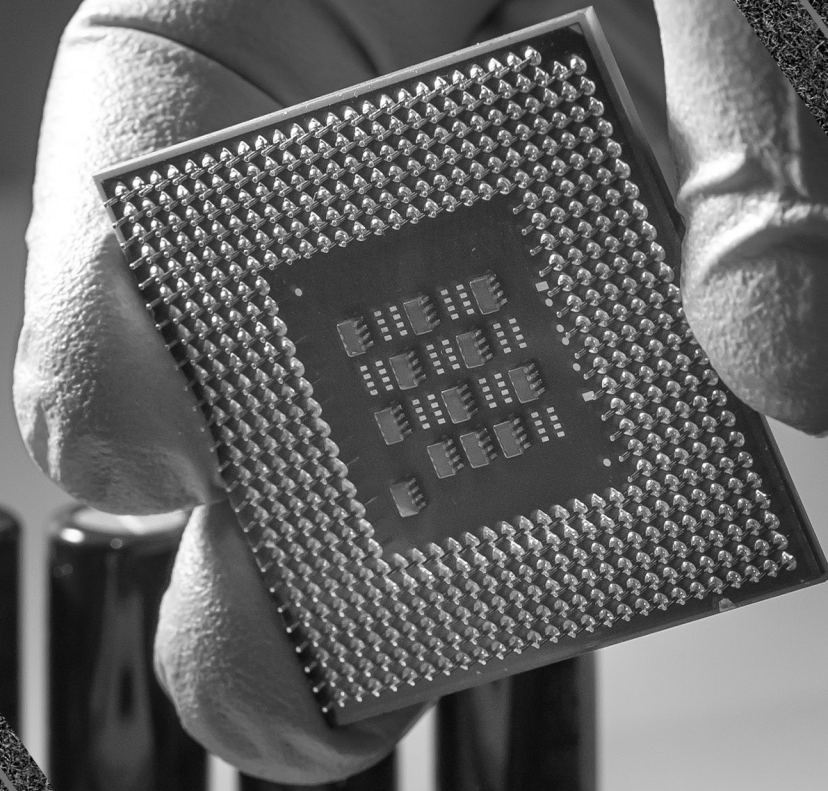


João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Marcelo Henrique Granza  
(Organizadores)

**Engenharia Elétrica  
e de Computação:  
Atividades Relacionadas com  
o Setor Científico e Tecnológico**

**Atena**  
Editora

Ano 2020



João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Marcelo Henrique Granza  
(Organizadores)

**Engenharia Elétrica  
e de Computação:  
Atividades Relacionadas com  
o Setor Científico e Tecnológico**

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:** Camila Alves de Cremo

**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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele 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

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

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  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
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  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> 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. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
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  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 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. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>Engenharia elétrica e de computação [recurso eletrônico] : atividades relacionadas com o setor científico e tecnológico 1 / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Marcelo Henrique Granza. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-167-1            DOI 10.22533/at.ed.671200207</p> <p>1. Ciência da computação – Pesquisa – Brasil. 2. Engenharia elétrica – Pesquisa – Brasil. I. Dallamuta, João. II. Holzmann, Henrique Ajuz. III. Granza, Marcelo Henrique.</p> <p style="text-align: right;">CDD 623.3</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

Não há padrões de desempenho em engenharia elétrica e da computação que sejam duradouros. Desde que Gordon E. Moore fez a sua clássica profecia tecnológica, em meados dos anos 60, a qual o número de transistores em um chip dobraria a cada 18 meses - padrão este válido até hoje – muita coisa mudou. Permanece porém a certeza de que não há tecnologia na neste campo do conhecimento que não possa ser substituída a qualquer momento por uma nova, oriunda de pesquisa científica nesta área.

Produzir conhecimento em engenharia elétrica e da computação é, portanto, atuar em fronteiras de padrões e técnicas de engenharia. Algo desafiador para pesquisadores e engenheiros.

Neste livro temos uma diversidade de temas nas áreas níveis de profundidade e abordagens de pesquisa, envolvendo aspectos técnicos e científicos. Aos autores e editores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Marcelo Henrique Granza

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
DESENVOLVIMENTO DE UMA INTERFACE PARA ESTUDO EM CONTROLE DE UM ROBÔ MÓVEL DE EQUILÍBRIO DINÂMICO	
Alex Sandro Garefa Guyllherme Emmanuel Tagliaferro de Queiroz Luis Antonio Bassora Flavio Eduardo Tapparo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
ROBÔ PARA INSTALAÇÃO DE SINALIZADORES AVIFAUNA	
Bruno Monteiro Costa Máiquel Bruno de Andrade Rezende Waldir Alves Diniz Ricardo de Souza Marcelo Clécio Paula da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
PROSPECTOS PARA A EVOLUÇÃO DA INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR EM CENTROS DE CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA	
Luiz Corrêa Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
PROJETO CANAÃ - IRRIGADOR AUTOMÁTICO PARA O AGRONEGÓCIO	
André Kroupa Eldon Moura Cláudio Matheus da Costa Comin Rogério Luis Spagnolo da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>54</b>
PAINEL DE BORDO - UMA INÉDITA PLATAFORMA COMPUTACIONAL EM UTILIZAÇÃO NO NOVO CENTRO DE OPERAÇÃO DA CEMIG-D	
Tiago Vilela Menezes Bruno Henrique da Silva Carlos Jose de Andrade Huliton Paz de Oliveira Marco Aurélio da Silva Fereda Odimar José Bezerra Lima Rafael Carneiro Motta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002075</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>69</b>
PARADIGMAS DAS TECNOLOGIAS 5G NA AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS VERTICAIS NA INDÚSTRIA 4.0	
Daniel Rodrigues Ferraz Izario João Luiz Brancalhona Filho Yuzo Iano Karine Mendes Siqueira Rodrigues Ferraz Izario	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002076</b>	



<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>81</b>
DATA REGENERATION 2R IN OPTICAL COMMUNICATION NETWORK BASED ON MACH-ZEHNDER INTERFEROMETER WITH ACOUSTIC-OPTICAL FILTER AND HIGHLY NON-LINEAR PHOTONIC CRYSTAL FIBER	
<a href="#">Fabio Barros de Sousa</a> <a href="#">Fiterlinge Martins de Sousa</a> <a href="#">Jorge Everaldo de Oliveira</a> <a href="#">Elizabeth Rego Sabino</a> <a href="#">Marcos Benedito Caldas Costa</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002077</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>95</b>
PROJETO DE UMA ANTENA PATCH PLANAR UTILIZANDO A SUPER FÓRMULA DE GIELIS	
<a href="#">Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira</a> <a href="#">Pedro Carlos de Assis Júnior</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002078</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>108</b>
UMA CONTRIBUIÇÃO NA AVALIAÇÃO DE MODELOS DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE PARA OS SERVIÇOS DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS COM EQUAÇÕES ESTRUTURAIS	
<a href="#">Gutembergue Soares da Silva</a> <a href="#">André Pedro Fernandes Neto</a> <a href="#">Fred Sizenando Rossiter Pinheiro</a> <a href="#">Antonio Salvio de Abreu</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002079</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>130</b>
ATAQUES E DESCOBERTA DE VULNERABILIDADES EM REDES CORPORATIVAS	
<a href="#">Roger Robson dos Santos</a> <a href="#">Jackson Mallmann</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020710</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>139</b>
MODELO MATEMÁTICO PARA CONSOLIDAÇÃO DE MÁQUINAS VIRTUAIS	
<a href="#">Alexandre Henrique Teixeira Dias</a> <a href="#">Luiz Henrique Andrade Correia</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020711</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>151</b>
CAPTURE THE FLAG: MÉTODO DE APRENDIZADO PARA A DISCIPLINA DE FORENSE COMPUTACIONAL EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA	
<a href="#">Carlos Eduardo de Barros Santos Júnior</a> <a href="#">Ana Clara Nobre Mendes</a> <a href="#">Jhonattan Carlos Barbosa Cabral</a> <a href="#">Juliana Barbosa dos Santos</a> <a href="#">Erick de Oliveira Silva</a> <a href="#">Pedro Henrique Rodrigues Emerick</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020712</b>	
<b>CAPÍTULO 13 .....</b>	<b>157</b>
A METODOLOGIA EPRI PARA AVALIAÇÃO DE RISCOS CIBERNÉTICOS NAS INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS E SUA RELAÇÃO COM A NORMA IEC 62443-2-1	
<a href="#">Luiz Augusto Kawafune Campelo</a>	

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>170</b>
ANÁLISE DA PERFORMANCE DO MRE E SEUS IMPACTOS COMERCIAIS – PROPOSTA DE REVISÃO DA REGULAÇÃO	
João Carlos Mello Leonardo Calabro Vinicius Ragazi David Daniela Souza Luiz Laércio Simões Machado Junior Renato Mendes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020714</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>190</b>
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA INCLUSÃO EDUCACIONAL DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA MOTORA	
Felipe Massayuki Quiotoqui Italo Rodrigues da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020715</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>200</b>
SISTEMAS IMUNOLÓGICOS ARTIFICIAIS APLICADOS AO DIAGNÓSTICO DE CÂNCER DE MAMA	
Gustavo da Silva Maciel Wagner Kenhiti Nakamura Júnior Luiz Francisco Granville Gonçalves Leonardo Plaster Silva Simone Silva Frutuoso de Souza Fábio Roberto Chavarette Fernando Parra dos Anjos Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020716</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>213</b>
AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS NÃO INVASIVAS DE MEDIÇÃO DE GLICOSE EM HUMANOS	
Leanderson André Pedro Bertemes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020717</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>224</b>
ENTENDIMENTO DOS CONTROLES E POSSÍVEIS CONFLITOS DE PRIVACIDADE NAS REDES SOCIAIS ONLINE	
Talita de Souza Costa Marbilia Possagnolo Sérgio Regina Marin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020718</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>236</b>
MODELAGEM DE PROBLEMA ELETROSTÁTICO UTILIZANDO ELEMENTOS FINITOS	
Julia Grasiela Busarello Wolff Pedro Bertemes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020719</b>	

<b>CAPÍTULO 20 .....</b>	<b>252</b>
SISTEMA DE MONITORAÇÃO DE CULTURA CELULAR <i>IN VITRO</i> VIA BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA: REGRAS DE PROJETO	
Kaue Felipe Morcelles	
Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.67120020720	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>265</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>266</b>

## PROSPECTOS PARA A EVOLUÇÃO DA INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR EM CENTROS DE CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA

Data de aceite: 01/06/2020

**Luiz Corrêa Lima**

Nemer Consultoria; Rio de Janeiro, RJ  
<http://lattes.cnpq.br/4904248907800865>

**RESUMO:** Na evolução dos sistemas para centros de controle um desafio constante tem sido o de aperfeiçoamento da capacidade humana com respeito à monitoração e análise de eventos e fenômenos. Propostas recentes têm focado na visualização de eventos multivariados através de gráficos com perspectiva geométrica e gráficos de contorno. Procuramos neste trabalho identificar limitações de visualizações 3D e propomos a utilização conjunta destas com projeções ortogonais 2D, para maior eficácia. Identificamos possibilidades de uso do fator tempo e de técnicas matemáticas para observação sintética da evolução de grande número de grandezas. Sugerimos uma reorganização do espaço de trabalho das consoles de operação segundo uma visão alternativa à provida pelos desktops atuais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Interação Humano-Computador, Interfaces Gráficas, Centros de Controle

### PROSPECTS FOR THE EVOLUTION OF THE HUMAN-COMPUTER INTERFACE IN POWER SYSTEM CONTROL CENTERS

**ABSTRACT:** In the evolution of computer systems for control center application, a continuous challenge has been to improve the human capacity regarding monitoring and analyzing events and phenomena. Recent proposals have focused on the visualization of multivariate events through geometric perspective and contour graphics. We seek to identify limitations of 3D visualizations together with a proposal for the joint use of 3D with 2D orthogonal projections, for greater efficiency. We identify possibilities for using time as a factor and mathematical techniques for the synthetic observation of the evolution of a large number of quantities. We suggest a reorganization of operator consoles workspace according to a vision alternate to the one provided by current desktops.

**KEYWORDS:** Human-Computer Interaction, Graphical User Interfaces, Control Centers

### 1 | INTRODUÇÃO

A complexidade da operação de sistemas de energia elétrica tem mostrado um aumento

contínuo ao longo das últimas décadas. Além da complexidade inerente dos fenômenos físicos envolvidos, os conjuntos de dados medidos ou calculados como parte do processo de monitoração e controle têm mostrado crescimento rápido do volume, complexidade e dinâmica, ligados principalmente a novas áreas de aplicação como fontes de energia renováveis (eólicas e fotovoltaicas), intercâmbio de energia entre amplas áreas geográficas e necessidade de consideração de aspectos econômicos na atividade de despacho. Um desafio central é conceber como detectar informações importantes para uma determinada situação e como comunicá-las aos seres humanos de forma adequada para análise e decisão de modo a se garantir um nível consistente de “Consciência Situacional”. Muitas vezes para se contornar a enorme quantidade e variabilidade das informações disponibilizadas utiliza-se um nível de agregação da informação tal que pode levar à observação apenas de fenômenos globais, em detrimento de eventos locais, os quais podem dar origem a grandes distúrbios se não observados e controlados a tempo.

Os sistemas SCADA tradicionais proveem amostragens estáticas de regime permanente das grandezas elétricas do sistema e outra correlatas. Essas amostras têm períodos de varredura típicos de alguns segundos não sendo em geral sincronizadas no tempo, formando fotografias do sistema elétrico potencialmente inconsistentes como no caso de medições analógicas e indicações de topologia. Este problema pode, de certa forma, ser tratado por ferramentas analíticas especializadas já bem conhecidas. A disponibilização de fotografias dos dados que se sobrepõe em sequência na base de dados de um sistema Scada faz com que os recursos tradicionais de Interação HumanoComputador (IHC) sejam desenhados de maneira a utilizar diagramas, gráficos e tabelas com valores que representam somente o estado mais recente do sistema elétrico operado. Para entender a evolução de uma situação operativa de maneira consistente, o operador tem muitas que acompanhar várias leituras seguidas durante um intervalo de tempo significativo.

As grandezas coletadas e calculadas podem ser historiadas em grandes bases de dados próprias para isto. Seu uso mais comum, no entanto, tem sido para a geração de relatórios off-line, ou por aplicativos desenvolvidos de maneira “ad hoc”, de maneira não integrada com a IHC.

Visando a um melhor tratamento do quadro acima, neste trabalho propomos uma forma de exploração do fator tempo nas visualizações e interações providas pela IHC para a melhor utilização da informação disponibilizada pelo Scada e pelas aplicações analíticas.

A par com as fotografias, grandezas selecionadas do Scada podem usualmente ser apresentadas sob a forma de curvas de tendência, mostrando os valores recentes armazenados para estas grandezas. Os recursos utilizados historicamente para este tipo de representação apresentam a informação de maneira bastante detalhada, muitas vezes

com todas as nuances de variação no tempo. Este nível de detalhamento pode dificultar a identificação imediata e precisa pelo operador da tendência de evolução de grande número de grandezas elétricas o que se traduz na prática na redução na quantidade de variáveis que podem ser observadas na prática. Sob este aspecto, neste trabalho propõe-se outro aproveitamento do fator tempo com o desenvolvimento do conceito de “Tendência Sintética” para reduzir a carga cognitiva sobre os operadores por meio de indicações mais resumidas, e ao mesmo tempo melhor interpretáveis da tendência de evolução de grandezas. A rapidez e qualidade da indicação, obtidas pelo uso de tal recurso, permitiriam cobrir um espectro maior de grandezas observadas por parte do operador.

Outra característica das informações trazidas pelo Scada é de serem independentes umas das outras sem verificação inerente de sua coerência ou consistência mútua. A IHC tradicional apresenta os valores desta forma. Atualmente, no entanto, tem sido crescente o interesse pela a disponibilização de recursos de IHC para apresentação conjunta de várias variáveis. Em particular tem havido uma demanda, ainda mal definida, por gráficos tridimensionais (3D). A utilização de gráficos 3D, no entanto, não pode ser entendida como uma parafernália que resolve este problema de apresentações multivariáveis, como tem destacado a literatura. Neste trabalho apresentamos uma análise dos aspectos positivos e das deficiências de gráficos 3D e propomos uma forma de disponibilização e utilização que permite aproveitar melhor o uso desse tipo de gráfico.

Um aspecto da IHC que tem recebido tratamento insuficiente nos sistemas Scada atuais refere-se à configuração do espaço útil dos vídeos das consoles de operação. De consoles segregadas para utilização do sistema de tempo real, nas últimas décadas as consoles passaram a aglutinar uma quantidade enorme de recursos e ferramentas de escritório, sistemas corporativos, sistemas externos de informação, o próprio sistema de tempo-real e ainda ferramentas de produtividade e recursos de comunicação. Esta parafernália de recursos provoca usualmente uma carga cognitiva significativa sobre os operadores, associada à maneira usual como são organizados os desktops comerciais como orientação a ferramentas e documentos. Neste trabalho levanta-se a oportunidade de se buscarem novas formas de organização desses desktops, como foco na atividade executada correntemente pelo operador, de maneira a tornar mais rápida a preparação e mais eficiente o uso dos recursos importantes para o momento.

## 2 | FATOR TEMPO NA VISUALIZAÇÃO

Com exploração do fator tempo na Interação Humano-Computador, principalmente a partir de disponibilização e visualização de valores históricos recentes de maneira generalizada, a sequência de fotos do SCADA pode ser utilizada para observação de fenômenos dinâmicos de períodos médios de evolução (da ordem de dezenas de segundos). A consideração do fator tempo, como variável independente ou controlada, no

ambiente de operação pode se dar sob diferentes pontos de vista.

Em um primeiro ponto de vista consideram-se as possíveis formas de utilização:

- Como variável de processo, associada a valores adquiridos e historiados;
- Como variável de processo, associada a valores e eventos programados ou previstos;
- Como variável independente para registro e visualização de tendência histórica ou recente de valores individuais;
- Como recurso de interação para visualizações complexas multidimensionais;

Neste trabalho estamos interessados particularmente nas 2 últimas formas, pelo fato de o tempo poder ser manipulado visando uma melhor qualidade da visualização ou uma maior capacidade de extrair informação desta por meio da interação. No nosso ponto de vista o tempo pode ser explorado na visualização de valores históricos ou de tendências de duas maneiras principais:

Primeiramente, como variável independente, permitindo que o usuário comande a visualização da evolução de fenômenos, pela definição de intervalos de observação de interesse, aceleração e desaceleração do tempo de replay, escolha de períodos de amostragem (decimação) diferentes dos obtidos originalmente e ainda que aplique métodos de cálculo (como soma, média, mediana, mínimo, máximo, desvio mínimo, interpolação e extrapolação) sobre a série de dados original.

Em segundo lugar, como recurso de interação, principalmente em análise exploratória de dados multivariados mesmo que não haja necessariamente um eixo do tempo na visualização. Neste caso, o tempo pode ser considerado subjetivo, ou implícito, por se tornar intrínseco à sequência de interação do usuário com o gráfico multidimensional. Exemplo deste caso seria uma análise exploratória de um gráfico de 3 variáveis onde o usuário varia seguidamente apenas uma das dimensões por vez para observar a evolução da correlação entre as outras 2 dimensões para diferentes valores da dimensão sendo variada.

Outro ponto de vista para a utilização do tempo refere-se ao tipo de atividade sendo exercida no momento pelo usuário do sistema de informação da operação.

Para atividades de monitoração, em geral, pode-se considerar que não há oportunidade para exploração de alternativas, de maneira que a IHC deveria prover maior automatismo na consideração do tempo, por exemplo, por meio de animações, apresentações repetitivas e ainda a compactação do comportamento de certas variáveis para remover detalhamento excessivo. Ai se utilizar o tempo neste modo as apresentações tendem a se tornar talvez mais qualitativas que quantitativas.

Atividades de análise, por outro lado, permitem um período tempo maior para a exploração da informação, mesmo que limitado, de maneira que a variável tempo pode ser explorada de maneira mais detalhada e sob total controle do usuário. A observação

tende a ser quantitativa com alto grau de detalhe.

Observam-se então diferentes necessidades de interação para esses dois tipos de atividade.

A cada um desses pontos de vista podem estar associadas diferentes maneiras de manipulação da variável tempo na visualização para monitoração e análise:

- Uso direto, como variável, que é a visualização típica dos gráficos de tendência atuais;
- Uso indireto, como recurso de interação, conforme descrito acima na análise exploratória de dados multivariados;
- Uso como animação acelerada repetitiva, para destaque de fenômenos muito importantes (este ponto não será coberto no presente trabalho);
- Uso para Representação de Tendência Sintética, forma que será detalhada no item a seguir.

### 3 | REPRESENTAÇÃO SINTÉTICA DE TENDÊNCIA

Uma representação sintética ideal, para fins de redução da carga cognitiva sobre o operador poderia idealmente fazer uso de um número finito e bem definido de gráficos básicos, identificando um conjunto de padrões de evolução facilmente reconhecíveis pelo usuário como normais, problemáticos ou merecedores de atenção.

Como exemplo, alguns padrões de evolução utilizando representações sintéticas são apresentados na FIGURA 1:

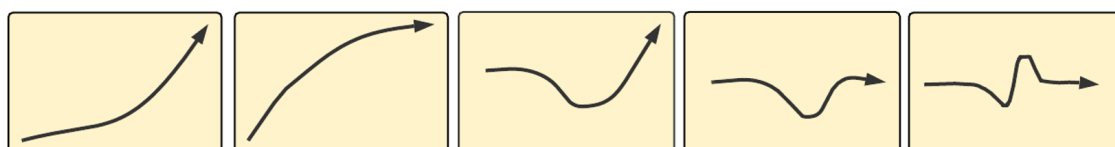


FIGURA 1 – Alguns exemplos de padrões de evolução em representações sintéticas

Na prática, no entanto, não se pode ainda ter segurança de que esta redução a um conjunto muito restrito de representações possa englobar de maneira segura e eficaz todos os padrões importantes de comportamento de grandezas elétricas, o que dá margem a pesquisas e experimentações a esse respeito.

Como alternativa de aplicação mais imediata, propõe-se o uso de representações que permitam remover o detalhe excessivo, mostrando apenas o aspecto geral da evolução recente, em termos qualitativos.

Uma possibilidade de se chegar a este resultado seria fazer uso do conceito de Ajuste de Curvas (“Curve Fitting”) como método de representação. “Curve Fitting” corresponde a um conjunto de métodos matemáticos que objetivam encontrar uma curva que se ajuste



de uma certa maneira a uma série de pontos fornecidos. O ajuste obtido pode depender do atendimento a uma série de parâmetros a serem definidos.

Um exemplo do aspecto final do que se quer representar é mostrado na FIGURA 2. Neste é apresentado um diagrama unifilar de uma subestação e sobre este, pequenos gráficos de tendência sintética representando grandezas elétricas de processo associados a equipamentos elétricos.

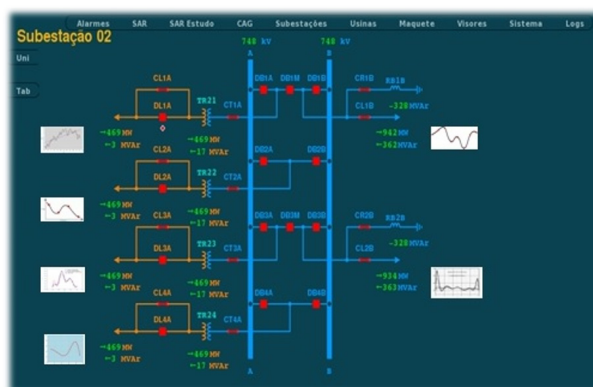


FIGURA 2 – Exemplo de apresentação prática de Tendência Sintética para uma Subestação

O Ajuste de curvas pode envolver Interpolação, onde é feito um ajuste exato aos dados, ou Suavização (“smoothing”) na qual é construída uma função mais “suave” que a obtida por interpolação e que se ajusta aos dados de maneira aproximada. Como exemplo pode-se observar na FIGURA 3 algumas possibilidades de “curve fitting”, onde por meio de diferentes parametrizações do método de ajuste, obtêm-se resultados diversos, onde o primeiro deles pode ser considerado exagerado (“over-fitting”), o segundo não representativo (“under-fitting”) e o terceiro um resultado adequado para uma certa capacidade de observação.

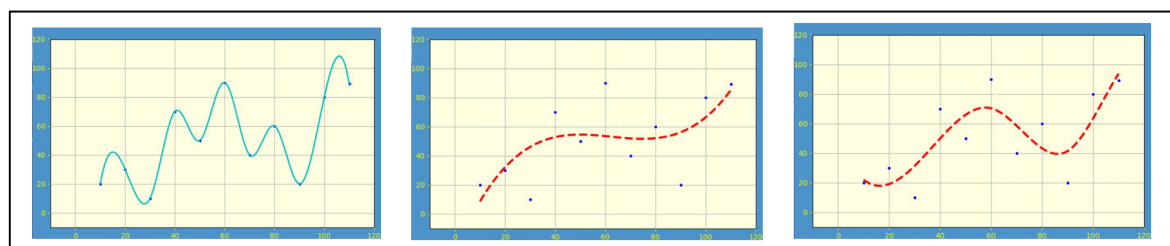


FIGURA 3 – Resultados variados de diferentes parâmetros de “fitting”

Na prática para se trabalhar com “curve fitting”, dentre vários métodos matemáticos possíveis, utiliza-se o conceito de Curva Spline. Uma spline é uma função polinomial definida por partes. Em problemas de interpolação, as curvas spline são preferidas à interpolação polinomial devido à simplicidade de sua construção, facilidade e precisão de avaliação e sua capacidade de aproximar formas complexas por meio de ajuste de

curvas A FIGURA 4 apresenta um exemplo de “curve fitting” com a utilização de splines, onde podem observar os pontos originais de dados, a curva ajustada exatamente nesses pontos e a curva suavizada, obtida por meio de uma spline parametrizada de acordo com o interesse de uso. Pode-se observar que a suavização pode ser utilizada para reduzir a quantidade de informação em uma curva, mantendo a representatividade da tendência de variação.

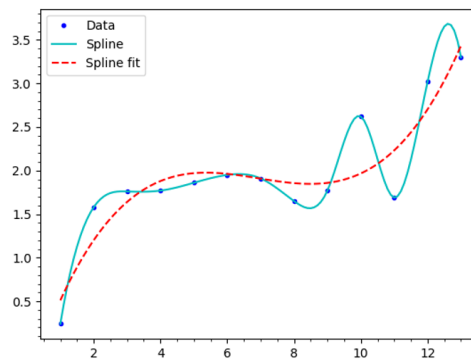


FIGURA 4 – Exemplo de uso de “spline”

O uso prático de splines requer experimentação, principalmente quanto à definição dos parâmetros que definem o grau de suavização pretendido. Estes dependem basicamente da natureza da grandeza representada e do uso final da aplicação, tendo em vista diferentes comportamentos esperados e interesses de observação. Isto demanda experimentação detalhada com diversos tipos de informação e perfis de uso. Um tratamento especial dos pontos extremos do gráfico (uso de múltiplos pontos terminais, ou “end points”) pode ser necessário principalmente quando se deseja uma representação qualitativa mais real das curvaturas dos trechos terminais da curva, principalmente para evitar falsas interpretações de tendência próxima futura.

O recurso de animação combinado com as tendências sintéticas tem um potencial de uso interessante, principalmente para dar um destaque maior a comportamentos anômalos de evolução das grandezas a nível local. Sua parametrização (tempo de desenho, método de dinamização, etc.) deve ser objeto de um estudo mais aprofundado tendo em vista se observar em que condições se este recurso pode ser de real benefício sem provocar um deslocamento indevido da atenção sobre os fenômenos globais.

#### 4 | VISUALIZAÇÃO MULTIVARIÁVEL

A necessidade de observação de fenômenos em ambientes de centros de controle tem feito surgir requisitos de observação de várias variáveis não mais de maneira individual, mas de sua evolução conjunta, de sua correlação.

Esta atividade hoje é tarefa dos operadores, mas torna-se impraticável quando

umenta a quantidade de correlações a serem observadas.

O tratamento de correlações pode ser implementado de várias maneiras, como por exemplo:

- Por simples observação gráfica
- Manipulação gráfica (atividade exploratória)
- Análise por algoritmos e software específico (correlação estatística, séries temporais, aprendizado de máquina, etc)

Neste trabalho estamos interessados mais especificamente nas manipulações gráficas sobre visualizações multivariadas (3D). Apresentamos a seguir algumas considerações sobre o uso deste tipo de gráfico e de sua modelagem visando o seu melhor aproveitamento e o desenvolvimento de ferramentas próprias.

#### 4.1 Visualização 3D

A literatura tem apresentado propostas de novas formas de visualização para sistemas de potência (PSERC, 2008), como diagramas em perspectiva, animação de valores, etc. Dentre essas formas destacam-se superfícies em gráficos 3D, mas com deficiências para uso prático.

Do ponto de vista deste relatório, a evolução desses recursos na direção apoio na capacidade analítica e decisão do usuário final requer uma compreensão adequada das perspectivas e limitação dos gráficos 3D quando comparados ao 2D e consideração apropriada da dimensão de tempo nos ambientes do centro de controle. Esses pontos são apresentados a seguir.

Neste capítulo, uma análise comparativa é feita entre as formas 2D e 3D de visualização, observando os pontos fortes e fracos de cada uma dessas formas. Em seguida, é feita uma proposta para o uso simultâneo e síncrono de visualizações 2D e gráficos 3D, para explorar as melhores capacidades de cada um, em relação a um mesmo fenômeno ou evento que está sendo observado.

As renderizações em 3D foram descritas como a mais recente evolução em tecnologia gráfica e podem criar um ambiente mais realista em termos de atividades de simulação, como se sabe no que diz respeito a simuladores de voo. No entanto, há uma tendência de se considerar o uso de imagens 3D mais para fins estéticos ou de “marketing” (STEWART et al, 2009).

Em alguns casos, um gráfico 3D contém informações sobre três variáveis diferentes, tornando necessária a adição de informações de profundidade para transmitir o significado pretendido. No entanto, em muitos casos, a adição de uma terceira dimensão é puramente estética e não transmite informações significativas sobre as variáveis (ZACKS et al, 1998). Alguns autores identificaram casos em que a renderização 3D pode mesmo afetar negativamente a compreensão de um gráfico (RUSSELL & BIELEWICZ, 2005). Em outros estudos reportados verificou-se que a adição de perspectivas 3D aos gráficos que

representam duas variáveis pode afetar negativamente a precisão e o tempo de reação (BARFIELD et al, 1989).

Em uma pesquisa de campo, Stewart (STEWART et al, 2009) relatou que, quando perguntados sobre suas preferências de gráfico de barras, 95% dos participantes relataram que os gráficos 2D eram mais fáceis de ler. Apesar disso, 71% relataram que o gráfico 3D tinha melhor aparência e 62% que esse gráfico provavelmente seria exibido em um periódico científico.

Os estudos de Barfield (BARFIELD et al, 1989) se concentraram nas diferenças de desempenho entre usuários novatos e experientes. Os participantes novatos produziram respostas mais precisas usando apresentações de gráficos em 2D, enquanto os experientes produziram respostas mais precisas quando fornecidos com gráficos 3D. Além disso, gerentes experientes e novatos ficaram mais confiantes em suas respostas quando forneceram gráficos 2D como auxiliares de decisão.

As visualizações 3D são ambíguas ao longo da linha de visão, assim como as vistas 2D são ambíguas na dimensão ausente. O escorço em vistas com perspectiva 3D também cria distorções de distância e ângulo que dificultam observações numéricas precisas (St. JOHN et al, 2000). Portanto, nenhum desses dois tipos de visualização é melhor sempre. No entanto, acredita-se que as vantagens e limitações são realmente complementares. No final das contas, conclui-se que 3D é melhor para mostrar a forma e 2D é melhor para mostrar a medida.

Outro aspecto problemático da representação 3D é o potencial de interpretação errônea da orientação da curva quando apenas gráficos estáticos estão disponíveis. Se a ferramenta permitir, no entanto, a rotação do gráfico, o problema de interpretação incorreta poderá ser resolvido pela interação adequada do usuário. De qualquer forma, a possibilidade de algumas informações serem mal interpretadas em um ambiente crítico de segurança, como um centro de controle de sistemas de energia, é algo que não é admissível para ser resolvido em tempo real. Deve ser evitado pelo design adequado.

## 4.2 Espaço e Tempo

Quando consideramos a importância de apresentar dados em mais de duas dimensões, devemos reconhecer o tempo como uma dimensão excepcional que merece tratamento específico. O primeiro ponto de vista ao analisar o tempo nas visualizações é considerar as possibilidades de usar o tempo junto com o espaço. Dix (DIX, 1996) resume 3 usos específicos de tempo na visualização:

- Tempo representando o próprio tempo - como quando vemos a animação de um objeto em movimento. O tempo pode ser manipulado aqui para acelerar a visualização quando comparado ao tempo real, especialmente com fenômenos muito lentos ou para localizar padrões em uma observação.
- Tempo representando mudança em algum parâmetro - permitindo a visualização

de uma dimensão extra. Este é o caso de sucessivas imagens 2D de diferentes seções transversais de um sólido.

- Tempo mapeado na interação - onde há um tempo subjetivo do usuário associado à manipulação de diferentes parâmetros de uma visualização.

O segundo ponto de vista diz respeito às possibilidades de interagir com uma visualização, categorizando as operações básicas no tempo e no espaço. Uma variedade de técnicas individuais tem sido apresentada na literatura para a visualizar dados espaço-temporais, de uma maneira que dificulta que desenvolvedores e usuários selecionem métodos ou ferramentas úteis para seus problemas e domínios específicos.

Bach et al (BACH et al, 2014) apresentaram uma revisão de técnicas de visualização de dados espaço-temporais, descrevendo-as como operações de conjunto realizadas em um cubo conceitual de espaço-tempo. Eles apresentam uma visão sistemática da modelagem da visualização 3D combinando os conceitos de espaço e tempo. Basicamente, o cubo espaço-temporal conceitual possui três eixos: um eixo de tempo e dois eixos ortogonais chamados de eixos de dados. Os eixos de dados formam um plano chamado plano de dados.

Bach et al também introduziram uma taxonomia de operações elementares realizadas com o cubo espaço-temporal como suporte. Essa taxonomia é usada para visualizar e explorar modos pelos quais uma representação tridimensional possa ser combinada com visualizações bidimensionais associadas.

Além disso, os autores apresentam algumas ilustrações de como as operações podem ser usadas para descrever um conjunto de técnicas comuns de visualização estática de dados com base no tempo. As operações comuns são (uma descrição mais completa pode ser encontrada no artigo de Bach (BACH et al, 2014)):

- Corte de tempo - extrair um instantâneo temporal específico do cubo e apresentá-lo em combinação com outras operações, animações ou interações.
- Achatamento de tempo - reduzir o cubo ao longo de seu eixo de tempo mesclando todas as fatias de tempo em uma única imagem 2D. A FIGURA 5 apresenta um exemplo deste tipo de operação.
- Justaposição do Tempo - extrair várias fatias de tempo organizando-as lado a lado, em uma grade.
- Corte de espaço - extrair um corte plano em uma direção ortogonal a um plano de dados.
- Achatamento de Espaço - aplainar o cubo ao longo de uma direção perpendicular a um plano de dados.
- Amostragem - extrair cortes de espaço do cubo, girando essas amostras até que elas fiquem de frente para o observador.

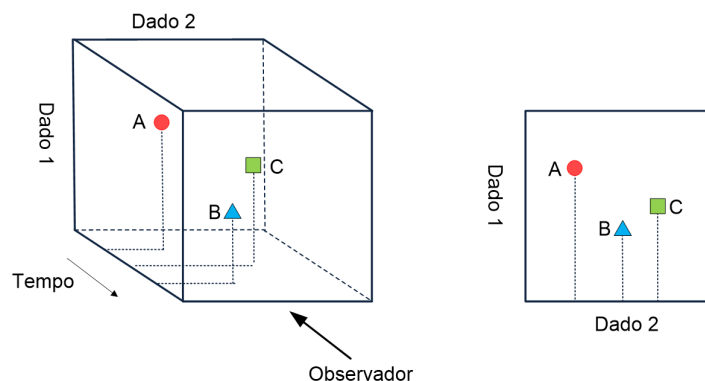


FIGURA 5 - Exemplo de Operação de Achatamento de Tempo com uso do Cubo Espaço-Tempo

Na nossa percepção este framework pode ser usado como base para entendimento e comunicação de ideias entre desenvolvedores, pesquisadores e usuários finais, no que diz respeito às possibilidades de utilização do fator tempo nas visões e interações gráficas. O cubo espaço-tempo constitui uma ferramenta poderosa para análise exploratória de situações operacionais, com particular potencial para uso em visualizações simultâneas sincronizadas de gráficos 3D e suas projeções ortogonais 2D.

Para exemplificar a proposta, a Figura 6 apresenta uma visualização de uma superfície em um gráfico 3D, com as respectivas projeções nos 3 planos. Para uso prático, no entanto estas 3 projeções nos planos seriam colocadas na forma ortogonal para o usuário, de maneira que possa interagir e observar valores quantitativos

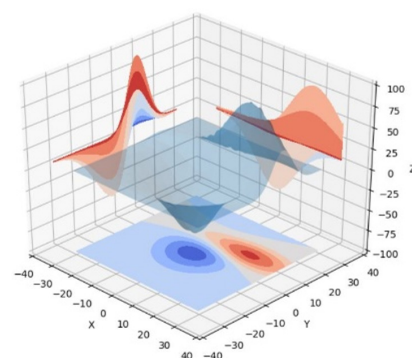


FIGURA 6 - Exemplo de Superfície 3D com respectivas projeções 2D

## 5 | ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO DE TRABALHO (desktops)

Em função da quantidade e variedade de informação disponível na sala de controle para monitoração e tomada de decisão, o operador tem que organizar os seu trabalho ao iniciar cada nova atividade a ser desempenhada ou problema a ser resolvido ao longo do turno, dentre uma parafernália de ferramentas, de fontes de dados, de diferentes sistemas computacionais. Nos desktops atuais diferentes ferramentas, fontes de dados

e documentos são disponibilizados e coexistem nas consoles, mesmo que sem relacionamentos com outros. Ao iniciar uma nova atividade há necessidade de identificar dentro deste conjunto as ferramentas adequadas e localizar os arquivos e documentos pertinentes para o momento, o que acarreta ao usuário uma carga cognitiva de preparação, retardando o esforço e o foco do usuário na atividade de interesse.

A preparação e a execução de uma atividade específica durante o turno requerem, segundo Ravasio (RAVASIO et al, 2004), um conjunto de tarefas subjacentes básicas durante a organização de informações pessoais podem ser divididas em atos de manipulação, categorização, arquivamento e recuperação de informações. Ainda segundo estes autores a metáfora de “desktop” como área de trabalho, que se tornou padrão de fato das interfaces de usuário, nos trouxe problemas novos a serem tratados.

Uma abordagem para se tentar reduzir esta sobrecarga de preparação de ambiente contempla uma nova maneira de se organizarem os recursos disponíveis nos desktops das consoles de operação. O conceito chave é buscar-se um “Desktop Orientado a Atividade”, que poderia ser caracterizado pelos seguintes aspectos:

- O usuário é responsável por declarar o tipo de atividade em que vai se concentrar a partir de um certo momento;
- O Sistema limpa o desktop atual (ícones de ferramentas, links para documentos, aceleradores, barras de tarefas) em determinados vídeos;
- O Sistema disponibiliza somente as ferramentas e aplicativos significativos para a atividade corrente já configurados de maneira específica;
- Sistema organiza ícones no desktop em hierarquias que implementam um fluxo de trabalho e indica os passos deste fluxo;
- Os Documentos aplicáveis são disponibilizados diretamente (por exemplo Instruções de Operação) e algumas janelas de documentos já abertas e posicionadas de acordo;
- Os documentos correlacionados são apresentados de forma agregada com suas eventuais revisões e ajustes (caso típico de Instruções de Operação);
- No caso de recuperação de documentos, suas referências devem utilizar indicadores claros do conteúdo do documento, evitando o recurso a uma nomenclatura (usualmente) padronizada para os nomes de arquivos ou documentos e ainda à navegação em hierarquias de diretórios;
- O Sistema disponibiliza consultas (“queries”) pré-programadas ou implementa restrições implícitas nas futuras consultas para prover um maior foco na atividade corrente na produção de resultados das pesquisas;
- O Sistema segue disponibilizando janelas, ferramentas e documentos de acordo com a evolução do fluxo de trabalho previsto.

Um Desktop Orientado a Atividade poderia coexistir com desktops tradicionais (em monitores diferentes) para permitir ao operador o foco em uma atividade, enquanto acompanha outras visualizações em paralelo.

## 6 | CONCLUSÃO

Este estudo identificou algumas oportunidades para o uso de representações gráficas juntamente com facilidades de interação como promotores de capacidade de análise e decisão de usuários finais no domínio dos Centros de Controle. Identificamos características básicas, vantagens e deficiências de algumas propostas de visualização, juntamente com estruturas conceituais para fundamentar o desenvolvimento de novas ferramentas. Analisamos diferentes possibilidades de usar o tempo como recurso nas visões e interações. Observamos possibilidades desse uso direta e indiretamente em atividades tanto de monitoração como de análise exploratória, em particular com o emprego de visualizações 2D e 3D simultâneas e sincronizadas. Propomos nova forma de representação gráfica com aparente potencial de aplicação, relacionada à representação de tendência sintética baseada em ajuste de curvas e uso de curvas “spline”. Esperamos que o conjunto de conhecimentos apresentados neste trabalho possa contribuir para a evolução dos métodos e ferramentas de visualização no domínio dos Centro de Controle e áreas afins, contribuindo para melhorar o nível de Consciência Situacional na Operação de Sistemas de Potência.

## REFERÊNCIAS

BACH, B., DRAGICEVIC, P., ARCHAMBAULT, D., HURTER, C., CARPENDALE, S., “**A Review of Temporal Data Visualizations Based on Space-Time Cube Operations**”, Eurographics Conference on Visualization (EuroVis), STAR – State of The Art Report, 2014.

BARFIELD, W., ROBLESS, R., “**The effects of two- or three-dimensional graphics on the problem-solving performance of experienced and novice decision makers**”, in Behaviour & Information Technology, Volume 8, Issue 5, pages 369-385, 1989

DIX, A., “**Time, space and interaction**”, Proc. of FADIVA 3, 1996, Gubbio, Italy, University of Rome, pp 99-103, disponível em <http://www.comp.lancs.ac.uk/computing/users/dixa/papers/FADIVA/>

PSERC - POWER SYSTEMS ENGINEERING RESEARCH CENTER, “**Effective Power System Control Center Visualization – Final Project Report**”, PSERC Document 08-12, Urbana-Champaign, USA, May 2008.

RAVASIO, P., SCHAR, S., KRUEGER, H., “**In Pursuit of Desktop Evolution: User Problems and Practices with Modern Desktop Systems**”, ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 11, No. 2, June 2004, Pages 156–180.

RUSSELL, A., BIELEWICZ, J., “**2D vs. 3D Graphing Styles: A Comparison of the Accuracy of Reader Perceptions for 2D vs. 3D Graphs**”, Poster Presented at the 33rd Annual Western Pennsylvania Undergraduate Psychology Conference. Pittsburgh, PA, April 2005.

St. JOHN, M., SMALLMAN, H. S., COWEN, M., “**Designing for the task: Sometimes 2D is just plane better**”. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 44th Annual Meeting. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society, 2000.



STEWART, B., CIPOLLA, J., BEST, I., “**Extraneous information and graph comprehension**”, Campus-Wide Information Systems, Vol. 26, pp. 191–200, 2009

ZACKS, J., Levy, E., TVERSKY, B, SCHIANO, D., “**Reading bar graphs: effects of extraneous depth cues and graphical context**”, Journal of Experimental Psychology: Applied, Vol. 4 No. 2, pp. 119-38, 1998.

## ÍNDICE REMISSIVO

### SÍMBOLOS

5G 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 95, 96

### A

Antenas de microfita 95, 96, 107

Ataques de rede 130

Automação 2, 40, 59, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 79, 80, 159, 163, 167, 168, 260

### C

Chave 2, 17, 26, 37, 40, 54, 69, 74, 75, 82, 96, 108, 130, 139, 151, 157, 170, 190, 201, 213, 216, 224, 236, 253

Computação 95, 129, 139, 140, 141, 152, 153, 156, 190, 192, 198, 200, 211, 260

Comunicação 1, 4, 5, 14, 22, 23, 24, 28, 36, 57, 69, 70, 71, 74, 76, 77, 81, 95, 96, 97, 99, 102, 106, 111, 112, 121, 122, 124, 130, 132, 133, 226, 260

Controle 1, 2, 3, 4, 5, 9, 15, 16, 23, 24, 26, 27, 29, 32, 33, 34, 36, 38, 40, 41, 47, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 58, 64, 65, 73, 75, 77, 133, 158, 159, 163, 165, 166, 167, 168, 225, 227, 228, 234, 253, 256, 261, 264

CyberSegurança 130

### D

Desempenho 4, 34, 57, 58, 68, 69, 75, 82, 95, 99, 106, 109, 112, 113, 114, 117, 120, 122, 123, 125, 139, 142, 144, 145, 149, 153, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 188, 202, 203, 209, 215, 261

Dinâmico 1, 2, 3, 4, 5, 6, 15, 252

### E

Equação polar 96, 97, 98, 99

Equilíbrio 1, 2, 3, 4, 5, 142, 171, 172, 173, 175

### F

Fauna 17, 18, 25

Filtro de Kalman 1, 2, 5, 10, 12, 14, 15

### I

Indicadores 18, 37, 55, 69, 76, 77, 117, 141, 199

Informação 27, 28, 29, 32, 36, 58, 62, 67, 77, 111, 121, 130, 131, 133, 135, 151, 152, 153, 154, 156, 193, 199, 210, 222, 224, 225, 227, 235, 254, 255

Irrigação 40, 41, 45, 46, 47, 50, 52, 53

## L

LQR 1, 2, 5, 10, 13, 14, 15

## M

Máquinas virtuais 139, 141, 142, 143, 144

Migração 139, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 252

## N

Nuvem 139, 140, 141, 142, 145

## O

Osmose 40, 41, 43, 44, 45, 49, 51, 52

## P

Pentest 130, 134, 135, 137

Programação linear inteira mista  
139

Proteção 17, 134, 135, 172, 173, 179, 187

## R

Redes corporativas 130, 131

Robô 1, 3, 4, 5, 6, 9, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24

## S

Segurança 21, 22, 24, 25, 30, 34, 60, 64, 72, 73, 75, 130, 131, 132, 133, 135, 137, 151, 152, 153,  
156, 158, 159, 160, 161, 164, 167, 168, 175, 177, 188, 193, 211, 235

Sem fio 41, 70, 71, 79, 95, 96, 97, 99, 102, 106

Simulink 1, 2, 3, 4, 5, 14, 15, 16

Sinalizador avifauna 17, 18

Sistemas verticais 69, 70

Super fórmula de Gielis 95, 96

## T

Topologia distribuída 69, 77

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**