



**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 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. 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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
EMPREGO DOS PARÂMETROS DE LAMINAÇÃO PARA OTIMIZAÇÃO DE PAINÉIS REFORÇADOS EM COMPÓSITOS SUBMETIDOS A CARGAS COMPRESSIVAS	
Hélio de Assis Pegado Laura Tameirão Sampaio Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
AN OVERVIEW OF THE BFO - BASIC FORMAL ONTOLOGY - AND ITS APPLICABILITY FOR SATELLITE SYSTEMS	
Adolfo Americano Brandão Geilson Loureiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
CENTRAIS HIDROCINÉTICAS COMO MEIO PARA A REESTRUTURAÇÃO DEMOCRÁTICA DO SETOR ELÉTRICO	
Luiza Fortes Miranda Geraldo Lucio Tiago Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>60</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008046</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>68</b>
INTERNET OF THINGS NA ENGENHARIA BIOMÉDICA	
Tatiana Pereira Filgueiras	
Pedro Bertemes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>77</b>
AVALIAÇÃO DE TOPOLOGIAS DE FONTES DE CORRENTE EM BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA	
David William Cordeiro Marcondes	
Pedro Bertemes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>97</b>
OBTENÇÃO DE BIODIESEL POR MEIO DA TRANSESTERIFICAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA UTILIZANDO CATALISADOR DE KOH/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> EM DIFERENTES COMPOSIÇÕES	
Laís Wanderley Simões	
Normanda Lino de Freitas	
Joelda Dantas	
Elvia Leal	
Julyanne Rodrigues de Medeiros Pontes	
Pollyana Caetano Ribeiro Fernandes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>113</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74420080410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>125</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74420080411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>134</b>
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**

## DE KAOS PARA SysML NA MODELAGEM DE SISTEMAS EMBARCADOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Data de aceite: 27/03/2020

### Timóteo Gomes da Silva

Universidade Federal de Pernambuco -  
Departamento de Eletrônica e Sistemas  
Recife – PE- Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7681172803641785>

### Fernanda Maria Ribeiro de Alencar

Universidade Federal de Pernambuco -  
Departamento de Eletrônica e Sistemas  
Recife – PE- Brasil

<http://lattes.cnpq.br/1511532484752161>

### Aêda Monalizza Cunha de Sousa Brito

Universidade Federal de Pernambuco -  
Departamento de Eletrônica e Sistemas  
Recife – PE- Brasil

<http://lattes.cnpq.br/1157311814704980>

**RESUMO:** Na modelagem de sistemas, de modo em geral, não se leva em consideração as razões e intenções que determinam as funcionalidades desses sistemas. A Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos (do inglês, Goal Oriented Requirements Engineering – GORE) visa resolver esse problema. Nesse contexto, está KAOS, que chega aos requisitos, pretendendo dar respostas às questões “Por quê?”, “Quem?” e “Quando?” sobre os objetivos/ metas previamente declarados. Por outro lado,

no desenvolvimento de sistemas complexos, nos quais os sistemas embarcados estão inseridos, utiliza-se a linguagem de modelagem SysML, mas que como UML, não dá muita atenção a dimensão das razões e intenções. Desta feita, pretende-se integrar KAOS a SysML através do mapeamento de seus quatro modelos para os diagramas da SysML. Alguns desses modelos são naturais à UML, no entanto SysML tem outras dimensões que precisam ser consideradas, sobretudo os novos diagramas: o de requisitos e o paramétrico. Como forma de verificar o grau de correção do pretendido mapeamento, pensa-se utilizar simulações através da modelagem em redes de Petri. Neste artigo são apresentados os primeiros resultados da revisão sistemática da literatura para a identificação de abordagens similares e de problemas ainda em aberto no contexto da modelagem de sistemas embarcados.

**PALAVRAS-CHAVE:** SysML. KAOS. Rede de Petri. Sistemas Embarcados.

### FROM KAOS TO SysML IN EMBEDDED SYSTEMS MODELING: A LITERATURE REVIEW

**ABSTRACT:** In systems modeling, in general, the reasons and intentions that determine the

functionality of these systems are not taken into account. Goal Oriented Requirements Engineering (GORE) aims to solve this problem. In this context, KAOS, which meets the requirements, intends to provide answers to the “Why?”, “Who?” And “When?” Questions about the previously stated objectives / goals. On the other hand, in the development of complex systems, in which embedded systems are embedded, the SysML modeling language is used, but that as UML does not pay much attention to the dimension of reasons and intentions. This time, we intend to integrate KAOS with SysML by mapping its four models to SysML diagrams. Some of these models are natural to UML, however SysML has other dimensions that need to be considered, especially the new diagrams: the requirements and the parametric diagrams. As a way to verify the degree of correction of the intended mapping, it is thought to use simulations through modeling in Petri nets. This paper presents the first results of the systematic literature review to identify similar approaches and problems still open in the context of embedded system modeling.

**KEYWORDS:** SysML. KAOS. Petri net. Embedded systems.

## 1 | INTRODUÇÃO

Sistemas embarcados estão remodelando a forma como as pessoas vivem, trabalham e se divertem (RIBEIRO, 2017). Esses sistemas, usados em transportes terrestres, medicina, eletrônica de consumo, ambientes aviônicos, robótica dentre outros, geralmente recebem dados de entrada a partir de sensores, processam esses dados usando microcontroladores ou microprocessadores, e enviam os resultados para atuadores e/ou interface com os usuários (BROY, 1997). A complexidade inerente aos diferentes domínios, aliada à necessidade de encontrar defeitos ou faltas de forma rápida e precisa, bem como as razões e intenções são alguns dos fatores importantes a serem considerados no desenvolvimento desses sistemas (PEREIRA et. al., 2017). Nesse contexto, às especificidades dos diversos tipos de sistemas, levam a uma complexidade na compreensão dos requisitos, que devem ser elicitados e traduzidos em funcionalidades. A fase inicial, de definição dos requisitos, em todo projeto é considerada a fase estrategicamente mais sensível. Isso por causa da sua subjetividade, com alta probabilidade de erro e/ou ausência de requisito, fazendo com que uma formalização que abrange as etapas de obtenção, especificação e análise de requisitos seja inviável nesta fase (SALMON, 2017). Neste sentido, existem pesquisas (SALMON, 2017; FRIEDENTHAL et. al., 2014) que antecipam essa formalização para as fases iniciais, através do uso de linguagens diagramáticas como UML e SysML.

Ao se tratar da engenharia de requisitos em sistemas embarcados, verificou-se que o perfil SysML foi especialmente concebido pelo Object Management Group

(OMG) para a análise e especificação de sistemas complexos. Com esse perfil, é permitida a captura de requisitos e a manutenção de links de rastreabilidade entre esses e diagramas de projeto resultantes da fase de projeto do sistema (FRIEDENTHAL et. al., 2008).

Por outro lado, além da formalidade trazida pelo uso de perfis, faz-se necessário considerar as razões e intenções capazes de determinar alternativas e configurações de funcionalidades nos sistemas pretendidos, bem como as responsabilidades. Nesse contexto, tem-se a popular abordagem de Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos (do inglês, *Goal Oriented Requirements Engineering* - GORE) (PARVEEN and IMAM, 2017). Em particular, o framework KAOS tem sido foco de alguns trabalhos (MARTINEZ, 2017; ENGELSMAN & WIERINGA, 2012) os últimos anos. Com KAOS pretende-se a construção de um modelo de requisitos que descreve o problema a ser resolvido e as restrições que devem ser superadas quando a solução é implementada (WATANABE, 2016). Além de fornecer uma linguagem para elicitar requisitos, KAOS pretende dar respostas a questões como “Por quê?”, “Quem?” e “Quando?” sobre os objetivos/metaspriamente declarados (LAMSWEEERDE, 2003). KAOS envolve uma série de redes semânticas para a modelagem conceitual dos objetivos, hipóteses, agentes, objetos e operações do sistema (MARTINEZ, 2017). A análise se dá por meio de técnicas de refinamento de objetivos/metaspriamente, detecção de resolução de conflitos e delegação de responsabilidades a agentes (SANTOS, 2006). Para tal, o KAOS propõe quatro modelos: de objetivos; de responsabilidade; de objetos; e, de operações.

Neste trabalho, busca-se apresentar o andamento da pesquisa com relação à integração de KAOS com o perfil SysML. A partir da inserção de metas, os novos diagramas do SysML, de requisitos e de parâmetros, deverão ser verificados. Para tanto, será utilizada a abordagem de Salmon (2017), que propôs um método formal de modelagem, análise e verificação de requisitos, partindo de uma representação semi-formal, usando UML, e, posteriormente, o formalismo das redes de Petri para proceder a análise e verificação. A rede de Petri pode ser vista como um formalismo visual que pode explicar o comportamento físico de um sistema e seus componentes (FRIEDENTHAL et. al., 2014). Além do seu poder de representação, as redes de Petri também permitem a análise do sistema modelado, identificando conflitos, ciclos, comportamentos inesperados e *deadlocks* (SILVA, 2017).

O trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: na Seção 2 são apresentados os objetivos da pesquisa; na Seção 3, apresenta-se o andamento do trabalho e as contribuições esperadas; por fim, na Seção 4 são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

## 2 | OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo principal desta pesquisa é realizar a integração de GORE, através de KAOS, à SysML, através da proposição de heurísticas de mapeamento automático de seus elementos. Assim, será possível uma descrição textual (SysML) que contemple razões/intenções e responsabilidades (KAOS) na modelagem de requisitos no contexto de Sistemas Embarcados. Ao mesmo tempo, o mapeamento será integrado ao ambiente de redes de Petri, como forma de verificação do mesmo. Na Figura 1 são descritas as etapas programadas para o desenvolvimento da pesquisa.

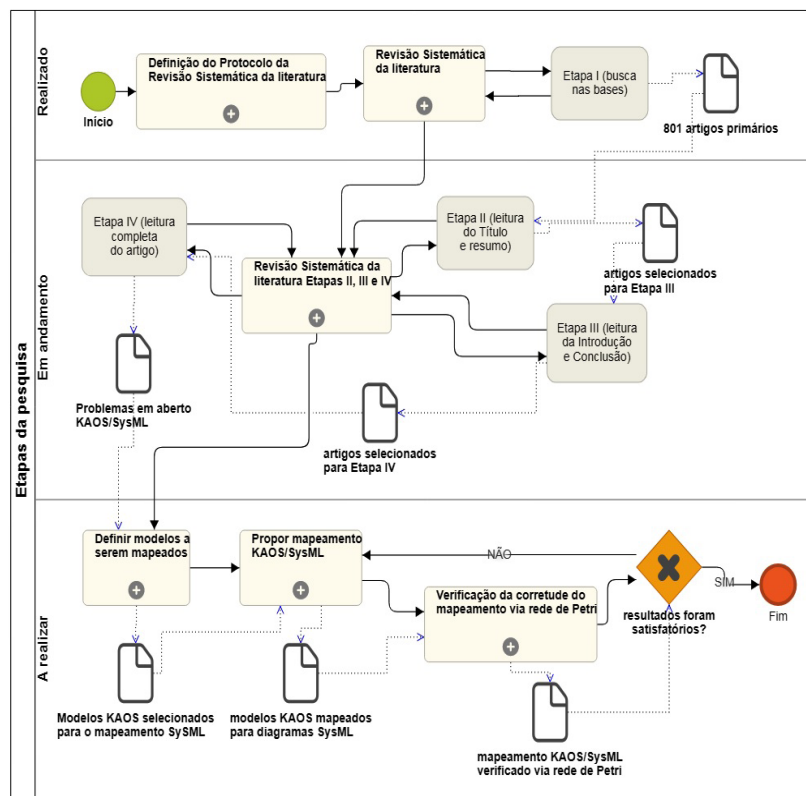


Figura 1. Etapas da pesquisa (Autor, 2018)

Conforme a Figura 1, já foram realizadas a definição do Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), documento norteador de toda a RSL (questões de pesquisa, bases de busca e etc), e a Etapa 1 da RSL, etapa responsável pela realização das pesquisas nas bases de acordo com as strings de busca definidas. O estágio em andamento demonstra que a Etapa II (leitura do título e resumo) da RSL está em curso, dando seguimento as Etapas III e IV, permitindo levantar os problemas em aberto no universo KAOS/SysML. Após conclusão dessa fase, serão realizados ainda os processos de definição dos modelos/elementos de KAOS que serão mapeados para SysML, isso baseado nos resultados obtidos na RSL. Em seguida será realizado mapeamento propriamente dito de KAOS/SysML (técnicas

de mapeamentos, ferramentas e etc). Uma vez concluído o mapeamento, será realizado o processo de verificação do nível de corretude do referido mapeamento, utilizando para isso redes de Petri.

### 3 | ANDAMENTO DO TRABALHO E AS CONTRIBUIÇÕES

Nesta seção são apresentados o andamento do trabalho e a metodologia adotada para este trabalho assim como as etapas já realizadas até o momento. Também são descritas as possíveis contribuições advindas desta pesquisa.

#### 3.1 Revisão sistemática da literatura

Com o objetivo de identificar os problemas em aberto no que diz respeito ao uso de KAOS associado à SysML e Redes de Petri no desenvolvimento de Sistemas Embarcados, foi elaborado um protocolo de RSL, seguindo-se diretrizes consagradas na literatura (KITCHENHAM et. al., 2009). Nesse protocolo, procura-se responder a sete questões de pesquisa, sendo apresentadas três delas na Tabela 1. Foram definidas as palavras chaves (e seus sinônimos) e alinhadas em três *strings* de busca, dentre elas, a *string* 03, descrita na Tabela 2, não apresentando as demais por limitação de espaço.

#	Questão de Pesquisa
QP1	Existe algum mapeamento sintático e/ou semântico de KAOS para SysML?
QP2	Existe mapeamento dos elementos de SysML para Rede de Petri?
QP3	Quais os desafios/problemas identificados na literatura relacionadas à SysML em relação a verificação/validação em sistemas embarcados?

Tabela 1. Questões de Pesquisa

Fonte: (Autor, 2018)

<b>String 03</b>
("SysML " OR " Systems Modeling Language ") AND ("KAOS " OR " Keep All Objectives Satisfied " OR " Knowledge Acquisition in automated specification ) AND ("Petri net " OR " Petri Nets World" OR "Petri networks") AND ("embedded system" OR "embedded software" OR "real time system" OR "safety critical systems" OR "embedded product") AND ("Verification" OR " Validation " OR "Evaluation")

Tabela 2. *String* de busca

Fonte: (Autor, 2018)

Realizou-se buscas em 8 bases de dados, conforme Figura 2. Na Etapa 1

foram identificados 801 artigos primários cujos resultados podem ser vistos na Figura 2. Atualmente o trabalho encontra-se na Etapa II (leitura da introdução e resumo), em andamento. Após concluir a Etapa II, será dado prosseguimento a revisão, realizando-se as Etapas III (leitura da introdução e conclusão de cada estudo selecionado na etapa II) e IV (os trabalhos oriundos da etapa III serão lidos por completo e aplicado os critérios de qualidade).

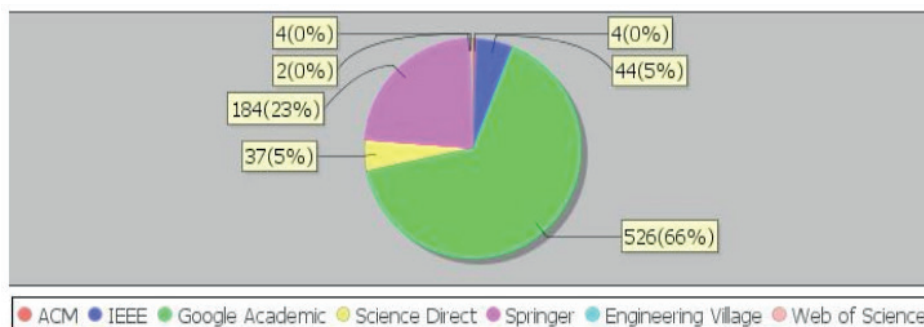


Figura 2. Artigos primários identificados na Etapa I (Autor, 2018)

### 3.2 Contribuições esperadas

A principal contribuição do trabalho serão as heurísticas de mapeamento automático dos elementos de KAOS para SysML, com isso enriquece-se a descrição textual (SysML) e com as razões, objetivos e responsabilidades (KAOS) dos requisitos na modelagem de Sistemas Embarcados. Pretende-se resolver a problemática da semântica entre as relações da SysML usando KAOS (AHMAD, 2015). Como em KAOS os NFRs são considerados apenas no nível arquitetural, SysML permitirá a avaliação de opções alternativas, risco e análise de conflitos com antecedência (AHMAD, 2015). Com SysML é possível verificar relações de rastreabilidade, o que não é tão explícita em KAOS (AHMAD, 2015; TUENO et. al., 2017). A verificação de corretude do mapeamento dos modelos de KAOS/SysML via rede de Petri poderá estender mapeamentos SysML/rede de Petri (TUENO et. al., 2017; CARNEIRO et. al., 2008) assim como propor novos mapeamentos SysML/rede de Petri.

## 4 | CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Até a fase atual da revisão sistemática, não foram encontrados trabalhos que mencionem o mapeamento de elementos de KAOS para diagramas da SysML. Foram identificados até o momento, alguns trabalhos relacionados que tratam de mapeamento de KAOS para outras linguagens, tais como método B (HASSAN et. al., 2010), BPMN (KOLIADIS and GHOSE, 2006; SOUZA and MOREIRA, 2018;



HORITA, 2014) e rede de Petri (MARTINEZ, 2017).

Como trabalhos futuros serão realizadas as etapas de: conclusão da RSL, definição dos modelos de KAOS e diagramas da SysML que serão mapeados e a verificação do mapeamento via rede de Petri. A análise via rede de Petri, será baseada em trabalhos como (SALMON, 2017; CARNEIRO et. al., 2008; ANDRADE et. al., 2009), onde serão reaplicados estes estudos de casos já validados de migração de diagramas de SysML/UML para rede de Petri , possibilitando a verificação da exatidão dos resultados advindo da modelagem com a proposta deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UFPE e UPE pela disponibilização dos recursos necessários à elaboração do trabalho, assim como por todo apoio prestado.

## REFERÊNCIAS

AHMAD, M.; BELLOIR, N.; & BRUEL, J. M. **Modeling and verification of functional and non-functional requirements of ambient self-adaptive systems.** Journal of Systems and Software, 107, 50-70, 2015.

ANDRADE, E.; MACIEL, P.; CALLOU, G.; & NOGUEIRA, B. **A methodology for mapping sysml activity diagram to time petri net for requirement validation of embedded real-time systems with energy constraints.** In Digital Society. ICDS'09. Third International Conference on (pp. 266-271). IEEE, 2009.

CARNEIRO, E.; MACIEL, P.; CALLOU, G.; TAVARES, E.; & NOGUEIRA, B. **Mapping sysml state machine diagram to time petri net for analysis and verification of embedded real-time systems with energy constraints.** In Advances in Electronics and Micro-electronics. ENICS'08. International Conference on (pp. 1-6). IEEE ,2008.

ENGELSMAN, W.; & WIERINGA, R. **Goal-oriented requirements engineering and enterprise architecture: Two case studies and some lessons learned.** In International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality (pp. 306-320). Springer, Berlin, Heidelberg, 2012.

FRIEDENTHAL, S.; MOORE, A.; STEINER, R. **A practical Guide to SysML.** Morgan Kaufmann OMG Press, 2008.

FRIEDENTHAL, S.; MOORE, A.; STEINER, R. **A practical guide to SysML: the systems modeling language.** Morgan Kaufmann, 2014.

HASSAN, R. et al. **“Formal analysis and design for engineering security automated derivation of formal software security specifications from goal-oriented security requirements.”** IET software 4.: 149-160, 2010.

HORITA, H. et al. **Transformation approach from KAOS goal models to BPMN models using refinement patterns.** In: Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing. ACM, p. 1023-1024, 2014.

KITCHENHAM, B.; BRERETON, O. P.; BUDGEN, D.; TURNER, M.;

- BAILEY, J. AND LINKMAN, S. “**Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review**” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 51, no. 1, pp. 7–15, 2009.
- KOLIADIS, G. and GHOSE, A. “**Relating business process models to goal-oriented requirements models in KAOS.**” Pacific Rim Knowledge Acquisition Workshop. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006.
- LAMSWEERDE, A. V.: **Goal-oriented requirements engineering: From system objectives to uml models to precise software specifications.** Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering, IEEE Computer Society, p. 744–745, 2003.
- M. BROU. “**Requirements Engineering for Embedded Systems**” *Work. Form. Des. Saf. Crit. Embed. Syst. FEmSys* 1997, pp. 1–11, 1997.
- MARTINEZ SILVA, J. **Modelagem e análise de conhecimento para planejamento automático: uma abordagem baseada em GORE e redes de Petri** (Doutorado, USP), 2017.
- PARVEEN, S.; IMAM, A. **Analysis of different techniques of gore (goal oriented requirement engineering).** *Global Sci-Tech, Al-falah School of Engineering and Technology*, v. 9, n. 1, p. 22–36, 2017.
- PEREIRA, T.; ALBUQUERQUE, D.; SOUSA, A.; ALENCAR, F. and CASTRO, J. “**Retrospective and trends in requirements engineering for embedded systems: A systematic literature review**” in Proceedings of the XX Iberoamerican Conference on Software Engineering, 2017.
- RIBEIRO, Q. A. D. D. S. **Uma técnica baseada em SysML para modelar a arquitetura de sistemas embarcados de tempo real**, Dissertação - UFS, 2017.
- SALMON, A. Z. O. **Modelagem e análise de requisitos de sistemas automatizados usando UML e Redes de Petri.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2017.
- SANTOS, C. O. **Aplicação do modelo i\* em um processo de análise de requisitos orientado a metas.** Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza – UNIMEP, 2006.
- SILVA, C. E. A. D. **Desenvolvimento de Biblioteca para Aplicações de PNRD e PNRD Invertida Embarcadas em Arduino**, Monografia - Universidade Federal de Uberlândia, 2017.
- SOUZA, E.; MOREIRA, A. **Deriving services from KAOS models.** In: Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on Applied Computing. ACM, p. 1308-1315, 2018.
- TUENO, S.; LALEAU, R.; MAMMAR, A.; & FRAPPIER, M. **The SysML/KAOS Domain Modeling Approach.** arXiv preprint arXiv:1710.00903, 2017.
- WATANABE, N. **Uma Proposta de Modelagem Orientada a Personas para o Modelo de Objetivo Orientado a Contexto**, Brasília: UnB, 2016.

## 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**