E

Embalagens 114, 115, 122

Engenharia baseada em conhecimento 31

Engenharia Biomédica 68, 70, 72, 74

Engenharia de Sistema 39

Espectroscopia de bioimpedância elétrica 77, 78, 81, 83, 88, 93

Estradas 190, 200

F

ferramentas da qualidade 152, 153, 156, 162

Filmes 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122

Flambagem 13, 15, 18, 20, 21, 24, 27, 28

Fonte de corrente Howland 77, 89

Fonte não linear 77

G

Gestões estratégicas 152

I

Inspetores Eletrônicos 162, 163, 168, 169, 171, 172, 173

K

KAOS 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

M

Modeling 30, 32, 34, 35, 36, 37, 44, 60, 61, 64, 66, 67, 111, 135, 136, 139

N

NASTRAN 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29

O

Olaria 174, 175, 182, 183, 184, 185, 186, 187

Ontologia 30, 31

Otimização 13, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 91, 94, 162

P

PDCA 153, 154, 155, 158, 159, 162, 163, 164, 166, 173

Planejamento 55, 67, 114, 116, 117, 118, 152, 153, 155, 158, 164, 177, 178

Polymeric Films 134, 135

Processos 1, 63, 69, 102, 105, 117, 120, 157, 158, 160, 162, 163, 164, 165, 173, 178, 190, 192, 193, 196, 209

Projeto 1, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 25, 61, 62, 70, 71, 74, 103, 152, 156, 177, 191, 192, 207, 208, 209, 219, 235

Prontidão 1

R

Reaproveitamento 190, 192, 194, 195, 196

Rede de Petri 60, 64

Requisitos 1, 39, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 68, 70, 74, 75, 79, 90, 178, 179, 188, 189

Rodovias 190, 191, 194

S

Saúde 53, 68, 70, 71, 74, 75

Sistemas Complexos 31, 38, 60, 62

Sistemas de satélite 30, 31

Sistemas Embarcados 60, 61, 63, 64, 65, 67

Stakeholders 1, 2, 3, 4, 5, 8, 11, 12, 39, 40, 41, 43, 44, 45

SysML 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

T

Tecnologia 37, 38, 47, 48, 49, 50, 56, 58, 68, 69, 74, 128, 134, 174, 175, 189, 190, 208, 236

Tecnologia hidrocínética 47, 48, 49, 56

Tissue engineering 135, 144, 145

Topsoil 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198

transição energética 47, 55, 58

Transição energética 48

Transport phenomena 134, 135

 **Atena**
Editora

2 0 2 0