

# O Ensino Aprendizagem face às Alternativas Epistemológicas 2



Adriana Demite Stephani  
(Organizadora)

# O Ensino Aprendizagem face às Alternativas Epistemológicas 2



Adriana Demite Stephani  
(Organizadora)

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:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. 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. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
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 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  
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. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

E59 O ensino aprendizagem face às alternativas epistemológicas 2  
 [recurso eletrônico] / Organizadora Adriana Demite Stephani. –  
 Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
 Modo de acesso: World Wide Web  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-85-7247-954-7  
 DOI 10.22533/at.ed.547202301

1. Aprendizagem. 2. Educação – Pesquisa – Brasil. 3. Ensino –  
 Metodologia. I. Stephani, Adriana Demite.

CDD 371.3

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

## APRESENTAÇÃO

A coleção “O Ensino Aprendizagem face às Alternativas Epistemológicas” – contendo 52 artigos divididos em 2 volumes – traz discussões pontuais, relatos e reflexões sobre ações de ensino, pesquisa extensão de diversas instituições e estados do país. Essa diversidade demonstra o importante papel da Universidade para a sociedade e o quanto a formação e os projetos por ela desenvolvidos refletem em ações e proposituras efetivas para o desenvolvimento social.

Diálogos sobre a formação de docentes de química e o ensino de química na Educação Básica iniciam o volume I, composto por 26 textos. São artigos que discutem sobre esse ensino desde a educação infantil, perpassando por reflexões e questões pertinentes à formação de docentes da área – o que pensam os licenciados e o olhar sobre polos de formação, bem como, o uso de diferentes recursos e perspectivas para o ensino. A esses primeiros textos, na mesma perspectiva de discussão sobre formas de ensinar, seguem-se outros sobre o ensino de matemática, geografia e ciências, tendo como motes para dessas discussões a ludicidade, interatividade, interdisciplinaridade e ensino a partir do cotidiano e da localidade. Dando sequência, o volume I também traz artigos que apresentam trabalhos com abordagens inovadoras para o ensino para pessoas com deficiências, com tabelas interativas, recursos experimentais e a transformação de imagens em palavras, favorecendo a inclusão. Fechando o volume, completam esse coletivo de textos, artigos sobre o comprometimento discente, a superação do trote acadêmico, o ensino de sociologia na atualidade, a relação da velhice com a arte, discussões sobre humanidade, corpo e emancipação, e, entre corpo e grafismo.

Composto por 26 artigos, o volume II inicia com a apresentação de possibilidades para a constituição de parceria entre instituições de ensino, aplicabilidade de metodologias ativas de aprendizagem em pesquisas de iniciação científica, a produção acadêmica na sociedade, a sugestão de atividades e estruturas de ambientes virtuais de aprendizagem e o olhar discente sobre sua formação. Seguem-se a estes, textos que discutem aspectos históricos e de etnoconhecimentos para o trabalho com a matemática, como também, um rol de artigos que, de diferentes perceptivas, abordam ações de ensino, pesquisa e extensão nos cursos de engenharia e de ciências na perspectiva da interdisciplinaridade. Contribuição para a sociedade é linha condutora dos demais textos do volume II que apresentam projetos que versam sobre estratégias para o combate ao mosquito da dengue, inertização de resíduo de barragem em material cerâmico, protótipo de automação de estacionamento, produção de sabão ecológico partir da reciclagem do óleo de cozinha, sistema fotovoltaico suprindo uma estação rádio base de telefonia celular, e, o controle digital

de conversores.

Convidamos o leitor para navegar por esses mares de leituras com tons e olhares diversos que apresentam o que as universidades estão discutindo, fazendo e apresentando a sociedade!

Adriana Demite Stephani

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
OS CAMINHOS PERCORRIDOS PARA A CONSTITUIÇÃO DE UMA PARCERIA ENTRE INSTITUIÇÕES DE ENSINO	
Susimeire Vivien Rosotti de Andrade Adriana Stefanello Somavilla	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5472023011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE – APLICABILIDADE DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM EM PESQUISAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA	
Ricardo Luiz Perez Teixeira Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira Priscilla Chantal Duarte Silva Leonardo Lúcio de Araújo Gouveia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5472023012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
PETEE CEFET-MG CAMPUS NEPOMUCENO EVIDENCIANDO A PRODUÇÃO ACADÊMICA NA SOCIEDADE	
Ludmila Aparecida de Oliveira Samuel de Souza Ferreira Terra Iago Monteiro Vilela Sara Luiza da Silva Reginaldo Barbosa Fernandes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5472023013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
CANVAS FOR DEVELOPMENT OF ACADEMIC PROJECTS IN ENGINEERING: AN APPLICATION IN SOFTWARE ENGINEERING	
José Augusto Fabri Rodrigo Henrique Cunha Palácios Francisco de Assis Scannavino Junior Wagner Fontes Godoy Márcio Mendonça Lucas Botoni de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5472023014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
ESAE – ENSINO SISTEMÁTICO, ADAPTATIVO E EXPERIMENTAL: UMA NOVA ABORDAGEM INTERATIVA PARA GERENCIAR AMBIENTES DE APRENDIZAGEM NA ERA DIGITAL	
Juliana de Santana Silva Herman Augusto Lepikson Armando Sá Ribeiro Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5472023015</b>	



<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>58</b>
INTERDISCIPLINARIDADE NO PROBLEMA DE AJUSTE DE CURVA À DADOS EXPERIMENTAIS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Marcos Henrique Fernandes Marcone</li> <li>Caio Victor Macedo Pereira</li> <li>Fabiana Tristão de Santana</li> <li>Fágner Lemos de Santana</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5472023016</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>70</b>
LIDERANÇA E ENGENHARIA: MAPEAMENTO DE PERFIL EM EMPRESAS DO VALE DO PARAÍBA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Michelle Morais Garcia</li> <li>Maria Auxiliadora Motta Barreto</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5472023017</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>83</b>
AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS EM DISCIPLINA INTEGRADORA EMPRESA-UNIVERSIDADE	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Maria Angélica Silva Cunha</li> <li>Maria Auxiliadora Motta Barreto</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5472023018</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>95</b>
A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE A DISCIPLINA DE BIOESTATÍSTICA EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA NO SUDESTE DO PARÁ, BRASIL	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eric Renato Lima Figueiredo</li> <li>Leiliane dos Santos da Conceição</li> <li>Kivia Letícia dos Santos Reis</li> <li>Ana Cristina Viana Campos</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5472023019</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>106</b>
O <i>DESIGN THINKING</i> COMO METODOLOGIA DE PROJETO APLICADA AOS ALUNOS INGRESSANTES NO CURSO DE ENGENHARIA: O PROJETO “OPENFAB”	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Claudia Alquezar Facca</li> <li>Patrícia Antônio de Menezes Freitas</li> <li>Hector Alexandre Chaves Gil</li> <li>Felipe Perez Guzzo</li> <li>Ana Mae Tavares Bastos Barbosa</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>119</b>
O ENSINO DE GENÉTICA EM INTERFACE COM A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA E A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Juliana Macedo Lacerda Nascimento</li> <li>Rosane Moreira Silva de Meirelles</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230111</b>	

**CAPÍTULO 12 ..... 129**

A COMPETIÇÃO DE PONTES DE MACARRÃO PARA ALUNOS INGRESSANTES NO CURSO DE ENGENHARIA: UM INÍCIO AO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS

Cristiano Roberto Martins Foli  
Daniela Albuquerque Moreira Madani  
Eduardo Mikio Konigame  
Fernando Silveira Madani  
Frederico Silveira Madani  
Joares Lidovino dos Reis Junior

**DOI 10.22533/at.ed.54720230112**

**CAPÍTULO 13 ..... 139**

OS USOS/SIGNIFICADOS DAS MATEMÁTICAS NO COTIDIANO DE UM PRODUTOR DE FARINHA À LUZ DA TERAPIA WITTGENSTEINIANA

Isnaele Santos da Silva  
Simone Maria Chalub Bandeira Bezerra  
Denison Roberto Braña Bezerra  
Mário Sérgio Silva de Carvalho  
Elizabeth Silva Ribeiro  
Ivanilce Bessa Santos Correia  
Thayane Benesforte Silva  
Raimundo Nascimento Lima  
Maria Almeida de Souza  
Ismael Santos da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.54720230113**

**CAPÍTULO 14 ..... 152**

GRANDEZAS E MEDIDAS: DA HISTÓRIA DA BALANÇA À CONTEXTUALIZAÇÃO CURRICULAR

João Pedro Mardegan Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.54720230114**

**CAPÍTULO 15 ..... 164**

A IMPORTÂNCIA DO CICLO BÁSICO DAS ENGENHARIAS NA COMPREENSÃO DOS PROCESSOS DE UM SISTEMA MARÍTIMO DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO: UM EXEMPLO DE INTERDISCIPLINARIDADE

Hildson Rodrigues de Queiroz  
Geraldo Motta Azevedo Junior  
Flávio Maldonado Bentes  
Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega  
Franco Fattorillo

**DOI 10.22533/at.ed.54720230115**

**CAPÍTULO 16 ..... 176**

ATIVIDADES DE CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E PROCESSOS PELO ENGENHEIRO: A ETNOGRAFIA COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA

Brenda Teresa Porto de Matos  
Marilise Luiza Martins dos Reis Sayão

**DOI 10.22533/at.ed.54720230116**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>191</b>
PROJETO INTEGRADOR DO CURSO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE - INERTIZAÇÃO DE RESÍDUO DE BARRAGEM EM MATERIAL CERÂMICO	
Leila Figueiredo de Miranda Terezinha Jocelen Masson Antonio Hortêncio Munhoz Junior Alfonso Pappalardo Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230117</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>205</b>
PROTOTIPAGEM DE UM SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO DE TESTES HIDROSTÁTICOS COMO FERRAMENTA PARA ENSINO MULTIDISCIPLINAR E MULTI NÍVEL DE ENGENHARIA	
Filipe Andrade La-Gatta Álison Alves Almeida Letícia de Almeida Pedro Ivo Ferreira de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>215</b>
PARKAPP – UM PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO DE ESTACIONAMENTO UTILIZANDO INTERNET OF THINGS: RELATO DE EXPERIÊNCIA	
Paulo Vitor Barbosa Ramos Anrafel Fernandes Pereira Fernanda Silva Gomes Diego Silva Menozzi José Thomaz de Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>228</b>
ESTRATÉGIAS PARA O COMBATE AO MOSQUITO DA DENGUE: UMA MOBILIZAÇÃO COOPERATIVA EM UMA ESCOLA PÚBLICA	
Bernardo Porphirio Balado Thauane Cristine Cardoso de Souza William da Silva Hilário	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>237</b>
PARQUE ZOOBOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE: UMA PROPOSTA DE ESPAÇO NÃO FORMAL DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	
Lívia Fernandes dos Santos Adriana Ramos dos Santos Danielly de Sousa Nóbrega	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>244</b>
INFLUÊNCIA DA PROTOTIPAGEM 3D NO ENSINO DE CIÊNCIAS DOS MATERIAIS	
Gustavo Dinis Viana Paulo Eduardo Santos Nedochetko Ana Paula Fonseca dos Santos Nedochetko	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230122</b>	

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>258</b>
PROJETO “SABÃO ECOLÓGICO” - UM MÉTODO EDUCACIONAL PARA RECICLAGEM DO ÓLEO DE COZINHA NO IF SUDESTE MG, CAMPUS SÃO JOÃO DEL-REI	
Ana Cláudia dos Santos	
Raíra da Cunha	
Viviane Vasques da Silva Guilarduci	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230123</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>267</b>
ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO SUPRINDO UMA ESTAÇÃO RÁDIO BASE DE TELEFONIA CELULAR	
Geraldo Motta Azevedo Junior	
Antonio José Dias da Silva	
Monique Amaro de Freitas Rocha Nascimento	
Daniel dos Santos Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230124</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>279</b>
CONTROLE DIGITAL DE UM CONVERSOR CC-CC EM MODO STEP-DOWN	
Alynne Ferreira Sousa	
Paulo Régis Carneiro de Araújo	
Clauson Sales do Nascimento Rios	
Victor Alisson Mangueira Correia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230125</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>293</b>
CULTURA NA ESCOLA. A QUADRILHA	
Fabiano Lemos Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54720230126</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>296</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>297</b>

## OS CAMINHOS PERCORRIDOS PARA A CONSTITUIÇÃO DE UMA PARCERIA ENTRE INSTITUIÇÕES DE ENSINO

*Data de aceite: 13/01/2020*

### **Susimeire Vivien Rosotti de Andrade**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Foz do Iguaçu-Paraná

### **Adriana Stefanello Somavilla**

Instituto Federal do Paraná

Foz do Iguaçu-Paraná

**RESUMO:** O presente texto objetiva apresentar os caminhos percorridos na constituição de uma parceria institucional entre o curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) - Campus de Foz do Iguaçu e o Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus de Foz do Iguaçu, sendo as autoras proponentes desse trabalho responsáveis pela orientação dos acadêmicos de licenciatura que colaboram com Projetos de Extensão e ensino desenvolvidos. Para tanto, analisou-se os relatórios dos projetos do seu início, no ano de 2013, até a presente data. Evidencia-se que inicialmente as ações de extensão eram na modalidade de projeto cujo objetivo era apoio pedagógico de matemática, assim, foram convidados os alunos dos cursos Técnico Integrado em Edificações e Informática do IFPR para virem no contra turno, de um estudo semanal no próprio instituto. Assim os professores autores desse texto juntamente

com acadêmicos do curso de licenciatura em matemática organizavam antecipadamente oficinas de matemática discutindo as dificuldades que permeiam a organização do ensino de matemática num curso técnico integrado. No 2017, modificou-se o formato da ação que passou a ser um projeto de ensino, validando esses encontros como Estudos Paralelos em Matemática para Edificações. Enfim, nessa caminhada houve uma preocupação em organizar o ensino de matemática visando aos alunos do IFPR participantes a aproximação de uma formação integrada. Para isso, foi necessário dialogar com os professores do IFPR das diferentes áreas do conhecimento para atingir objetivo, bem como respeitar os cronogramas das disciplinas específicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Extensão Universitária. Parceria institucional. Matemática.

**ABSTRACT:** The present text aims to present the paths taken in the constitution of an institutional partnership between the Mathematics Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) - Campus de Foz do Iguaçu, the authors of this work are responsible for the orientation of undergraduate students who collaborate with Extension and Teaching Projects developed. To this end, we analyzed the project reports from its beginning in 2013 to date. It was evidenced that initially the extension

actions were in the project modality whose objective was mathematical pedagogical support. Thus, students from IFPR's Integrated Technician in Buildings and Informatics were invited to come in the opposite direction, of a weekly study at the institute itself. Thus, the authors of this text, together with undergraduate mathematics students, organized in advance math workshops discussing the difficulties that permeate the organization of mathematics teaching in an integrated technical course. In 2017, the action format was changed to become a teaching project, validating these meetings as Parallel Studies in Mathematics for Buildings. Finally, in this journey there was a concern to organize mathematics teaching aiming at participating IFPR students to approach an integrated training. For this, it was necessary to dialogue with the IFPR teachers from the different areas of knowledge to achieve the objective, as well as to respect the schedules of the specific subjects.

**KEYWORDS:** University Extension. Institutional partnership. Mathematics.

## INTRODUÇÃO

No seu artigo 207 a Constituição Brasileira afirma o seguinte: “As universidades gozam de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial e obedecerão ao princípio de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão” (BRASIL, 1998, p. 121).

Conforme Paraná (2014) que refere-se à Resolução Universidade Estadual do Oeste do Paraná N° 236/2014-CEPE, de 13 novembro 2014, a qual trata das normas e procedimentos específicos para atividade de extensão, no seu Art. 1º define a extensão universitária como “processo educativo, cultural e científico, que articula o Ensino e a Pesquisa de forma indissociável e viabiliza a relação transformadora entre a Universidade e a sociedade”.

Segundo a Resolução nº 06 de 23 de Janeiro de 2017, foi instituído o Núcleo de Inovação Tecnológica que preconizou discussões das primeiras discussões acerca dos Projetos de Ensino.

Assim, as devidas legislações deram condições de estabelecer a parceria institucional entre o curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) - Campus de Foz do Iguaçu e o Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus de Foz do Iguaçu que foram concretizadas por meio de ações de extensão na modalidade projeto e em seguida em projeto de ensino como um apoio pedagógico de matemática aos alunos do IFPR.

Neste texto serão apresentados os caminhos percorridos na constituição da referida parceria a partir das análises dos relatórios das ações desenvolvidas. Primeiramente, discute-se a importância dos cursos técnicos integrados bem como da indissociabilidade entre ensino-pesquisa-extensão na universidade, pois é o cerne para o cumprimento do seu compromisso social. Indo além, apresenta uma reflexão

dos relatórios das ações de extensão desenvolvidas dessa parceria e finaliza-se com algumas considerações.

## **OS CURSOS DE TÉCNICOS INTEGRADOS E AS AÇÕES DE EXTENSÃO NA MODALIDADE PROJETO**

Os cursos Técnico Integrados alinham-se à Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96), que alterou a estrutura da Educação Profissional e Tecnológica, regulamentado por meio do Decreto 5.154/04. Nas palavras de Kuezer; Grabowski (2006), o referido decreto ressalta que a Educação Profissional Técnica de Nível Médio, será

[...] desenvolvida de forma sistematizada em instituições próprias ao ensino, inscreve-se no âmbito da educação escolar e articula-se à formação básica, que deve ser comum a todos os brasileiros, de modo a assegurar-lhes a formação indispensável ao exercício da cidadania, à efetiva participação nos processos sociais e produtivos e, à continuidade dos estudos, na perspectiva da educação ao longo da vida (KUEZER; GRABOWSKI, 2006, p. 298).

As autoras consideram que, no Brasil, as políticas educacionais que visam à integração do ensino médio com o ensino profissional não são recentes, bem como os apontamentos de que esta modalidade de ensino deve garantir aos alunos uma formação geral, pois a educação técnica não conseguirá consolidar-se, se os alunos não tiverem, concomitantemente, uma formação geral.

Neste sentido, é essencial a “construção de uma proposta de gestão da educação profissional que seja capaz de envolver todos os segmentos sociais e organizar instâncias e espaços públicos de discussão e deliberação que superem a fragmentação existente e produzam resultados socialmente reconhecidos no que tange à qualificação dos que vivem do trabalho (KUEZER; GRABOWSKI, 2006, p.311).

Para Ciavatta (2005), o ambiente de colaboração na formação de caráter integrado é fundamental, pois este diálogo entre as disciplinas da formação geral e específica implica em considerar que formação de caráter integrado não se reduz ao preparo para o mundo do trabalho.

Para autora deve ocorrer uma preocupação na elaboração das propostas pedagógicas nos projetos dos cursos técnicos integrados, que se alinham com os objetivos que permeiam o ensino integrado da educação profissional e educação básica.

Partindo disso, as autoras desse texto iniciaram a parceria institucional a partir de ações de extensão na modalidade Projeto que oportuniza a indissociabilidade da ensino-pesquisa-extensão favorecendo aos futuros profissionais do ensino superior

a apropriação de conhecimentos que lhes permitam compreender a importância da “universidade pública, gratuita e de qualidade, comprometida com a luta e as injustiças sociais que marcam nossa sociedade” (MARTINS, 2008, p. 10).

Assim, a professora do curso de licenciatura em matemática e os futuros professores de matemática e a professora do curso técnico integrado planejaram oficinas de matemática que favorecesse aos alunos do IFPR do curso técnico de edificação e informática uma formação de caráter integrado.

Desse modo, corrobora-se com Freire (1979) uma ação educativa na qual o extensionista compreenda que sua função não é uma mera ajuda voluntária, mas sim estender seus conhecimentos sistematizados que contribuirão para o crescimento do conhecimento sistematizado, inclusive o dele. Segue as reflexões.

## **REFLEXÕES A RESPEITO DAS AÇÕES DE EXTENSÃO DESENVOLVIDAS NA PARCERIA INSTITUCIONAL**

No ano de 2013 iniciou a trajetória da parceria entre o curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) - Campus de Foz do Iguaçu e o Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus de Foz do Iguaçu, que atualmente ainda vigora, sendo que o objetivo principal é contribuir com a formação dos futuros professores de matemática e dos alunos dos cursos Técnico Integrado em Edificações e Informática.

Cumprir lembrar que o IFPR iniciou as Atividades em Foz do Iguaçu no ano 2008, o primeiro curso foi Técnico em Aquicultura -subsequente e PROEJA. Seguidamente teve a implementação do Curso de Técnico em Informática – Integrado (início em 2010), Técnico em Cozinha – subsequente (início em 2011), Técnico em Edificações – Integrado (início em 2011), Técnico em Hidrologia - subsequente (início em 2011).

O Instituto também oferta os cursos de graduação Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (início em 2014), Licenciatura em Física (início em 2014) e Engenharia de Aquicultura (início em 2017) e no ano de 2017 mais um curso Técnico integrado ao ensino médio, técnico em Meio Ambiente – integrado. No ano de 2018 implementou o curso técnico integrado ao ensino médio, Técnico em Aquicultura e também uma pós-graduação lato sensu em técnica em Gestão Gastronômica. No entanto, a parceria institucional envolveu somente os cursos técnicos de edificações e informática.

Assim, para apresentar a caminhada da parceria foram analisados os relatórios das ações desenvolvidas, pois compreende-se que as fontes documentais são “a base, o ponto de apoio da construção historiográfica que é a reconstrução, no plano do conhecimento, do objeto histórico estudado”. De fato, os relatórios são “registros, enquanto testemunho dos atos históricos, são a fonte do nosso conhecimento



histórico, isto é, é delas que brota, é nelas que se apoia o conhecimento que produzimos a respeito da história (SAVIANI, 2004, p. 5-6).

Como já foi dito acima foram desenvolvidas ações de extensão, todas na modalidade de projeto, no ano de 2013, 2014 e 2015. Os professores responsáveis foram as autoras desse artigo, cuja responsabilidade foi organizar as condições materiais para o desenvolvimento das ações e foram selecionados quatro acadêmicos de matemática do curso de licenciatura. Suas atribuições eram de colaboradores que, junto ao coordenador da ação, pesquisaram, elaboraram e desenvolveram as propostas no tocante ao ensino de matemática.

No ano de 2013 houve uma reunião com as autoras deste texto, que elaboraram a primeira ação de extensão que iniciou nesse mesmo ano. Assim, foram selecionados quatro acadêmicos do curso de licenciatura que participavam de um Programa de extensão coordenado pela primeira autora do artigo, os quais foram convocados para uma reunião no IFPR com as autoras do texto no qual discutiu-se quais seriam os alunos do IFPR a participarem do projeto e optou-se por selecionar alunos do 1º ano do ensino médio do Instituto, da turma de informática e edificações. Dessa forma foram então convidados a participar, no contraturno, de um estudo semanal de apoio pedagógico de matemática no próprio instituto.

Nesta reunião, estabeleceu-se que a participação não seria obrigatória, isto é, os alunos do IFPR poderiam optar em apenas realizar uma prova de recuperação ao final do bimestre, não precisando participar do projeto. Apesar dessa opção foram formadas duas turmas: uma de edificações com 35 alunos e a outras de informática, com 38 alunos e os encontros foram quinzenais, no próprio instituto.

Neste sentido, os acadêmicos do curso de licenciatura em matemática desenvolveram oficinas pedagógicas de matemática que abordaram os conceitos de matemática básica (operações, potenciação, radiciação, geometria plana), equações e funções (gráficos e aplicações no cotidiano) seu planejamento era orientado pelas professoras autoras do artigo que eram as responsáveis pelo projeto.

Conforme os relatórios, os alunos do IFPR que participaram no projeto apresentaram uma melhora nos resultados de avaliação e o conceito D que representava 39% dos participantes caiu para 9%. Cumpre lembrar que este conceito indica que os alunos não conseguiriam passar na disciplina de matemática no próximo ano.

No ano de 2014 e 2015 o projeto deu continuidade e abriu vagas também para a participação dos 2º e 3º ano do curso de edificação e informática. Nestes anos, primeiramente, houve a iniciativa de avaliar os conhecimentos básicos dos alunos, cujo objetivo foi investigar os conceitos matemáticos do ensino fundamental que os mesmos apresentavam alguma dificuldade e foram evidenciadas as seguintes dificuldades: fração, radiciação, potência, produtos notáveis, expressões algébricas,

equação do 1º e 2º grau, sistema com duas variáveis e geometria plana.

Neste sentido, os conceitos matemáticos trabalhados nas aulas foram os seguintes: de Logaritmos, Inequação, funções e gráficos, função exponencial, Domínio da Função, Produtos notáveis e Fatoração, Termo em evidência, Agrupamento, Trinômio Quadrado Perfeito, Diferença de Dois Quadrados, Definição de Radiciação, Cálculo da Raiz por Decomposição, Propriedades dos Radicais e Operações com Radicais.

Outro ponto destacado no relatório, que mereceu atenção foi o cuidado das coordenadoras do projeto com relação às datas dos encontros para não coincidir com o cronograma do IFPR e oportunizar aos alunos a participação e no decorrer da organização das oficinas de matemática evidenciou-se que o diálogo com os colegas de trabalho das diferentes áreas do conhecimento foi o caminho inicial para que os trabalhos ocorram de uma formação integrada.

No ano de 2016 surgiu o primeiro desafio na parceria, pois a primeira autora do artigo, devido ao afastamento para doutorado, não poderia mais desenvolver nenhuma atividade na universidade. Assim, solicitou a interrupção temporária do Programa de extensão no qual são vinculados os projetos.

No ano 2017, foi restabelecida a parceria, pois a segunda autora do artigo convidou o acadêmico de matemática participante das ações de extensão na modalidade projeto dos anos anteriores. Para isso, elaborou um projeto de ensino e validando esses encontros como Estudos Paralelos e foram contemplados apenas os alunos do Curso Integrado de Edificações, pois em função dos acadêmicos da licenciatura não serem bolsistas houve dificuldade no atendimento dos alunos do curso de Informática. Dessa maneira, apresentou-se um segundo desafio nessa parceria institucional.

A caminhada da constituição da parceria institucional evidenciou sua importância, pois oportunizou a professora do curso de licenciatura em matemática e aos futuros professores de matemática aproximarem-se das dificuldades que permeiam a organização do ensino de matemática num curso técnico integrado, e juntamente com a professora do curso técnico integrado, planejaram oficinas de matemática que favorecesse a formação de caráter integrado.

De acordo, com os relatórios para organizar as oficinas de matemática houve uma aproximação com os professores das disciplinas de formação específica do curso de informática e edificações visando contribuir para que os alunos compreendessem a integração entre as formações específicas e a geral. Desse modo, as oficinas foram elaboradas partindo de exercícios caracterizados por Ponte (2005) como aquelas atividades nas quais, os alunos põem em prática o que aprenderam, utilizando seus conhecimentos adquiridos sem a necessidade de uma reflexão maior sobre a mesma. Há uma consolidação do conhecimento.

Assim, foram utilizadas como referências os autores Grasseschi *et al.* (2002), trabalhados os conceitos de matemática básica (operações, potenciação, radiciação, geometria plana) e equações do 1º e 2º grau.

Na elaboração das oficinas também utilizou-se resolução de problemas tendo como fundamentos teóricos Onuchic e Alevatto (2004), ou seja, como metodologia que oportuniza ensinar por meio de resolução do problema, dessa maneira os alunos são induzidos a participarem da aula socializando suas respostas e com isso são estimulados a pensar sobre o conceito.

Os problemas foram adaptados do texto de Duea *et al.* (1997) e Grasseschi *et al.* (2002), pois os autores preconizam tais objetivos. Com isso os futuros professores de matemática tinham como papel acompanhar suas explorações na busca de um consenso de todos os envolvidos incentivando sua participação no processo.

Outra referência na elaboração das oficinas foi Tinoco (2009), que oportuniza trabalhar o conceito de função por meio das representações entendidas aqui como gráfica, tabular e algébrica e ainda favorece aos professores um ambiente em que os alunos são convidados a socializarem suas respostas indo ao encontro do referencial adotado a respeito de resolução de problemas.

Na caminhada dessa parceria institucional foram sendo apresentados os desafios para que essa parceria continue, bem como a sua importância para a organização do ensino de matemática.

Em resumo, os professores de matemática envolvidos na elaboração das oficinas e os futuros professores foram levados a estudar como deve ser o ensino de matemática em um curso técnico integrado, portanto, compreendendo as suas responsabilidades e limitações, dessa forma favorecendo aos alunos do IFPR participantes apropriação dos conceitos de matemática.

## ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O texto objetivou apresentar os caminhos percorridos na constituição de uma parceria institucional entre o curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) - Campus de Foz do Iguaçu e o Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus de Foz do Iguaçu. Para tanto, foram analisados os relatórios das ações de extensão na modalidade projeto desenvolvidas.

Como explicitou-se a parceria iniciou em 2013 com o desenvolvimento do primeiro projeto dando continuidade em 2014 e 2015; já os alunos participantes foram dos primeiros anos dos cursos Técnico Integrado em Edificações e Informática do IFPR. No entanto, no ano de 2017 houve dificuldade no desenvolvimento do projeto, devido aos acadêmicos do curso de licenciatura serem voluntários, pois sua participação era organizada seguindo os dias que não estavam trabalhando, e

os alunos do IFPR atendidos foram apenas do curso de Edificações e os encontros preconizavam Estudos Paralelos em Matemática.

Na caminhada dessa parceria institucional, apesar dos desafios, ela vem se constituindo, a partir das diferentes ações de extensão na modalidade projeto e depois como projeto de ensino que indicam contribuições, para o curso de licenciatura em matemática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná- Campus Foz do Iguaçu cumprir o seu compromisso social bem como, para o Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus de Foz do Iguaçu favorecer uma formação integrada para os seus alunos.

A referida parceria institucional, ao organizar as ações visando apoio pedagógico de matemática para os alunos do IFPR compreendia a importância da aproximação de uma formação integrada como o preconizado para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio.

Para isso, foi necessário dialogar com os professores do IFPR das diferentes áreas do conhecimento considerando que o ensino da matemática deve se relacionar com as disciplinas específicas. Em outras palavras, a formação geral deve relacionar-se com a formação específica caso o objetivo seja a formação integrada.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, J. J.; HYPOLITO, Á. M. A Construção Curricular em um Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio: Cultura Escolar e Comunidades Disciplinares. In: TURA, Maria L. R.; GARCIA, Maria M. A. (Orgs) **Currículo, Políticas e Ação Docente**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2013. (p.223-238)

BRASIL. LDBEN 9394/96. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília - DF, 1996.

BRASIL. **Decreto n. 5.154**, de 23 de julho de 2004.

BRASIL. **Decreto n.2.208**, de 17 de abril de 1997.

CIAVATTA, M. A formação integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e identidade. In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise. (Orgs.). **Ensino Médio integrado: Concepções e mudanças**. São Paulo: Cortez, 2005

Duea, J. *et al.* Resolução de Problemas com o uso da Calculadora. In: KRULIK, S; REYS, R.E. (orgs). **A Resolução de Problemas na Matemática Escolar**. Trad: Hygino H. Domingues & Olga Corbo. 4ed. São Paulo: atual, 1997, p165-176.

FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação?** 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

GRASSESCHI, M. C. C.; Andretta M. C.: Silva A. B S. **PROMAT**: projeto oficina de matemática. São Paulo: FTD. 2002.

GHEDIN, E. O Ensino médio no Brasil e a ausência de um projeto de formação cultural para o país In: **PIMENTA, S. G. (Org.); PINTO, U. A. (Org.). O papel da escola pública no Brasil contemporâneo**. 1. ed. São Paulo/SP: Edições Loyola, 2013. v. 1. 158.

INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ- IFPR . **Resolução CONSUP nº 50, de 14 de julho de 2017.**  
Estabelece as normas de avaliação dos processos de ensino-aprendizagem no âmbito do IFPR. 2017.

KRULIK, S. **A resolução de problemas na matemática escolar.** S. Krulik, Robert E. Reys; tradução: Hygino H. Domingues, Olga Corbo. São Paulo: Atual, 1997.

KUEZER, A. Z; GRABOWSKI, G. **Educação Profissional: desafios para a construção de um projeto para os que vivem do trabalho.** Perspectiva, Florianópolis, v.24, n. 1, p. 296-318, Jan/Jun. 2006.

MARTINS, L. M. A Indissociabilidade ensino – pesquisa – extensão como fundamento metodológico da construção do conhecimento na universidade. In: Zambello de Pinho, Sheila. (Org.). Oficinas de Estudos Pedagógicos: reflexões sobre a prática do Ensino Superior. 01 ed. São Paulo: Cultura Acadêmica: UNESP, 2008, v. 01, p. 102-115. Disponível em < file:///C:/Users/susiv/Downloads/Martins\_-\_Ensino\_-\_Pesquisa\_-\_Extensa771o%20(2).pdf >Acessado em: 26/06/2019.

ONUCHIC L. R. Novas Reflexões sobre o ensino–aprendizagem de matemática através da resolução de Problemas. In: BICUDO, M. A; BORBA, M. (orgs) **Educação Matemática – pesquisa em movimento**, São Paulo, Editora Cortez, 2004.

PARANÁ. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ. Resolução nº 236/2014- Normas e procedimentos específicos para atividade de extensão, UNIOESTE. Disponível em < <https://www5.unioeste.br/portalunioeste/arquivos/proex/linksrapidos/resolucoes/2014/2362014-CEPE.pdf> > Acessado em: 20 fev.2019.

PONTE, J. P. **Gestão Curricular em Matemática.** Lisboa: APM, 2005.

SAVIANI, D. Breves considerações sobre fontes para a história da educação. In: LOMBARDI, J. C. E NASCIMENTO, M. I. M. (Org.). **Fontes, História e Historiografia da Educação.** Campinas: Autores Associados, 2004.

TINOCO, L. A. A. **Construindo o conceito de função.** Rio de Janeiro: Projeto Fundação, 2009.

## ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE – APLICABILIDADE DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM EM PESQUISAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Data de aceite: 13/01/2020

### **Ricardo Luiz Perez Teixeira**

Universidade Federal de Itajubá Campus de Itabira, Instituto de Engenharias Integradas, Curso de Engenharia de Materiais  
Itabira – Minas Gerais

### **Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira**

Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Ciências Econômicas, em especialização em Curso de Gestão de Negócios  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Priscilla Chantal Duarte Silva**

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Curso de Engenharia de Materiais  
Itabira – MG, Brasil

### **Leonardo Lúcio de Araújo Gouveia**

Universidade do Estado de Minas Gerais, UEMG Campus João Monlevade, Curso de Engenharia Civil e de Engenharia Ambiental

\* Este artigo está vinculado ao seguinte evento e publicação, são eles:

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez; TEIXEIRA, Cynthia Helena Soares Bouças; GOUVEIA, Leonardo Lúcio de Araújo; SILVA, Priscilla Chantal Duarte. **Engenharia e meio ambiente – aplicabilidade de metodologias ativas de aprendizagem em pesquisas de iniciação científica**. In: Anais do XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2019). Brasília: ABENGE. 2019. p. 1-7.

**RESUMO:** Neste trabalho apresenta-se um

resumo da atuação dos docentes, numa abordagem de aprendizagem por resolução de problemas (PBL), para a reutilização de resíduos sólidos industriais para a produção de pavers no espaço geográfico da região do Médio Piracicaba no estado de Minas Gerais. Neste trabalho visou o engajamento dos discentes de engenharia nas questões socioambientais e a formação de engenheiros cientes na sua atuação no meio ambiente pelo problema de se reutilizar materiais oriundos de rejeitos industriais na construção civil. O produto desta atuação docente é o estudo da influência da adição de agregado fino de rejeito siderúrgico de pó de balão nas propriedades mecânicas do concreto destinado à fabricação de pavers, visto que a indústria da construção civil é a maior responsável pela geração de resíduos, sendo responsável pelo consumo de aproximadamente 40% dos recursos naturais extraídos. Neste trabalho conseguiu-se, com a adição de pó de balão ao concreto, uma proposta viável de reduzir a quantidade de agregados finos naturais no concreto e de auxiliar na produção de um bloco de concreto de menor custo que o tradicional para a construção civil e, ao mesmo tempo, possibilitando retirar resíduos industriais de siderurgia do meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reutilização de resíduos, PBL, Construção civil.

**ABSTRACT:** This paper presents a summary of the performance of teachers in solving problems by learning approach (PBL) for the reuse of waste steel balloon powder to produce pavers in the geographical area of the Middle Piracicaba region in Minas Gerais state. This work aimed to engage students in environmental issues and the training of engineers aware in its operations on the environment by the problem of reusing the counter powder in construction. The product of this teaching practice is the study of the influence of the addition of tailings balloon powder on the mechanical properties of concrete used to manufacture pavers, as the construction industry is the most responsible for the generation of waste and is responsible for consumer approximately 40% of mined natural resources. This work was achieved with the addition of balloon powder the concrete a viable proposition to reduce the amount of this waste in the environment and assists in producing a lower cost material than traditional for construction while removing the residue industrial environment.

**KEYWORDS:** civil construction, PBL, waste reuse

## 1 | INTRODUÇÃO

O desafio das ações docentes de desvincular-se a visão disciplinar e adentrar na construção do saber interdisciplinar e complexo envolvendo o meio ambiente e a “Economia Verde” é crescente e demandam novos profissionais e cientistas que possam melhor transpor as barreiras para a real mudança. A mudança inicia-se através da ação do docente na forma de inserir questões ambientais nos trabalhos avaliativos discentes (RABELO, 2014). Uma forma de inserção ativa pode ser realizada pela metodologia de aprendizado baseado em projetos ou problemas (PBL).

O PBL, segundo Prometilla (2017), pode ser considerado por muitos especialistas em educação como superior à aula clássica ou tradicional, particularmente para o aprendizado de habilidades e conceitos de educação do ensino superior. No PBL, segundo o autor, reforçase a utilização de habilidades metacognitivas por parte dos discentes, onde a proficiência no uso de metodologias para solução de problemas é primordial. O aprendizado desenvolve-se em conjunto o aumento da complexidade do problema, assim, os discentes compreendem e vivenciam a integração entre as unidades de processos e os componentes em engenharia entre si. Tan (2016) complementa Prometilla (2017) em seu trabalho de metodologia por PBL. Para Tan (2016), para se promover de forma abrangente o desenvolvimento da identidade profissional, deve-se incluir necessariamente a experiência com a profissão. Conforme Ortiz e Huber-Heim (2017), espera-se de um discente em engenharia que

tenha condições de entender e buscar uma resolução assertiva de um problema técnico de forma independente ou pela troca de ideias com seus pares para se adquirir o conhecimento necessário que inicialmente lhes falta. Pelo PBL, espera-se esse desenvolvimento independente do raciocínio e motivacional por parte dos discentes, bem como as capacidades colaborativas de resolução de problemas em grupo (TBL). Nesse processo de aprendizagem, pode-se agrupar três diferentes abordagens interconectadas, que são: a aprendizagem social ou organizada em equipe (TBL), que é vista como um ato social; aprendizagem cognitiva, centrada em torno de problemas e realizada nos projetos (PBL); aprendizagem baseada em conteúdo, apoiando, assim, a relação entre teoria e prática.

A metodologia de PBL, segundo Fernandes (2014), visa à melhora da aprendizagem discente e os prepara para a prática profissional. Embora o PBL, conforme Najdanovic-Visak (2018), embora a metodologia tenha sido originalmente desenvolvida para um ambiente de escola de negócios, para se promover os benefícios do ensino em pequenos grupos em um ambiente de grupo mais amplo. O PBL possibilita, segundo o autor, um melhor aprendizado discente desde os anos iniciais de graduação, com um melhor engajamento discente na solução dos problemas em grupo, fortalecendo a disposição de trabalho em equipe, respeito mútuo, bem como alta atenção a conceitos e correlações no transcorrer do processo. Conforme Fernandes (2014), discentes e docentes podem identificar um conjunto de benefícios do PBL, tais como habilidades de trabalho em equipe (TBL), aumento de motivação, articulação entre teoria e prática, resolução de problemas, entre outros. As implicações do PBL para o ensino e a aprendizagem no ensino superior são bastante significativas, não apenas em termos de mudanças no papel de discentes e docentes, mas também no desenvolvimento de currículos. De acordo com Aranzabal (2018), os discentes nem sempre começam com a mesma motivação, expectativas ou autocomprometimento, o que pode levar a experiências de aprendizado decepcionantes nas equipes de PBL. Assim, as principais dificuldades na aprendizagem cooperativa é promover a interdependência positiva e a responsabilidade individual em cada grupo de discentes. Para que se alcance a complexidade proposta de aprendizagem por PBL, a estratégia de aprendizagem, de ensino e os métodos de avaliação devem estar claramente alinhados com a metodologia educacional adotada. Além disso, é importante garantir a diversidade nas metodologias de ensino e aprendizagem e proporcionar aos discentes projetos ricos e desafiadores, que os envolvam no aprendizado e na obtenção das habilidades essenciais necessárias para sua futura prática profissional. Conforme Promentilla (2017), a abordagem utilizada pelo PBL é particularmente útil onde a solução de problemas é primordial para indústria, como problemas em Engenharia de Sistemas de Processo e Integração de Processos que afetam diretamente no desempenho da produção industrial.



A integração entre o problema proposto ao discente com o que se encontraria na prática ou a indústria é um ponto chave para o PBL aplicado na engenharia. Conforme Totorella (2018), a integração do PBL com problemas em indústria fornece condições aos discentes para o desenvolvimento de habilidades interpessoais de autoaprendizado. Tortorella (2018) ressalta que a adequada abordagem educacional para o ensino e a aprendizagem por PBL melhora a capacidade dos alunos de adquirir e aplicar conhecimento em situações reais, preparando-os para atender às competências exigidas que atendam às demandas atuais nas empresas, e acadêmicas. Contudo, o autoaprendizado no PBL necessita sempre de uma intervenção, necessária para reforçar ou esclarecer conceitos e, assim, melhorar a eficácia do método, conforme Rovers (2018). Tal comentário de Tortorella (2018) também é compartilhado por Hamburg (2016) que complementa a eficiência do aprendizado de PBL não depende apenas da geração e disseminação de métodos inovadores de aprendizagem, mas também da detecção de fatores que impedem seu uso como estratégias próprias e cultura de aprendizagem. Para cursos de engenharia, segundo Seman (2017), são esperadas o desenvolvimento de habilidades que incluem o pensamento crítico, a comunicação e a consciência ecológica, dentre outros para a resolução de problemas técnicos enfrentados na vida profissional.

Como proposição para atuação docente aos discentes, colocou-se o problema na forma de PBL a necessidade de se reduzir a quantidade de resíduos sólidos gerados pelas indústrias siderúrgicas e mineradoras na região do Médio Piracicaba em Minas Gerais e, ao mesmo tempo, desenvolver habilidades de engenharia em se utilizar o conhecimento teórico técnico na resolução prática desse problema (WELLINGS, 2003). Sabe-se que a indústria da construção civil é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% dos recursos naturais extraídos sendo, portanto, o setor responsável pela maior parte de resíduos gerados pela sociedade (LINS; CAMELLO; DE ALMEIDA, 2013). Como solução a esse problema, propôs-se a incorporação desses resíduos nas matérias-primas utilizadas pela construção civil, pois segundo a literatura é uma maneira viável de reduzir esse problema, sendo capaz de diminuir os custos de produção e de reaproveitar diversos resíduos, como por exemplo, os plásticos, as borrachas de pneus, o pó de balão, dentre outros (SANTOS, 2005; ABNT, 2004). O resíduo para a construção civil escolhido pelos discentes foi o pó de balão siderúrgico (FERNANDES, 2016). O pó de balão é um resíduo sólido, de coloração negra, oriundo da indústria siderúrgica, Figura 1. Esse resíduo é constituído basicamente de finos de carvão vegetal e minério (com cerca de 40  $\mu\text{m}$  de diâmetro em média) e podem ser adicionados ao concreto como agregado fino artificial, substituindo o agregado fino natural na produção de blocos pré-moldados de concreto, os pavers (TELLES, 2009; ABNT, 2009).

No Brasil, a utilização dos pavers em determinados segmentos é definida pela

Norma Brasileira ABNT (2013), que trata de peças de concreto para Pavimentação - Especificação e métodos de ensaio. De acordo com essa norma, a resistência característica à compressão mínima exigida aos 28 dias de idade para pavers destinados ao tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha é de 35 MPa, enquanto que para o tráfego de veículos especiais e solicitações capazes de produzir efeitos abrasivos acentuados esse valor mínimo é de 50 MPa aos 28 dias (ABNT, 2013).

Do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, os pavers são bastante interessantes, uma vez que por permitirem a infiltração da água, acabam reduzindo o volume de enxurradas e erosões, melhoram a qualidade da água, reduzem os gastos públicos com recursos de drenagem e mantém a área útil do terreno (MARCHIONI; SILVA, 2011).

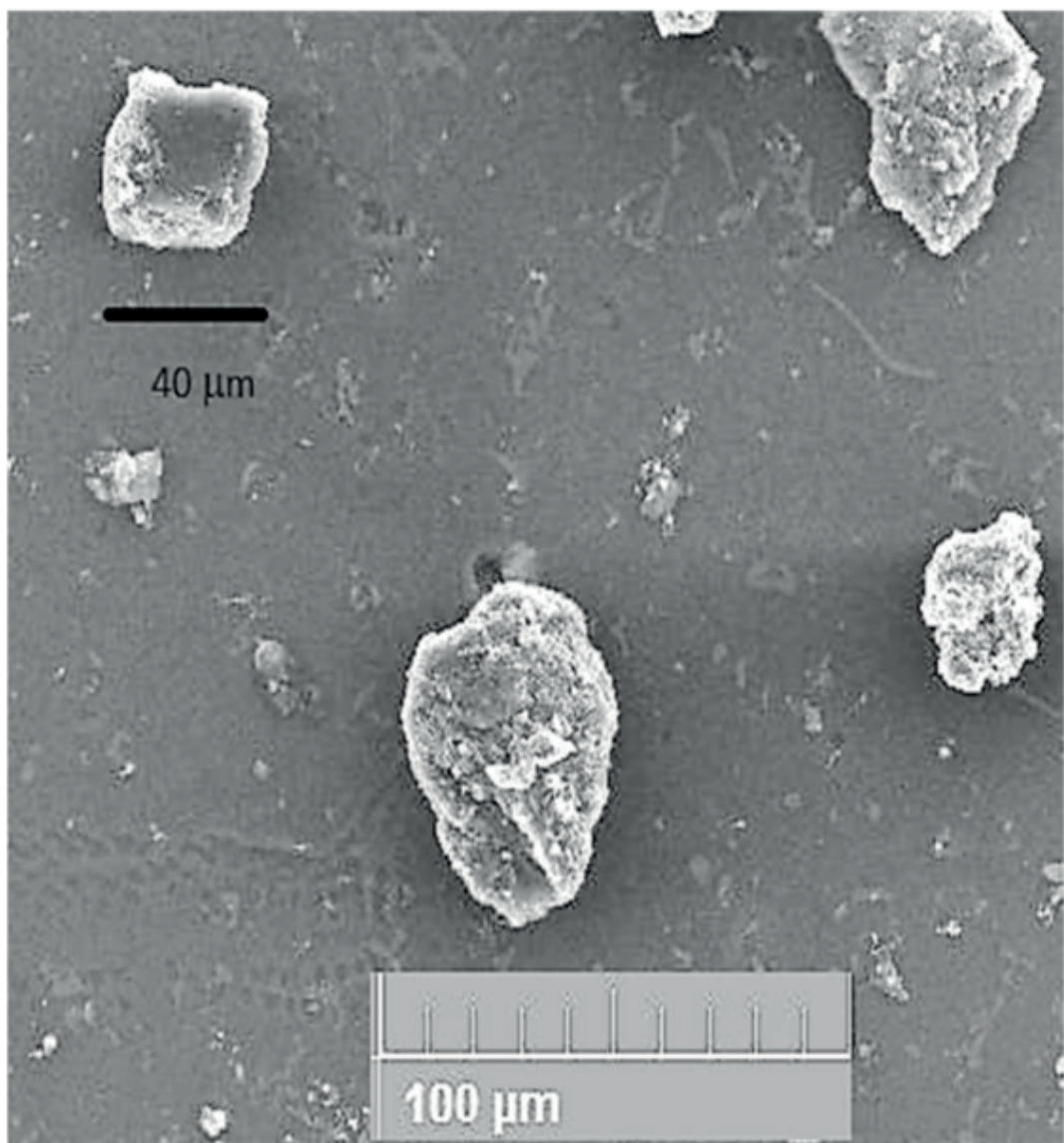


Figura 1 – Microscopia eletrônica do particulado fino de pó de balão.

Fonte: dados dos autores.

Sendo assim, o estudo desse resíduo como insumo na produção dos blocos

pré-moldados se mostra relevante, uma vez que reduz os custos de matérias-primas e torna a produção nas siderúrgicas menos poluente e mais eficaz.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Visando caracterizar granulometricamente as amostras de pó de balão, realizou-se ensaios granulométricos por peneiramento de duas amostras do resíduo, sendo as amostras passadas por peneiras de diversas aberturas, sob agitação constante.

Para posterior estudo dos efeitos da adição do pó de balão, preparou-se inicialmente, um concreto utilizando apenas matérias primas convencionais (areia, brita, cimento, água e aditivo) sem que houvesse adição do resíduo, sendo o traço utilizado para a moldagem desse concreto denominado traço referência. Em sequência, tendo como base o traço referência calculou-se um traço denominado traço substituído. Para esse traço foram utilizadas as mesmas matérias-primas havendo, entretanto, a adição do pó de balão.

Em seguida, a partir dos traços calculados foram moldados em corpos de prova, sendo utilizada parte como traço referência e outros com o traço substituído pelo pó de balão. Os materiais utilizados em cada traço foram despejados em uma betoneira, sendo mantidos sob agitação e depois moldados em corpos de prova. Após 24 horas da moldagem os corpos de prova foram submersos em uma solução saturada de cal para dar início ao processo de cura. Por fim, para análise da resistência à compressão dos corpos moldados foram realizados ensaios mecânicos de resistência à compressão nos corpos com idades de 7 dias e 28 dias.

## 3 | RESULTADOS

Na Figura 2, têm-se os resultados dos ensaios mecânicos de compressão para o concreto com agregado fino de pó de balão.

Segundo Fernandes (2016), para os concretos com agregado fino de pó de balão, tem-se, na Figura 2, que a barra de número 1 representa o corpo de prova com traço referência (sem agregado fino de pó de balão) na idade de 7 dias, enquanto as barras 3 e 4 representam os corpos de prova com traço referência na idade de 28 dias. A barra 2, por sua vez, representa o corpo de prova com traço substituído por pó de balão na idade de 7 dias, e a barra 5 representa esse mesmo traço na idade de 28 dias. Em todos os valores de resistência à compressão obtidos, considerou-se um erro de  $\pm 0,5$  MPa, proveniente do equipamento utilizado para a medição.

Os ensaios mecânicos de resistência à compressão realizados nos corpos de

prova nas idades de 7 e 28 dias permitiram comparar a resistência do traço referência e do traço substituído nas duas idades estudadas, Figura 2.

Analisando os dados da Figura 2, constatou-se que a adição de apenas 4% em massa do pó de balão com a granulometria estudada promove um aumento na resistência à compressão em ambas as idades estudadas (FERNANDES, 2016). Tal característica é atribuída ao pó de balão que aumenta as propriedades mecânicas do concreto, uma vez que atua preenchendo vazios, incrementando a densidade da argamassa e reduzindo a porosidade na zona de transição argamassa-concreto, ao mesmo tempo em que leva à formação de uma microestrutura mais refinada, conforme Silva (2016), e resistente com uma resistência mínima à compressão de 50 MPa, apta para pavers conforme a ABNT (2013).

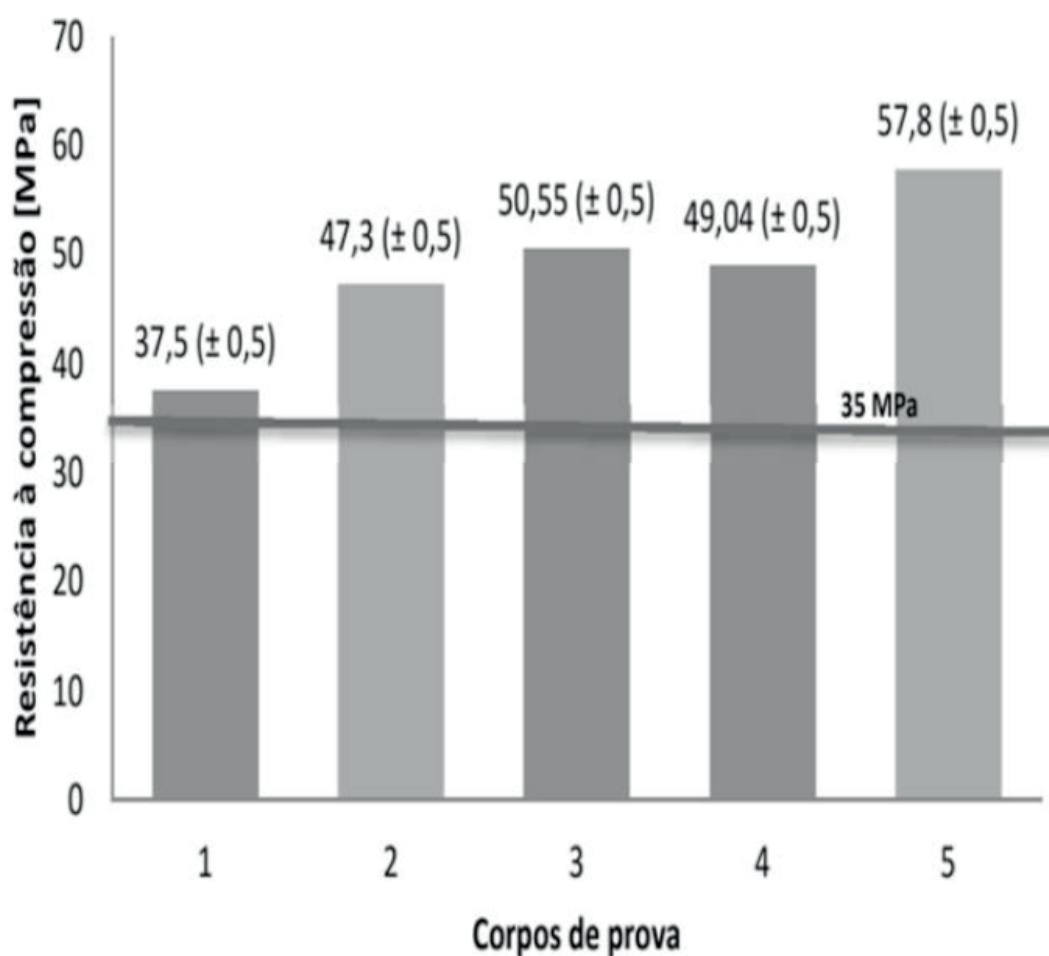


Figura 2 – Resistência à compressão do concreto com agregado fino de pó de balão.

Fonte: Fernandes, 2016.

Os resultados apresentados do PBL apresentados na Figura 2 demonstra o engajamento dos discentes de engenharia nas questões socioambientais e na própria formação como engenheiros na competência de se reutilizar materiais oriundos de rejeitos industriais na construção civil.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os discentes sobre a orientação docente conseguiram atuar na produção de pavers com resíduo de pó de balão que aumentam as propriedades mecânicas do concreto comum para pavimentação. Esse paver produzido com pó de balão, ao mesmo tempo em que reduz a quantidade desse resíduo no meio ambiente, auxilia na produção de um material de menor custo que o tradicional para a construção civil.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Agregados para concreto – Especificação**. NBR – 7211. Rio de Janeiro, 2009.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Peças de concreto para Pavimentação - Especificação e métodos de ensaio**. NBR – 9781. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos sólidos – Classificação**. NBR – 10004. Rio de Janeiro, 2004.
- ARANZABAL, A.; EPELDE, E.; ARTETXE, M. **Monitoring questionnaires to ensure positive interdependence and individual accountability in a chemical process synthesis following collaborative PBL approach**. *Education for Chemical Engineers*, v. 26, p. 58-66, 2019.
- FERNANDES, A. M.; OLIVEIRA, J. A.; GOUVEIA, L. L. A.; de OLIVEIRA, C. A. S.; TEIXEIRA, R. L. P. Estudo da substituição parcial do pó de pedra por pó de balão em blocos pré-moldados de concreto, p. 1475-1480. In: **16th Enemet, Rio de Janeiro**, 2016. ISSN: 2594-4711, DOI 10.5151/1516-392X-27649.
- FERNANDES, S. R. G. **Preparing graduates for professional practice: findings from a case study of Project-based Learning (PBL)**. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 139, p. 219-226, 2014.
- HAMBURG, I.; VLADUT, G. **PBL–Problem Based Learning for Companies and Clusters**. *Transportation research procedia*, v. 18, p. 419-425, 2016.
- LINS, G. A.; CAMELLO, T. C. F.; DE ALMEIDA, J. R. **A ciência e a educação nas questões ambientais**. *Revista Sustinere*, v. 1, n. 1, p. 1024, 2013.
- MARCHIONI, M.; SILVA, C. O. **Pavimento Intertravado Permeável– Melhores Práticas**. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2011.
- NAJDANOVIC-VISAK, V. **Team-based learning for first year engineering students**. *Education for Chemical Engineers*, v. 18, p. 26-34, 2017.
- ORTIZ, D.; HUBER-HEIM, K. **From information to empowerment: Teaching sustainable business development by enabling an experiential and participatory problemsolving process in the classroom**. *The International Journal of Management Education*, v. 15, n. 2, p. 318-331, 2017.
- PROMENTILLA, M. A. B.; LUCAS, R. I. G.; AVISO, K. B.; TAN, R. R. **Problem-based learning of process systems engineering and process integration concepts with metacognitive strategies: The case of Pgraphs for polygeneration systems**. *Applied Thermal Engineering*, v. 127, p. 1317-1325, 2017.
- RABELO, L. S.; RABELO, M. S.; FREIRE, G. S. S., de OLIVEIRA, V. P. V.; LIMA, P. V. P. S. **The**

**experience of PRODEMA in Brazilian postgraduate education: science for sustainability at UFC.** Revista Brasileira de Pós-Graduação, v. 10, n. 21, 2014.

ROVERS, S. F.; CLAREBOUT, G.; SAVELBERG, H. H.; VAN MERRIENBOER, J. J. **Improving student expectations of learning in a problem-based environment.** Computers in Human Behavior, v. 87, p. 416-423, 2018.

SANTOS, J. R. **Betão com agregados grossos reciclados de betão.** Concreto & Construções, v. 37, p. 10-14, 2005.

SEMAN, L. O.; KOEHLER, L. A.; BEZERRA, E. A.; HAUSMANN, R. **MPPTjs: A JavaScript simulator for PV panels used in a PBL application.** Energy Procedia, v. 107, p. 109-115, 2017.

SILVA, A. J. S.; ALVES, D. A. S.; AMORIM, I. M. A.; dos SANTOS, V. A. A. **Desenvolvimento de concreto colorido de alta resistência por meio do uso de pigmentos, cura térmica e pó de quartzo.** Revista Brasileira de Iniciação Científica, v. 3, n. 3, 2016.

TAN, C. P.; VAN DER MOLEN, H. T.; SCHMIDT, H. G. **To what extent does problembased learning contribute to students' professional identity development?** Teaching and Teacher Education, v. 54, p. 54-64, 2016.

TELLES, F. F. G.; de ABREU, E. J. P.; HALASZ, M. R. T.; de ARAÚJO, J. A. Reutilização de resíduos finos oriundos do processo siderúrgico. **In: VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica.** 2009.

TORTORELLA, G.; CAUCHICK-MIGUEL, P. **Combining traditional teaching methods and PBL for teaching and learning of lean manufacturing.** IFAC-PapersOnLine, v. 51, n. 11, p. 915-920, 2018.

WELLINGS, Paula. **School learning and life learning: the interaction of spontaneous and scientific concepts in the development of higher mental processes.** Publicado no website da Stanford University, 2003.

## PETEE CEFET-MG CAMPUS NEPOMUCENO EVIDENCIANDO A PRODUÇÃO ACADÊMICA NA SOCIEDADE

Data de aceite: 13/01/2020

### **Ludmila Aparecida de Oliveira**

ludmila.nepomuceno.cefetmg@gmail.com

Centro Federal de Educação Tecnológica de  
Minas Gerais, Departamento de Elétrica  
Nepomuceno – MG

### **Samuel de Souza Ferreira Terra**

samueldesouzaferreiraterra@gmail.com

Centro Federal de Educação Tecnológica de  
Minas Gerais, Departamento de Elétrica  
Lavras – MG

### **Iago Monteiro Vilela**

iagomvilela@yahoo.com

Centro Federal de Educação Tecnológica de  
Minas Gerais, Departamento de Elétrica  
Nepomuceno – MG

### **Sara Luiza da Silva**

sara.luiiza13@gmail.com

Centro Federal de Educação Tecnológica de  
Minas Gerais, Departamento de Elétrica  
Nepomuceno – MG

### **Reginaldo Barbosa Fernandes**

reginaldo@cefetmg.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de  
Minas Gerais, Departamento de Elétrica  
Lavras – MG

**RESUMO:** O programa de educação tutorial (PET) do Curso de Engenharia Elétrica

do CEFET-MG Campus Nepomuceno, foi instituído em outubro de 2017, com o objetivo de apresentar e desenvolver atividades que envolvam a tríade, pesquisa, ensino e extensão. Neste trabalho serão apresentados os resultados obtidos através de ações realizadas, mencionando também, os projetos e atividades que se encontram em andamento, assim como, expondo as dificuldades encontradas pelos discentes durante a realização das mesmas. Dentre as atividades relatadas, encontram-se palestras, exposições, aulas ministradas, organizações de eventos e trabalhos técnicos. Essas atividades mostraram-se convenientes para enaltecer os mais diversos benefícios do programa, buscando apresentar, de forma clara e objetiva, a importância das produções acadêmicas e científicas desenvolvidas pelo grupo, bem como, contribuir para a qualificação do ensino acadêmico, instruir a sociedade quanto a questões relacionadas à área da Engenharia Elétrica, solidificar o conhecimento através de atividades práticas, promover a interação entre os alunos do CEFET-MG e das demais instituições e incentivar os integrantes a desenvolver habilidades de oratória e trabalho em equipe, estimulando os discentes quanto a sua formação acadêmica e profissional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Grupo PET, Engenharia Elétrica, Ensino, Pesquisa, Extensão.

EVIDENCING ACADEMIC PRODUCTION IN SOCIETY

**ABSTRACT:** The tutorial Education Program (PET) of the electrical engineering course of the CEFET-MG Campus Nepomuceno was instituted in October 2017, with the objective of presenting and developing activities involving the Triad, research, teaching and extension. This paper will present the results obtained through actions, mentioning also the projects and activities that are underway, as well as exposing the difficulties encountered by the students during their performance. Among the activities reported are lectures, exhibitions, classes taught, event organizations and technical works. These activities proved to be convenient to enhance the most diverse benefits of the program, seeking to present, in a clear and objective way, the importance of academic and scientific productions developed by the group, as well as contribute to the Qualification of academic education, instruct society regarding issues related to the area of electrical engineering, solidify knowledge through practical activities, promote the interaction between students of CEFET-MG and other institutions and Encourage members to develop oratory skills and teamwork, stimulating students regarding their academic and professional training.

**KEYWORDS:** PET Group, Electrical engineering, Teaching, Research, Extension.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em conformidade com a Constituição Federal de 1988, é estipulado em seu artigo 207, que é responsabilidade das universidades desenvolver atividades que cultuem ensino pesquisa e extensão. “As universidades gozam de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial, e obedecerão ao princípio de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão” (Brasil, 1996).

O princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão reflete um conceito de qualidade do trabalho acadêmico que favorece a aproximação entre universidade e sociedade, a auto reflexão crítica, a emancipação teórica e prática dos estudantes e o significado social do trabalho acadêmico. A concretização deste princípio supõe a realização de projetos coletivos de trabalho que se referenciem na avaliação institucional, no planejamento das ações institucionais e na avaliação que leve em conta o interesse da maioria da sociedade (ANDES,2003, p.30 apud MAZZILLI; MACIEL, 2010, p. 4)

A indissociabilidade apresenta uma alternativa que reforça as relações entre a comunidade acadêmica e a sociedade, possibilitando o fomento de novos conhecimentos, trocas de experiências e atuando como um agente transformador para pessoas diretamente, ou indiretamente, envolvidas. Nesse contexto, o programa de educação tutorial se torna fundamental para transformação da sociedade bem como da própria universidade.

Criado em 1979, o Programa de Educação Tutorial (PET), é um programa



governamental que visa estimular o ensino, pesquisa e extensão, utilizando métodos que priorizam a construção de práticas educacionais fundamentadas na integralidade do conhecimento, propondo um modelo de tutoria em que os alunos são incentivados a inter-relacionar com a sociedade externa e interna, propondo atividades que visam solidificar o conhecimento e agregar valor social.

Com o crescente desenvolvimento científico-tecnológico, a busca por capacitação profissional impõe ao profissional adversidades as quais é necessário se adaptar. No âmbito das universidades, o grupo PET pode contribuir com competências acadêmicas e profissionais que auxiliam os alunos numa formação integral. “Com isso, o programa passa a ser responsável pela melhoria da qualidade dos cursos de graduação, bem como, implicaria na qualidade desses futuros profissionais no mundo do trabalho” (SOUSA; GOMES JÚNIOR, 2015).

O grupo PET de engenharia elétrica (PETEE) do CEFET-MG, Campus Nepomuceno, fundado em outubro 2017, atualmente é constituído por 8 alunos bolsistas e 2 alunos não bolsistas, que ficam sob gestão de 1 tutor e 3 cotutores, responsáveis por conduzir e planejar as atividades do grupo. O PETEE do Campus Nepomuceno possui ênfase em eficiência energética e tem o objetivo fomentar a formação de Engenheiros Eletricistas acrescentando novos conhecimentos, experiências acadêmicas, profissionais e cidadãs aos alunos, membros do grupo. O grupo pretende ainda, evidenciar e debater temas com a comunidade, a fim de inseri-las no contexto de engenharia elétrica e suas aplicações, propiciando novas experiências tanto para o grupo quanto para a comunidade, estimulando os discentes quanto a sua formação acadêmica e profissional, por meio da pesquisa, ensino e extensão.

Desta forma, o presente artigo tem por objeto descrever as atividades realizadas e idealizadas pelo PETEE, denotando os efeitos provocados nos integrantes do PET bem como para a comunidade interna e externa, do Campus Nepomuceno.

## **2 | DESENVOLVIMENTO**

O Programa de Educação Tutorial tem por objetivo exercer atividades que contemplem a

Tríade ensino, pesquisa e extensão. Dessa forma, o Grupo PET Engenharia Elétrica do CEFET MG Campus Nepomuceno, buscou com a confecção desse artigo, explanar as atividades desenvolvidas pelo Grupo PETEE, bem como aquelas que ainda se encontram em desenvolvimento.

### **2.1 Atividades Desenvolvidas**

Abaixo serão pontuadas as atividades já desenvolvidas pelo Grupo PETEE,

citando a forma com que foram realizadas e as dificuldades encontradas para que as mesmas pudessem ocorrer.

### Criação das mídias sociais

Com a finalidade de aproximar tanto os alunos da graduação e ensino técnico, quanto a comunidade externa, bem como apresentar e expor notícias e trabalhos desenvolvidos pelos petianos e seus tutores, foram criadas as mídias sociais do Grupo PET Engenharia Elétrica Nepomuceno.

As mídias sociais do grupo são compostas por um site e páginas no Facebook e Instagram, que respondem respectivamente aos domínios [www.peteenepomuceno.com](http://www.peteenepomuceno.com), [www.instagram.com/peteecfetnepomuceno](http://www.instagram.com/peteecfetnepomuceno) e [www.facebook.com/PETEENepomuceno](http://www.facebook.com/PETEENepomuceno), onde o público tem acesso a informações pertinentes ao grupo PET, aos petianos, colaboradores, notícias, projetos realizados e em andamento, bem como contato via e-mail ([peteenepomuceno@gmail.com](mailto:peteenepomuceno@gmail.com)).

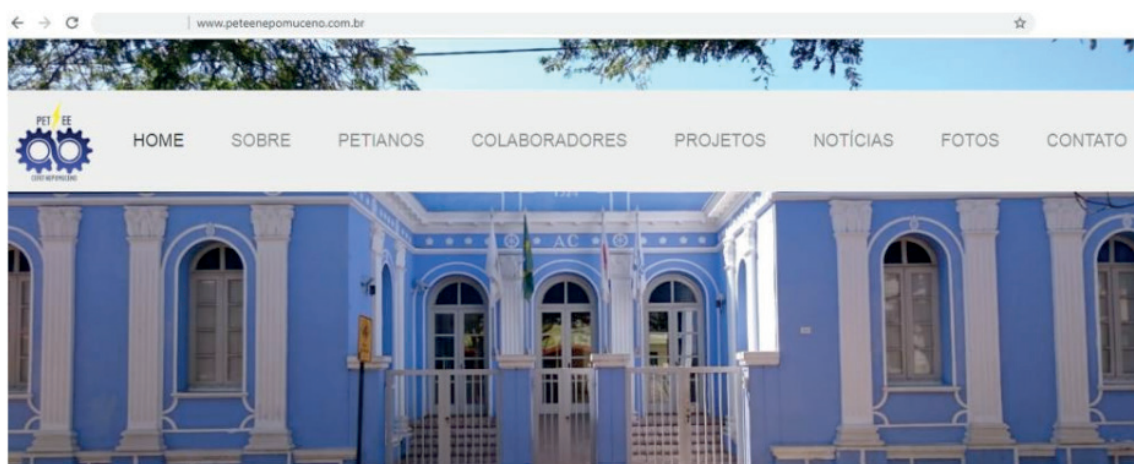


Figura 1 - Site do Grupo PETEE

Fonte: Grupo PETEE Nepomuceno.

### Organização, participações e premiações em eventos

O Grupo PETEE através de seus integrantes apresentou-se em diversos eventos, conseguido, em alguns desses, obter premiações. Abaixo estão listados alguns dos projetos desenvolvidos pelo grupo que foram apresentados em eventos de alta relevância:

- ✓ I ERMAC - I Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional

O Grupo PETEE, através de seus membros marcou presença no I Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, realizado na Universidade Federal de Lavras. O ERMAC é um evento da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional (SBMAC) que tem como objetivo congrega pesquisadores, estudantes e demais interessados em aplicações de conteúdos matemáticos nas mais diversas áreas de conhecimento.

Foram apresentados dois projetos com os temas: “Algoritmo bioinspirado para a solução de problemas de circuitos elétricos”, apresentado pelos, até então, petianos Ana Flávia Rodrigues Lopes e Igor Fonseca, e o aluno, de Engenharia Elétrica, Ualifer Abreu da Silva, sendo orientado pela professora Rosana Massahud e pelo co-tutor Mateus Henrique da Costa e e “Uso do Simulated Annealing no problema de alocação de salas de aula: um estudo de caso no CEFET-MG”, que foi apresentado pelo petiano Leonardo Ricardino, juntamente com o aluno de graduação Denner Mendonça, e orientado pela professora Rosana Massahud.

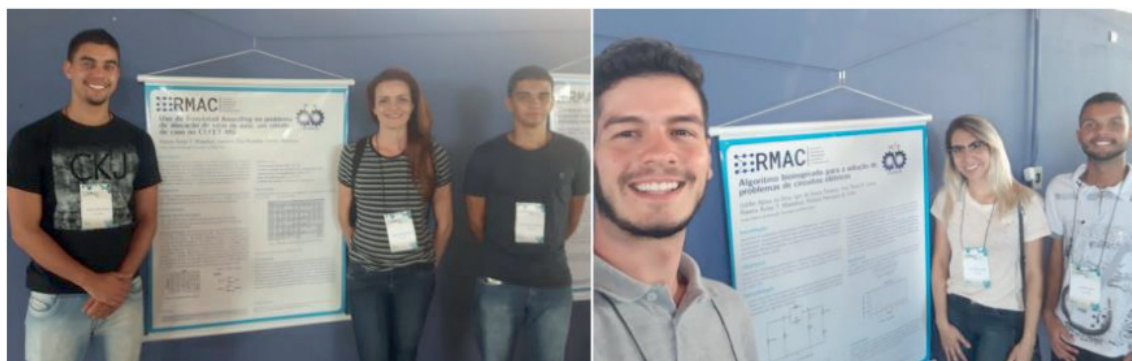


Figura 2 – Apresentação no I ERMAC

Fonte: Grupo PETEE Nepomuceno

#### ✓ META 2018

Com o intuito de divulgar para a comunidade interna e externa os trabalhos de caráter científico e tecnológico desenvolvidos o CEFET-MG realiza, desde 1978, a Mostra Específica de Trabalhos e Aplicações (META). Os integrantes do grupo PETEE participaram da 28ª edição da feira, que aconteceu em 2018 e levaram para a comunidade, com intuito de despertar o interesse e levar conhecimento acerca da engenharia, os projetos realizados pelo grupo. Os projetos apresentados pelo grupo foram:

- Dispositivo Eletrônico Inibidor da Proliferação de Mosquitos, cujos autores são Iago Monteiro Vilela e Sara Luiza da Silva;
- Sistema para Posicionamento Automático de Painéis Fotovoltaicos, cujos autores são Ana Flávia Rodrigues Lopes, Breno Masson Lima e Ludmila Aparecida de Oliveira;
- Construção de um Ohmímetro Analógico de Bobina Móvel, do petiano Igor de Souza Fonseca.

O grupo PETEE obteve premiação em terceiro lugar na categoria Modelo Didático com o projeto Ohmímetro Analógico de Bobina Móvel e também segundo lugar na categoria Ciência e Inovação Tecnológica com o projeto Sistema para Posicionamento Automático de Painéis Fotovoltaicos.



Figura 3 – Integrantes do PETEE durante a META

Fonte: Grupo PETEE Nepomuceno

### ✓ III InterPET

O grupo PETEE participou do III Encontro entre Programas de Educação Tutorial (InterPET) do CEFET-MG, realizado nos dias 16, 17 e 18 de agosto de 2018, no Campus II situado em Belo Horizonte. O objetivo do encontro era cada grupo PET expor seus avanços durante o ano e também comentar as suas metas para o próximo ano. Durante o evento, o grupo PETEE apresentou uma palestra sobre Energia Solar Fotovoltaica no Brasil, e também expôs as atividades desenvolvidas pelo mesmo em seu ano de fundação contemplando o tripé ensino, pesquisa e extensão.



Figura 4 – Integrantes do Grupo PETEE durante o III InterPET

Fonte: Grupo PETEE Nepomuceno

✓ Organização e participação no 1º Congresso de Extensão e Iniciação Científica – Ceic

Com o intuito de divulgar o conhecimento científico e aproximar o CEFET-MG da comunidade externa, os alunos do PET, juntamente com membros do CREA-JR e o Diretório Acadêmico da unidade, elaboraram o Primeiro Congresso de Extensão e Iniciação Científica – CEIC que ocorreu entre os dias 17 e 21 de setembro, no campus Nepomuceno.

Tendo como tema principal “A Engenharia, o interior e o futuro”, o CEIC ofereceu a oportunidade de estudantes aprimorarem e divulgarem o conhecimento através de atividades como minicursos, palestras e mostra de trabalhos. O evento se mostrou aberto às diversas áreas do conhecimento e, nesse sentido, houveram participações de acadêmicos de diversas áreas, tais como Engenharia, Astronomia, Ciência da Computação, etc. Como complemento, ocorreram algumas atividades de lazer como dança e música.

Os alunos do PET, além de participar das atividades, ficaram responsáveis pela organização e credenciamento dos envolvidos. Para auxiliar em tais funções, foi utilizada uma plataforma de organização de eventos acadêmicos e científicos, denominada even3 que conta com um sistema online de inscrição e credenciamento. A utilização da plataforma se mostrou extremamente benéfica e trouxe um carácter mais formal ao evento.



Figura 5 – 1º CeiC

Fonte: ADAPTADO (Diretório Acadêmico do CEFET-MG Campus Nepomuceno)

#### ✓ 1ª Mostra Bial de Extensão

O grupo PETEE participou da 1ª Mostra Bial de extensão do CEFETMG, realizada nos dias 27,28 e 29 de agosto de 2018, no Campus I. O objetivo da mostra era divulgar o CEFET para a comunidade externa e interna, expondo os projetos extensionistas realizados ao longo dos últimos 3 anos, elaborados pelos alunos da instituição. Os extensionistas do CEFET-MG buscam integrar os saberes, a interlocução entre pessoas e comunidades, valorização da diversidade e ressignificação do saber científico em diálogo com os atores sociais.

No evento, o grupo PETEE divulgou as principais vertentes dos grupos PET's do CEFET, que estão relacionadas com a tríade ensino, pesquisa e extensão, foram ainda realizadas durante o evento diversas atividades como: Palestras, workshops, grupos de discussão, seção pôster, dentre outras. Essas atividades proporcionaram a troca de experiências entre alunos, professores e a comunidade externa, bem como o enriquecimento acadêmico para todos. O grupo acredita que, através da extensão é possível conseguir uma maior integração com a comunidade, propiciando experiências dinâmicas e transformadoras.

#### ✓ 14ª Semana Nacional da Ciência e Tecnologia - C&T

O Grupo PETEE, através de seus membros Ana Flávia Rodrigues Lopes e Igor de Souza Fonseca apresentou na 14ª C&T um projeto de iniciação científica juntamente com Ualifer Abreu da Silva com o tema: “Heurísticas Matemáticas Aplicadas ao Problema de Equilíbrio de Cargas entre as Fases de Sistemas Elétricos de Distribuição”.

Este evento contou também com uma palestra ministrada pelos petianos, Leonardo Silva Ricardino, Letícia Soares Santos, Ludmila Aparecida de Oliveira e Samuel de Souza Ferreira Terra, com o tema “Energia Solar Fotovoltaica no Brasil”. A palestra teve como um de seus principais intuítos o de apresentar e informar os presentes no evento acerca das noções básicas de um sistema fotovoltaico, bem como apresentar-lhes seus mais diversos aspectos.

### Divulgação do grupo PETEE

Os integrantes do grupo, juntamente com alguns professores, técnicos administrativos e outros alunos da instituição, aproveitaram o movimento dos dias de domingo na Praça Doutor Augusto Silva, em Lavras-MG, para divulgar os cursos ofertados no campus Nepomuceno, juntamente com o processo seletivo dos cursos técnicos. Esse evento contou com um estande repleto de atrativos como banners, equipamentos específicos de cada curso, e projetos desenvolvidos na unidade. Sendo que os petianos tiveram a oportunidade de contar suas experiências pessoais bem como a função do grupo PETEE na unidade e reforçar a qualidade dos cursos e oportunidades oferecidos, transmitindo assim uma grande confiança em quem passava por ali.

Houve também, a divulgação dos Cursos ofertados pelo Campus Nepomuceno em escolas do município, sendo que os grupos PETEE e Crea-Jr marcaram presença, bem como integrantes do Diretório acadêmico da unidade.



Figura 6 – Divulgação do CEFET-MG Campus Nepomuceno

Fonte: CEFET-MG Campus Nepomuceno

### Cursos, auxílios e palestras

A fim de combater a evasão e minimizar o alto índice de reprovações em disciplinas fundamentais do curso, como Cálculo e Geometria Analítica e Álgebra Vetorial, o Grupo PETEE buscou auxiliar os calouros ofertando uma atividade complementar denominada Nivelamento em Matemática. Foram elaboradas e promovidas aulas semanais cujo conteúdo programático abordava fundamentos de Álgebra, resolução de equações e inequações, potências, logaritmos, geometria analítica e trigonometria.

O grupo PET promoveu ainda um projeto de apadrinhamento destinado também aos alunos ingressantes no primeiro período de Engenharia Elétrica, onde cada integrante do grupo se responsabilizou pelo acompanhamento de dois ou mais alunos, comprometendo-se a disseminar informações sobre o curso, bem como

transmitir materiais de estudo referentes à matriz curricular do primeiro período e esclarecimento de dúvidas relacionadas a projetos, eventos e seminários realizados no Campus.

Objetivando esclarecer dúvidas referentes à Energia Solar Fotovoltaica no Brasil, os petianos, Leonardo Silva Ricardino, Letícia Soares Santos, Ludmila Aparecida de Oliveira e Samuel de Souza Ferreira Terra, ministraram uma palestra abordando tal tema, apresentando e informando os presentes sobre as noções básicas de um sistema fotovoltaico, bem como apresentar-lhes seus mais diversos aspectos.



Figura 7 – Educação e Engenharia

Fonte: Grupo PETEE Nepomuceno

## 2.2 Atividades em Desenvolvimento

Além das atividades expostas anteriormente, existem outras que se encontram em fase de desenvolvimento. Elas foram idealizadas para serem cumpridas ao longo de 2019 e estão listadas a seguir.

### Criação de cartilhas informativas

O Campus Nepomuceno recebe ao longo do ano dezenas de novos alunos. São cinco turmas dos cursos técnicos e mais duas da engenharia. Além dos alunos, ocasionalmente novos professores são contratados. Grande parte desses novatos não possuem afinidade com a cultura local e costumes. Diante disso, estamos trabalhando em um material capaz de contribuir com o processo de integração. Ele será impresso e distribuído durante a primeira semana de aulas. Nele, haverá informações úteis a respeito da instituição e da cidade.

A respeito da instituição, pretendemos agrupar informações que normalmente encontram-se ofuscadas ou dispersas, por exemplo, telefones de contato de setores considerados relevantes, principais eventos que ocorrerão ao longo do ano e horários de monitoria.

Sobre a cidade, pretendemos criar um mapa capaz de destacar localidades úteis como, por exemplo, rodoviária, hospital, mercados, drogarias e espaços de lazer. Ao lado do mapa, haverá, sempre que possível, o telefone de contato e mais informações destes locais.

As cartilhas estão sendo desenvolvidas com a ajuda de softwares como o



Adobe Illustrator e o GIMP e deverão estar prontas para o segundo semestre do ano.

### Organização do IV InterPET e I ERPET

Anualmente, grupos PET de diferentes localidades se encontram com a finalidade de partilhar conhecimentos técnicos e culturais. Estes encontros ocorrem em diferentes instituições e não possuem necessariamente um padrão definido, ficando a cargo do grupo organizador apresentar uma proposta de evento para os demais. Este ano, o PETEE Nepomuceno foi convidado a organizar o IV InterPET CEFET-MG, que é um encontro voltado para os diversos grupos PET da instituição. O evento deverá acontecer nos quatro últimos dias de agosto e contará com diversas atrações como palestras, minicursos, apresentação de trabalhos e atrações culturais.

A organização do evento vem tomando grande parte do tempo de trabalho do grupo, isto porque percebemos, durante a última edição, que há um padrão de qualidade a ser mantido. Nesse sentido, apostamos em inovar: iremos convidar grupos PET de outras instituições para participar do evento.

A ideia de convidar outras instituições tomou uma proporção tão grande que resolvemos instituir o Primeiro Encontro Regional de Programas de Educação Tutorial – I ERPET. Acreditamos que este será um dos maiores encontros regionais, isso porque, somente da instituição, já existem outros 10 grupos que irão participar.

Estamos bastante motivados com os rumos que estes eventos vêm tomando e acreditamos que eles possam atender às expectativas do público.

### Projetos de iniciação científica

Existem dois projetos de iniciação científica em andamento dentro do grupo PET: “Dimensionamento de Sistemas de Geração Fotovoltaicos – Estudo Direcionado ao Município de Nepomuceno-MG” e o segundo intitulado “Estudo Comparativo Entre os Principais Componentes de Sistemas Fotovoltaicos”. Os dois projetos estão de certa forma interligados, porque possuem um propósito em comum: contribuir com a popularização de sistemas solares fotovoltaicos. Ambos os projetos se iniciaram no fim no ano passado e devem ter seus resultados apresentados no segundo semestre de 2019 durante a 15ª Semana de Ciência e Tecnologia do CEFET-MG.

Os resultados obtidos até o momento são bastante satisfatórios, porque já é possível notar que houveram grandes descobertas, por parte dos membros envolvidos. Acreditamos que estas informações poderão contribuir com o processo de diversificação e a redução de custo de produção da energia elétrica, principalmente na região.

### Desenvolvimento de um sistema de posicionamento de painéis fotovoltaicos

Este projeto é uma tentativa de otimizar o processo de geração de energia elétrica através de placas fotovoltaicas. A eficiência desse processo é limitada pela intensidade da irradiação solar que está diretamente relacionada com a posição do sol. Quando os módulos fotovoltaicos se encontram parados, recebem diferentes

níveis de irradiação solar ao longo do dia. A meta do PET é bastante ambiciosa, porque pretendemos criar um sistema, capaz de movimentar as placas de forma que elas fiquem, ao longo do dia, totalmente perpendiculares em relação ao sol. Dessa forma, os níveis de irradiação solar incidente serão maximizados. Para isso, os módulos serão acoplados a estruturas que estarão sujeitas à movimentação horizontal e vertical desencadeada por motores controlados eletronicamente.

O projeto já possui um protótipo, apresentado na figura 8. Ele foi apresentado durante a 28ª Mostra Específica de Trabalhos e Aplicações do CEFET-MG, entretanto ainda possui algumas limitações. Pretendemos apresentar o primeiro exemplar totalmente funcional até o final do segundo semestre do ano de 2019.

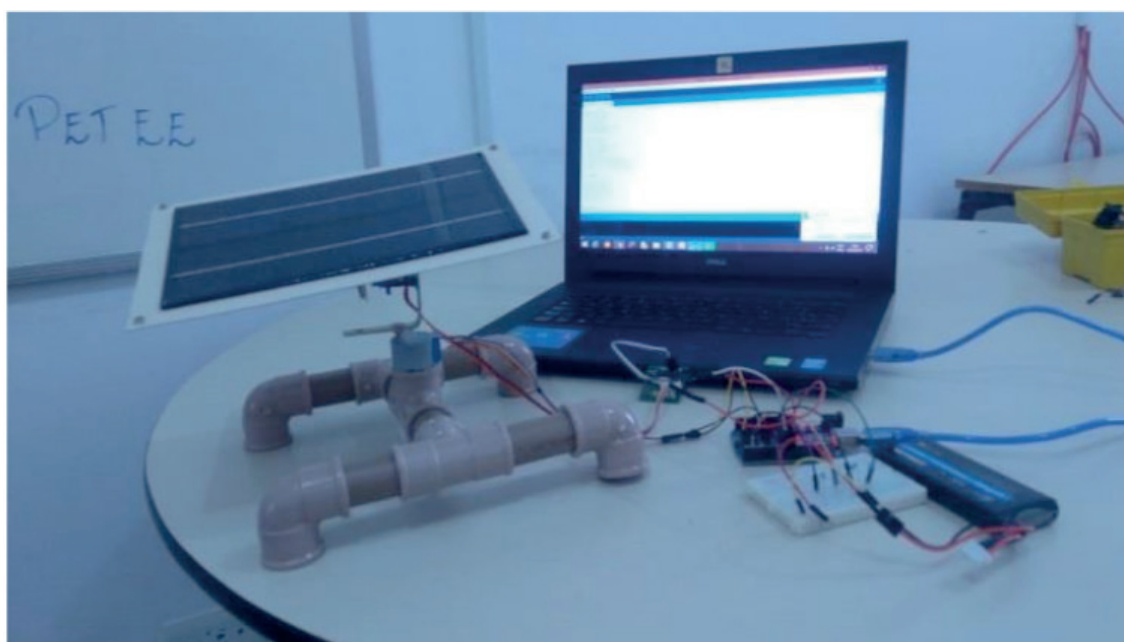


Figura 8 – Desenvolvimento do primeiro protótipo

Fonte: Grupo PETEE Nepomuceno

### Organização de visitas técnicas, palestras e minicursos

No ano de 2018 o grupo PETEE passou por algumas experiências ministrando palestras e ofertando minicursos. Foram práticas que exigiram muito das habilidades do grupo. Ousamos dizer que, dentre todas as atividades, essas foram as mais difíceis e as que mais agregaram conhecimento. Percebemos que transmitir informações é um processo complexo e desgastante, entretanto contribui fortemente com solidificação do aprendizado. Este ano, o grupo pretende elevar estas tarefas a um novo patamar, quer inovar para atingir novos públicos e adquirir novos conhecimentos.

Os eventos serão totalmente gratuitos e terão como público alvo todos os alunos do ensino médio de Nepomuceno-MG e não apenas os alunos do CEFET-MG, conforme aconteceu anteriormente. Elas ocorrerão no segundo semestre do ano e no momento estão em fase de seleção. Os coordenadores dos diferentes cursos técnicos estão colaborando de diversas formas a fim de torna-las atrativas

para toda a comunidade.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PETEE CEFET-MG Nepomuceno oferece para o Campus, inúmeras oportunidades de atividades como minicursos, palestras e realização de eventos. Além disso, os petianos têm levado conhecimento a comunidade externa ao Campus, por meio da realização de atividades que buscam apresentar e informar a população conceitos relacionados à área da Engenharia. Essas atividades estão igualmente divididas no tripé ensino, pesquisa e extensão, voltadas em especial para a área da eficiência energética, e visam o desenvolver conhecimentos que fortalecerão a relação acadêmica e social.

O grupo PETEE impulsiona os discentes em sua formação acadêmica e profissional, concomitantemente traz consigo oportunidades tanto para seus integrantes, quanto para os alunos da graduação, ensino médio integrado e técnico. Para os petianos, cada atividade concluída se torna um engrandecimento da formação acadêmica e pessoal, enaltecendo principalmente o senso de responsabilidade e trabalho em equipe que vem com a organização e execução dessas atividades.

Desde o início do programa, o PET Engenharia Elétrica do Campus Nepomuceno, trouxe vários desafios e aprendizados, por meio das ações executadas, os petianos adquiriram novos saberes e habilidades, como o trabalho em grupo, análises críticas, e o compromisso com a ética e a cidadania. E devido ao contato com a comunidade externa, o grupo solidificou valores que reforçam a consciência social. Através das atividades realizadas ao longo dos anos, desde sua criação, foi possível enfatizar a temática do grupo PETEE e também foi notório o efeito desse grupo na comunidade externa, como por exemplo a abertura do primeiro empreendimento na área de consultoria e instalação de sistemas fotovoltaico, fundado por um ex-docente do Campus.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Emenda constitucional nº11, Art.207 de 30 abril de 1996.

FERREIRA, Suellem Lopes et al. Reflexões sobre ensino, pesquisa e extensão universitária. In: III CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2016, Natal. Disponível em: [http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO\\_EV056\\_MD1\\_SA6\\_ID6765\\_19082016133705.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA6_ID6765_19082016133705.pdf). Acesso em 29 junho 2019

GONÇALVES, N. G. Indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão: um princípio necessário. **Revista Perspectiva**, Florianópolis, v.33, n.3, p. 1229-1256, set./dez. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/viewFile/2175-795X.2015v33n3p1229/pdfa>. Acesso em: 26 junho 2019.

MAZZILLI, S.; MACIEL, A. S. A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão: caminhos de um princípio constitucional. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 33.,2010. Caxambú. Anais..Caxambú, MG: Anped,2010. Disponível em: <http://www.anped11.uerj.br/Indissociabilidade.pdf>. Acesso em: 26 junho 2019.

SOUSA, R.M.; GOMES JÚNIOR, S.R. Programa de Educação Tutorial: Avanços na formação em física no Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.37, n.1, 2015.

## CANVAS FOR DEVELOPMENT OF ACADEMIC PROJECTS IN ENGINEERING: AN APPLICATION IN SOFTWARE ENGINEERING

*Data de aceite: 13/01/2020*

*Data de submissão: 18/10/2019*

### **José Augusto Fabri**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento Acadêmico da Computação  
(DACOM)  
Cornélio Procópio – PR

### **Rodrigo Henrique Cunha Palácios**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento Acadêmico da Computação  
(DACOM)  
Cornélio Procópio – PR

### **Francisco de Assis Scannavino Junior**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento Acadêmico da Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR

### **Wagner Fontes Godoy**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento Acadêmico da Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR

### **Márcio Mendonça**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento Acadêmico da Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR

### **Lucas Botoni de Souza**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Mecânica (PPGEM)  
Cornélio Procópio – PR

**RESUMO:** A literatura científica mostra que, ao longo dos tempos, a humanidade, em um processo lento, reuniu extensas informações que foram traduzidas como conhecimentos. Atualmente, a constante busca por um desenvolvimento tecnológico, que proporcione maior facilidade para realização de tarefas, está presente em vários campos do conhecimento. Dentro deste contexto o Canvas para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos foi concebido. A ideia deste artigo é fornecer subsídios básicos para que você crie uma boa estrutura para o desenvolvimento do seu trabalho acadêmico. Para validar a aplicabilidade do Canvas no desenvolvimento de trabalhos acadêmicos, os autores deste artigo desenvolveram um experimento controlado. O resultado obtido com a execução do experimento foi positivo e levou os autores a publicação do artigo “Quando a programação em pares deve ser adotada em um ambiente empresarial” na Conferência Ibero-americana de Sistemas e Tecnologia da Informação, realizada em 2015.

**PALAVRAS-CHAVE:** Canvas. Trabalhos acadêmicos. Tecnologia da informação.

**ABSTRACT:** The scientific literature shows that, over time, humankind, in a slow process, gathered extensive information that has been translated as knowledge. Currently, the constant search for a technological development, which

provides greater facility for accomplishment of task, is present in several fields of knowledge. Within this context, the Canvas for development academic projects was conceived. The idea of this paper is to provide basic aids for you to create a good framework for the development of your academic work. To validate the applicability of Canvas in the development of academic papers, the authors of developed a controlled experiment. The result with the execution of the experiment was positive. The paper "When programming in pairs should be adopted in a business environment" was published in the Ibero-American Conference on Information Systems and Technology in 2015.

**KEYWORDS:** Canvas. Academic projects. Information technology.

## 1 | INTRODUÇÃO

Na natureza, a sobrevivência de indivíduos está fortemente relacionada com a adaptabilidade dos seres à competição por recursos, em outras palavras, os indivíduos mais bem adaptados à competição por recursos, sobrevivem. Deste modo, adaptar-se às variações do ambiente é imprescindível para garantir a sobrevivência dos indivíduos. Com base na evolução biológica, John Holland publicou o livro "*Adaptation in Natural and Artificial Systems*" (HOLLAND, 1992), considerado atualmente a referência básica sobre Algoritmos Genéticos (AGs).

Ao longo dos tempos, a humanidade mostrou, por meio da literatura científica, que reuniu extensas informações posteriormente traduzidas como conhecimentos. A necessidade levou o ser humano a observar o seu habitat natural e desenvolver utensílios simples, facilitando assim suas atividades cotidianas. Atualmente, a constante busca por um desenvolvimento tecnológico, que proporcione maior facilidade para realização de tarefas, está presente em vários campos do conhecimento. Sendo assim, o progresso científico é produto desta busca constante, na qual o homem procura explicar e desenvolver inferências sobre os objetos que o cercam, com o objetivo de promover novas descobertas (VEUGELERS; WANG, 2019).

A evolução científica de uma área de pesquisa é alicerçada por três ações que estão intimamente ligadas: pesquisar, ensinar e apresentar os resultados da pesquisa (a extensão). O ato de desenvolver pesquisa, imerso em um trabalho acadêmico, deve ser alicerçado por um processo científico.

O processo deve responder a seguinte questão: Como fazer ciência e gerar novos conhecimentos? O repasse dos conhecimentos desenvolvidos na fase de pesquisa caracteriza a fase do ensino. O ato de ensinar tem como objetivo formar novos profissionais e cientistas que busquem soluções para diversos problemas (aplicação do conhecimento). A fase de extensão tem como pretensão apresentar os

resultados à humanidade, fechando assim o ciclo evolutivo do processo científico. Assim, toda e qualquer pesquisa científica (ou trabalho acadêmico) deve trazer um valor agregado, para que a humanidade possa se beneficiar e conquistar melhoria constante em sua qualidade de vida.

O desenvolvimento de trabalhos acadêmicos com qualidade é de vital importância para qualquer sociedade. É com este espírito que o Canvas para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos foi concebido. A ideia é fornecer subsídios básicos para que você crie uma boa estrutura para o desenvolvimento do seu trabalho acadêmico.

Para validar a aplicabilidade do Canvas no desenvolvimento de trabalhos acadêmicos, os autores deste trabalho realizaram um experimento controlado. O resultado obtido com a execução do experimento foi positivo e levou os autores a publicação do artigo “Quando a programação em pares deve ser adotada em um ambiente empresarial” na Conferência Ibero-americana de Sistemas e Tecnologia da Informação, realizada em 2015 (FABRI; L’ERARIO, 2015).

Este artigo está estruturado em 7 seções. A Seção 2 apresenta uma visão geral sobre o Canvas. A Seção 3 coleciona alguns artigos relacionados ao tema proposto. A proposta do Canvas para o desenvolvimento de um trabalho acadêmico pode ser verificada na Seção 4. A Seção 5 apresenta os métodos e procedimentos utilizados para verificar a aderência do Canvas no desenvolvimento de um trabalho científico. A aplicação do Canvas no desenvolvimento de um trabalho científico é apresentada na Seção 6. Por fim, a Seção 7 caracteriza as considerações e conclusões delineadas pelos autores deste artigo.

## 2 | CANVAS

O Canvas foi criado por Alexander Osterwalder, e é caracterizado como uma ferramenta, artefato ou documento utilizado para fomentar ideias de forma simples e rápida. A ferramenta é amplamente aplicada para definir novos modelos de negócio e novos produtos (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2010).

É importante salientar que, um modelo de negócio caracteriza-se como um documento que define a criação e entrega de um produto ou serviço para um determinado cliente. Este produto ou serviço deve possuir um valor agregado. O documento que caracteriza o referido modelo deve responder algumas perguntas. Tais como (GAND, 2018)delivery and capture. Business Model Representation (BMRs:

- Como a empresa irá lucrar com o negócio?
- Quais são os custos do produto ou serviço criado?

- Quem são os clientes da empresa?
- Como o produto irá chegar aos clientes?

Esta ferramenta é composta por 9 áreas que possibilitam a você fomentar ideias e iniciar o seu modelo de negócio. Veja quais são as áreas:

- Proposta de valor;
- Segmentos de clientes;
- Canais de distribuição;
- Formas de relacionamento com os clientes;
- Recursos chaves;
- Atividades chaves;
- Parcerias chaves;
- Despesas e custos;
- Receitas.

Existem três tipos de Canvas que podem ser criados facilmente:

- Canvas econômico: Para criar este tipo de Canvas é necessário possuir apenas uma caneta estereográfica comum e uma folha de papel em branco;
- Canvas profissional: Para criar este tipo de Canvas você necessita de uma caneta estereográfica grossa, um bloco de post-it e o Business Canvas ([https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/fazinoval/slides/FazINOVA\\_canvas.pdf](https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/fazinoval/slides/FazINOVA_canvas.pdf));
- Canvas online: Para criar este tipo de Canvas você necessita de uma conexão à internet e possuir conhecimentos para manipular a ferramenta *canvanizer* (<https://canvanizer.com>).

Um exemplo de um documento Canvas pode ser verificado por meio da Figura 1.





Figura 1 – Canvas tradicional

### 3 | TRABALHOS CORRELACIONADOS

Existem diversos trabalhos publicados na literatura que aplicam o Canvas, de forma adaptada, em diversas áreas do conhecimento. Nesta seção iremos descartar alguns trabalhos publicados na biblioteca digital da IEEE.

Romero *et al.* (2015) utilizam o Canvas para simulação de sistemas. Para verificar a pertinência da ferramenta dentro deste domínio do conhecimento o autores do trabalho realizam um experimento controlado. Os autores concluem que o Canvas pode ser utilizado na simulação de sistemas dentro de contextos específicos, focando principalmente os sistemas de informação.

Já Güemes-Castorena e Toro (2015) aplicam o *Business Model Canvas* (BMC) como ferramenta para o desenvolvimento de produtos estratégicos dentro de uma organização específica. Os autores propõem que o Canvas seja utilizado com o *Technology Roadmap* (TRM). Os autores concluem que existem uma boa aderência entre o BMC e TRM.

Hurtado *et al.* (2015) adaptaram o Canvas para estabelecer uma comunicação efetiva dentro de uma corporação. A proposta possui 5 quadrantes, estes por sua vez são subdivididos gerando um total de 18. O trabalho não deixa claro que a adaptação foi aplicada de forma prática.

Alias *et al.* (2015) utilizaram o Canvas para explorar o potencial de um controle logístico baseado na Internet. O trabalho não propõe adaptações ao Canvas e o utiliza de forma tradicional.

Vidal *et al.* (2016) utilizam o Canvas como ferramenta para efetuar o planejamento

das atividades que serão desenvolvidas no *Problem-Based Learning* (PBL) para as disciplinas ligadas a área de ciência da computação e sistemas de informações. Para verificar a aderência do Canvas como ferramenta de planejamento, dentro do PBL, os autores desenvolveram um experimento controlado com professores. Os resultados coletados indicam que o Canvas foi bem aceito pelos professores e a ferramenta atende minimamente questões inerentes ao planejamento dentro do contexto PBL.

O trabalho de Alexandre e Santos (2018) busca atenuar um dos problemas da metodologia PBL, a falta de ferramentas específicas para ajudar os educadores na tarefa de planejar seu ensino. Os autores propõem uma ferramenta denominada Canvas PBL e um conjunto de cartões destinados a orientar o planejamento do ensino na abordagem PBL. Os resultados iniciais indicam um bom nível de aceitação da ferramenta, bem como indicadores de sua utilidade no planejamento e adoção do PBL.

Por fim, Pitayachaval *et al.* (2017) apresentam uma integração entre os métodos *Quality Function Deployment* (QFD) e *Business Model Canvas* (BMC) para utilizar a proposta de valor para identificar o valor agregado de acordo com as demandas do cliente. Nesse trabalho, os autores utilizaram um estudo de caso na área de odontologia.

#### **4 | CANVAS PARA DESENVOLVIMENTO DE TRABALHOS ACADÊMICOS EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

Ao analisar a literatura é perceptível que existe uma série de adaptações do Canvas desenvolvidas para diversos domínios (ou áreas) do conhecimento. Porém os autores deste trabalho ainda não encontraram nenhuma adaptação do Canvas para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos na área de Tecnologia da Informação. Dentro deste contexto, nesta seção, iremos apresentar uma adaptação do Canvas para o desenvolvimento dos trabalhos acadêmicos na área de tecnologia da informação.

Para construir um Canvas para o desenvolvimento de um trabalho acadêmico é importante que você tenha, em mãos, uma folha de papel sulfite em branco e uma caneta. Divida a folha em 9 quadrantes conforme apresentado na Figura 2. Perceba que a quantidade e o posicionamento dos quadrantes no Canvas para o desenvolvimento de um trabalho acadêmico são idênticos ao Canvas tradicional.

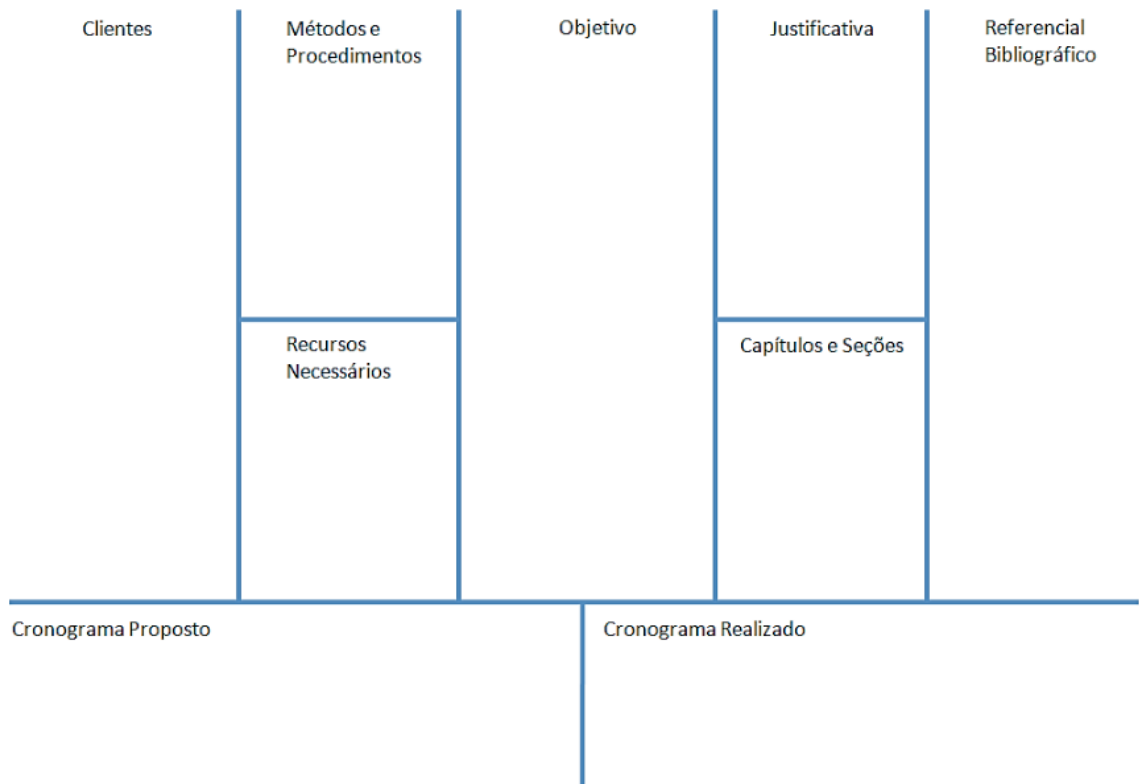


Figura 2 – Canvas para trabalhos acadêmicos

O quadrante “Objetivo do Trabalho” é posicionado no centro do documento. Em sua direita é perceptível as justificativas do trabalho, o referencial bibliográfico e capítulos e as seções. A esquerda é possível verificar os métodos e procedimentos para execução do trabalho, os recursos necessários para o seu desenvolvimento e os clientes (comunidade científica) que serão beneficiados com a publicação do trabalho acadêmico.

O preenchimento do Canvas proposto é dinâmico, possibilitando a atualização constante do mesmo. Quando o Canvas estiver estabilizado você estará na fase final do seu trabalho. A Figura 3 apresenta um Canvas para o desenvolvimento de um trabalho acadêmico preenchido.

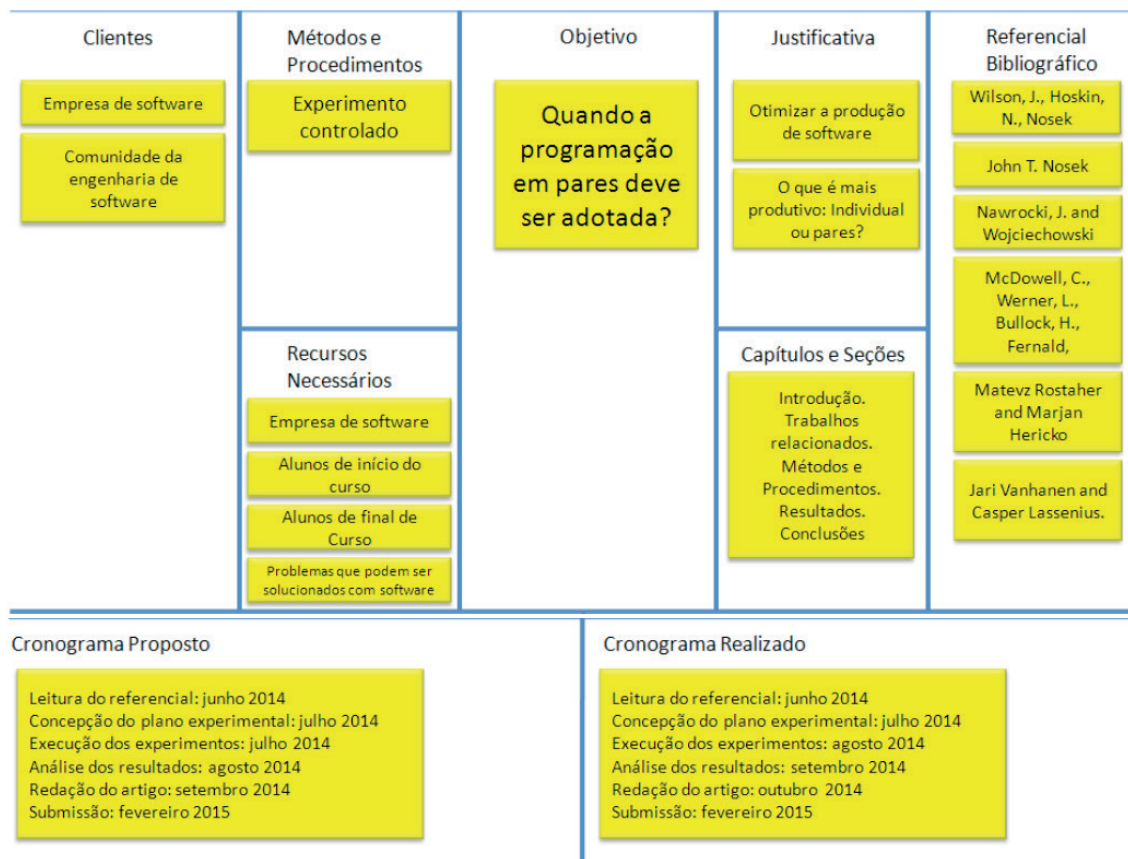


Figura 3 – Canvas para trabalhos acadêmicos preenchido

Ao analisar a Figura 3 é possível verificar que o Canvas deve ser preenchido com *post-its*, fato este que garante a caráter dinâmico do mesmo.

Por fim, é importante salientar que não existe uma ordem para efetuar o preenchimento do Canvas com os *post-its*, os autores deste trabalho iniciam o preenchimento a partir do quadrante “Objetivo”, posteriormente os quadrantes “Justificativa” e “Referencial Bibliográfico”.

## 5 | MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Para verificar a aplicabilidade do Canvas para desenvolvimento de trabalhos acadêmicos na área de TI, os autores deste trabalho caracterizaram um experimento controlado com o objetivo de gerar uma publicação para a Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação.

É importante ressaltar que método de pesquisa experimental realiza teste das hipóteses por meio de um experimento controlado, projetado de forma a produzir dados necessários, podendo ser realizado em laboratório ou no próprio campo.

Para utilizar o referido método é necessário executar as seguintes atividades:

- a. Definição da hipótese;
- b. Concepção do protocolo experimental. Conjunto de regras ambientais e comportamentais na qual se enquadra o experimento;

- c. Execução do experimento;
- d. Análise dos resultados (mapeado em uma seção específica devido à sua importância).

a. Definição da hipótese: Para verificar a aplicabilidade do Canvas, os autores deste trabalho definiram a seguinte hipótese:

*H1*: É possível aplicar o Canvas para efetuar o desenvolvimento de um trabalho acadêmico.

b. Protocolo experimental

Para a concepção do protocolo experimental e necessário:

- Definir o ambiente do experimento. Nesta etapa os pesquisadores devem responder a seguinte questão: O experimento será realizado no laboratório ou no próprio campo do conhecimento?
- Configurar o ambiente: A execução deste passo prevê:
  - 1) Definição das entidades envolvidas nos experimentos (pessoas, software ou componentes);
  - 2) caracterização das entidades (idade, formação, local de trabalho...);
  - 3) Definição da amostra (quantidade de entidades envolvidas no experimento);
  - 4) definição da forma de coleta das informações (aplicação de questionário, observação direta das entidades, avaliação dos resultados gerados segundo um conjunto de critérios.);
  - 5) Validação das informações (as informações geradas possuem consistência, são passíveis de generalização?).

As informações inerentes ao protocolo experimental podem ser verificadas no Quadro 1.

<b>0. Ambiente (Campo conhecimento) do</b>	Grupo de pesquisa de Gestão e Tecnologia da Informação – GTI – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procopio - UTFPR – CP ( <a href="http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/9117429043346548">http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/9117429043346548</a> ). O grupo mantém o Laboratório de Inovação (LABINOV) da Universidade. Os pesquisadores do laboratório se caracterizam como autores deste trabalho. O experimento foi realizado dentro do LABINOV. O mesmo pode ser realizado também em uma sala de aula com uma folha de papel sulfite o <i>post-its</i> .
<b>1. Entidades</b>	Professores
<b>2. Caracterização</b>	2.1. Formação: Todos os professores que participaram do experimento possuem título de doutorado. 2.2. Local de trabalho: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procopio. 2.3. Ocorrência temporal e sequenciamento das atividades desenvolvidas: A redação do artigo ocorreu de forma evolutiva e a troca dos <i>post-its</i> nos quadrantes foi realizada de forma constante. O Canvas foi gerado concomitantemente com a redação do artigo.

<b>3. Definição da amostra</b>	4 professores
<b>4. Forma de coleta das informações</b>	Observação direta do Canvas, verificando a evolução do artefato e do trabalho.
<b>5. Validação</b>	O critério de validação do experimento é a submissão e a publicação do artigo gerado com a ajuda do Canvas para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos.

Quadro 1 – Protocolo experimental

## 6 | EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO DO CANVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE TRABALHOS ACADÊMICOS

Iniciaremos a construção do Canvas para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos com o preenchimento do quadrante “Objetivo”. Lembrando que o objetivo de nosso trabalho é responder a seguinte questão: Quando a programação em pares deve ser adotada? O círculo azul da Figura 4 ilustra o preenchimento do referido quadrante.

É importante salientar que não existe uma ordem para preenchimento dos quadrantes, a natureza do Canvas é ser dinâmico, e é este dinamismo que exige o artefato de uma ordem de preenchimento.

Após preencher o quadrante “Objetivo” deve-se delimitar o quadrante “Justificativa”; esta ação pode ser verificada por meio do círculo vermelho (Figura 4).

Outra informação de extrema importância é definir o cliente de seu trabalho acadêmico. Você irá contribuir com quem? Quem é o seu interlocutor? Estas questões são importantes e irão delinear o quadrante “Clientes”.

Tendo em vista que o nosso objetivo é verificar quando a programação em pares deve ser adotada, o nosso principal cliente são empresas da área de produção de software e a comunidade acadêmica da engenharia de software. Veja o preenchimento do quadrante clientes pelo círculo verde da Figura 4.

Após delinear o quadrante clientes, você deve definir o seu referencial bibliográfico, ou seja, quais são os autores que escreveram sobre publicação em pares. O referencial bibliográfico para o trabalho acadêmico apresentado nesta seção pode ser verificado por meio do círculo preto da Figura 4.

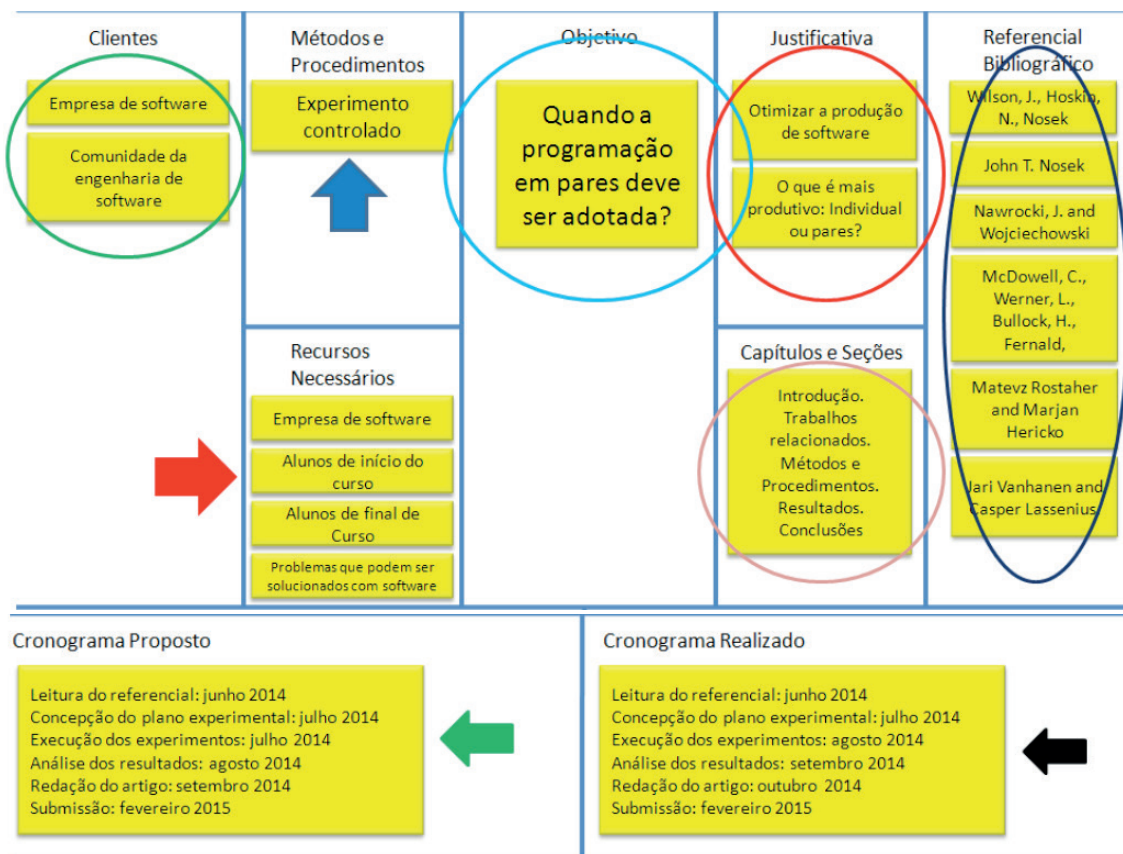


Figura 4 – Preenchimento do Canvas para o Desenvolvimento de um Trabalho Acadêmico

É importante neste momento realizar a leitura de todo o referencial bibliográfico, após a realização da leitura você pode ter novas ideias e realizar alterações em todos os outros quadrantes. Lembre-se que o Canvas é um artefato dinâmico. Após definir o quadrante referencial bibliográfico, partimos para a definição das seções que irão compor o artigo. O preenchimento do quadrante capítulos e seções pode ser verificado pelo círculo rosa da Figura 4.

Ao analisar o preenchimento do quadrante “Capítulos e Seções” é necessário preencher o quadrante “Métodos e Procedimentos”. É importante salientar que todo trabalho acadêmico deve possuir esta seção. Em nosso trabalho acadêmico iremos executar 7 experimentos controlados. Fato este que reflete no preenchimento do quadrante métodos e procedimentos (vide seta azul da Figura 4).

Para realizações dos experimentos é necessário possuir as empresas da área de produção de software que estão dispostas a participar. Nosso trabalho também envolve alunos do início do curso e alunos de final de curso, além de problemas inerentes a programação de computadores. Estes itens compõem o quadrante “Recursos Necessários” (vide seta vermelha da Figura 3).

Resta-nos preencher os dois últimos quadrantes, o “Cronograma Proposto” e o “Cronograma Realizado”. Lembre-se que o cronograma proposto deve conter as atividades que serão executadas para a confecção do trabalho.

Para executar a redação de nosso trabalho científico iremos realizar a seguintes

atividades:

- Leitura do referencial bibliográfico;
- Concepção do plano experimental;
- Execução dos experimentos;
- Análise dos resultados;
- Redação do artigo;
- Submissão do trabalho.

O preenchimento do quadrante “Cronograma Proposto” pode ser verificado por meio da seta verde da Figura 4. Neste momento terminamos nosso planejamento para redação do artigo e iniciamos a fase de execução. Durante a execução é possível alterar o conteúdo dos quadrantes. Por fim, após executar cada atividade proposta, você deve preencher o quadrante “Cronograma Realizado” (seta preta da Figura 4). O preenchimento total deste quadrante pode ser verificado por meio da Figura 4.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentou basicamente como operacionalizar o Canvas para o desenvolvimento de um trabalho acadêmico. Lembrando que o trabalho acadêmico requer experiência e maturidade do pesquisador.

É importante salientar novamente que o Canvas é uma ferramenta utilizada para fomentar ideias e gerar modelos de negócio. Neste trabalho o Canvas foi adaptado e aplicado ao desenvolvimento de um trabalho acadêmico.

O Canvas para trabalho acadêmico possui o mesmo formato do Canvas tradicional, e é caracterizado como um artefato dinâmico, fato este que possibilita evoluí-lo constantemente.

A Figura 3 apresenta todo o planejamento realizado para a redação de um artigo científico. Se você tiver a curiosidade, você pode ler o artigo na íntegra a partir do link - <https://goo.gl/m37os4>. Ressaltamos que este artigo de Fabri e L’Erario (2015) foi publicado na Conferência Ibero-americana de Sistemas e Tecnologia da Informação em 2015.

Desse modo, é possível qualificar a proposição: “é possível aplicar o Canvas para efetuar o desenvolvimento de um trabalho acadêmico” como verdadeira. Por fim, futuros trabalhos endereçam a generalização da ferramenta no desenvolvimento de outras áreas da engenharia.



## 8 | AGRADECIMENTOS

O Bolsista CAPES/BRASIL (processo 88887.354058/2019-00) agradece o apoio financeiro da Fundação Araucária, da Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI-PR), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Cornélio Procópio e do Governo do Estado do Paraná.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, G. H. S.; SANTOS, S. C. **PBL planner toolkit: A canvas-based tool for planning PBL in software engineering education**. Proceedings - International Conference on Software Engineering. **Anais...**Gothenburg, Sweden: IEEE, 2018.
- ALIAS, C. et al. **Generating a business model canvas for Future-Internet-based logistics control towers**. 2015 4th International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT). **Anais...** Valenciennes, France: IEEE, 2015.
- FABRI, J. A.; L'ERARIO, A. **When the pair programming should be adopted in a business environment**. 2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). **Anais...**Aveiro, Portugal: IEEE, 2015.
- GAND, K. **Towards conceptual enhancements of the business model canvas: The case of health information technology**. 2018 IEEE 20th Conference on Business Informatics (CBI). **Anais...**Vienna, Austria: IEEE, 2018.
- GÜEMES-CASTORENA, D.; TORO, M. A. **Methodology for the integration of Business Model Canvas and technological road map**. 2015 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). **Anais...**Portland, OR, USA: IEEE, 2015.
- HOLLAND, J. H. **Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control and Artificial Intelligence**. 1. ed. Cambridge, USA: MIT Press, 1992.
- HURTADO, J. C. H. et al. **Communications and corporate social responsibility: A canvas to build its strategy**. 2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). **Anais...**Aveiro, Portugal: IEEE, 2015.
- OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers**. 1. ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley and Sons, 2010.
- PITAYACHAVAL, P.; CHITTRAKOOL, K.; ARJHARN, W. **Integration of Business Model Canvas (BMC) and Quality Function Deployment (QFD) to design product**. 2017 4th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2017. **Anais...**Nagoya, Japan: IEEE, 2017.
- ROMERO, M. C.; VILLALOBOS, J.; SANCHEZ, M. **Simulating the business model canvas using system dynamics**. 2015 10th Computing Colombian Conference (10CCC). **Anais...**Bogota, Colombia: IEEE, 2015.
- VEUGELERS, R.; WANG, J. Scientific novelty and technological impact. **Research Policy**, v. 48, n. 6, p. 1362–1372, 2019.
- VIDAL, T. C.; DOS SANTOS, S. C.; CARVALHO, R. S. **PBL-Tutor Canvas: A tool based on Backward Design to plan PBL in Computing Education**. 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). **Anais...**Erie, PA, USA: IEEE, 2016.

## ESAE – ENSINO SISTEMÁTICO, ADAPTATIVO E EXPERIMENTAL: UMA NOVA ABORDAGEM INTERATIVA PARA GERENCIAR AMBIENTES DE APRENDIZAGEM NA ERA DIGITAL

Data de aceite: 13/01/2020

### **Juliana de Santana Silva**

Universidade Federal da Bahia  
Salvador - Bahia

### **Herman Augusto Lepikson**

Universidade Federal da Bahia  
Salvador – Bahia

### **Armando Sá Ribeiro Júnior**

Universidade Federal da Bahia  
Salvador - Bahia

**RESUMO:** A Era digital, com nova dinâmica e baseada em novos conceitos tecnológicos, tem modificado rápida e profundamente os sistemas de produção, de serviços bem como a organização do trabalho. Mudanças contínuas sem precedentes é a principal característica deste período. Os sistemas de ensino precisam ter sensibilidade e capacidade de se adaptar a estas mudanças. Em contrapartida, nos últimos anos um arsenal de metodologias e tecnologias de ensino tem sido disponibilizados, com implementações e resultados díspares. Nota-se a necessidade de um suporte metodológico apto a auxiliar na gestão educacional de modo a permitir a implementação eficaz e evolução segura dos futuros e necessários ambientes de ensino e aprendizagem. Nessa perspectiva, este trabalho propõe um método, baseado na

Teoria dos Sistemas Adaptativos Complexos, para auxiliar a gestão de sistemas de ensino dos cursos de engenharia e de fundamentos tecnológicos, na Era Digital. Denominado como Ensino Sistemático, Adaptativo e Experimental – ESAE, este método fornece diretrizes para seleção de recursos, implementação, avaliação e evolução de sistemas de ensino modulares, flexíveis, versáteis personalizados e adaptáveis. **PALAVRAS – CHAVE:** Ensino, Aprendizagem, Era digital, Complexidade

### SAET - SYSTEMATIC, ADAPTIVE AND EXPERIMENTAL TEACHING: A NEW INTERACTIVE APPROACH TO MANAGING LEARNING ENVIRONMENTS IN THE DIGITAL AGE

**ABSTRACT:** The digital age, with new dynamics and based on new technological concepts, has rapidly and profoundly modified the systems of production, services and the organization of work. Unprecedented continuous changes are the main feature of this period. Education systems need to have the sensitivity and ability to adapt to these changes. However, in recent years an arsenal of teaching methodologies and technologies has been made available, with disparate implementations and results. There is a need for methodological support able

to assist in educational management in order to allow the effective implementation and safe evolution of future and necessary teaching and learning environments. In this context, this work proposes a method, based on the Theory of Complex Adaptive Systems, to assist the management of education systems of engineering courses and technological foundations, in the Digital Era. Named as Systematic, Adaptive and Experimental Teaching - ESAE, this method provides guidelines for resource selection, implementation, evaluation and evolution of modular, flexible, versatile and adaptable adaptive teaching systems.

**KEYWORDS:** Teaching, Learning, Digital age, Complexity

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, o mundo experimenta uma era caracterizada por acentuadas e rápidas mudanças em todos setores da sociedade. A evolução, o sucesso e até mesmo a sobrevivência de organizações e pessoas nas mais diversas áreas está diretamente relacionada a capacidade de adaptação aos novos contextos. A crescente disponibilização de tecnologias disruptivas e conceitos emergentes (*Big data*, Internet das coisas, inteligência artificial e outros) modificam as formas de produção, disponibilização dos serviços (PEREIRA; ROMERO, 2017) e organização do trabalho (BONEKAMP, 2015).

Nesse sentido, um dos principais desafios dos sistemas de ensino é conceber modelos capazes de formar indivíduos com a habilidade de se adaptar, rapidamente, as constantes mudanças que ocorrem com velocidade sem precedentes na história. A fim de atender as necessidades provenientes do período, conhecido como Era Digital, os sistemas de ensino precisam passar por modificações profundas. Nesse contexto, o ensino de engenharia será certamente uma das áreas mais afetadas por estas mudanças.

Por outro lado, a necessidade de reestruturar os sistemas de ensino tem ensejado a elaboração de novas diretrizes curriculares para os cursos de engenharia. As novas diretrizes propõem uma série de alterações, entre elas algumas metodológicas dos processos de ensino e avaliação. Apesar do arsenal metodológico existente, nota-se a necessidade de um suporte metodológico melhor orientado a gestão de sistemas de ensino e aprendizagem, de modo a permitir a seleção de recursos, bem como sua implementação e evolução de forma segura e eficaz.

Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo apresentar um método para auxiliar a gestão de sistemas de ensino na era digital, definido como: Ensino Sistemático, Adaptativo e Experimental - ESAE. Este método está fundamentado na Teoria dos Sistemas Adaptativos Complexos e nas necessidades do ensino na era digital, como explicado a seguir.

## 2 | ENSINO NA ERA DIGITAL

O acesso aberto e o crescimento exponencial de informações produzidas têm modificado as exigências no setor do trabalho. Fica evidente que, diferentemente de décadas, a aquisição de conhecimentos de uma determinada área não é suficiente para garantir a atuação no mercado de trabalho ao longo da vida (GÓMEZ-PABLOS et al., 2017). Necessitando, desta forma, uma educação que considere a necessidade de ensino continuado.

Além disso, observa-se que é necessário considerar também as consequências do uso de plataformas colaborativas e de alta exposição de uma diversidade de conteúdo. Em razão disso, ensino deverá ser capaz de promover formação de consumidores críticos de conteúdo.

Em função da disponibilização de plataformas colaborativas e das novas tecnologias de comunicação, a configuração do fluxo de informação não é mais centralizada e hierárquica. Em consequência, a dinâmica de aprendizagem tende a ser colaborativa e passa a ocorrer de forma distribuída (BOUARAB-DAHMANI; TAHI, 2015).

Outro impacto do uso das tecnologias e da disponibilidade de informações é a possibilidade de conduzir um processo de ensino e aprendizagem assíncrono e personalizado (IPEK; ZIATDINOV, 2017). Desta forma, o ritmo, local e formatos e veículos da aprendizagem podem ocorrer de acordo com as características e conveniências individuais do aluno.

Há de se considerar ainda o impacto do uso cada vez mais abrangente de técnicas apoiadas pela inteligência artificial (IA), que está modificando diversas configurações no setor de trabalho. Muitas profissões, inexistentes no passado surgem em período de tempo relativamente menor ao tempo de formação. Desta maneira, a solução não pode residir apenas na disponibilização de novos cursos e especializações. Por esse ângulo, o ensino deverá não apenas ser adaptativo, mas também ser flexível, considerando possibilidades dentro de um curso, conforme as preferências dos alunos e as necessidades do mercado.

Outro impacto da IA no âmbito do trabalho é a tendência da redução de intervenção humana nos processos (TVENGE; MARTINSEN, 2018). Por esta razão, considerar o desenvolvimento do pensamento empreendedor é fundamental para que no futuro os alunos tenham a capacidade de criar oportunidades em um mundo cada vez mais dinâmico.

Outra característica que o ensino deverá agregar é a versatilidade. Ao mesmo tempo que este deverá propiciar o desenvolvimento de competências, deverá também promover o desenvolvimento de atividades que agreguem valor, seja econômico, social ou acadêmico.

Para viabilizar uma educação com as características decorrentes dos impactos da Revolução Digital nota-se que, o uso de metodologias ativas (BARBOSA, 2014) como suporte é fundamental. Além disso, a metodologia de ensino na qual se fundamente esse novo modelo de ensino deverá ter a capacidade de se adaptar as características dos alunos nos processos de ensino e aprendizagem.

O novo modelo de ensino envolve também novos métodos de avaliação, que deverão modificar a sua forma e objetivo. Estes métodos passarão, com frequência, a qualificar e quantificar os progressos e necessidades cada vez mais específicos, e ao mesmo tempo, armazenar e incorporar nos processos de ensino e aprendizagem orientando as mudanças, decisões e progressos no sistema de ensino.

A formação de profissionais com a capacidade de adaptar a este contexto é uma outra característica importante. Compreender o conceito de aprendizagem e como ele pode ser potencializado é fundamental. A aprendizagem é resultante de processos cognitivos que integram a atenção, memória e cognição (SLOAN; NORRGRAN, 2016; SHING; BROD, 2016).

A atenção é a capacidade de responder a estímulos sensoriais em detrimento de outros, possuindo um caráter direcional e seletivo. Esta capacidade é o fio condutor para o ensino. Gabriel (2016) afirma que o filtro, ou seja, a seletividade desse processo está diretamente relacionada com a motivação e interesse. Desta maneira, pode-se afirmar que processos que consideram a forma de disponibilização de conteúdos mais plurais e personalizadas possibilitam a potencialização da aprendizagem, considerando este critério.

Por outro lado, a memória é um dos fatores do aprendizado responsável por aquisição, retenção e recordação de informações. Shing e Brod (2016) defendem que o desenvolvimento da competência relacionadas à aquisição de informações podem ser potencializados quando vinculadas a conhecimentos pré-existentes. Nota-se que, em razão disso, currículos, disciplinas que incluem a integração tendem a propiciar um ensino mais eficaz no tocante a esse critério.

A cognição é o processo relacionado a processamento de informações para construção do pensamento crítico e reflexivo. Para Sloan e Norrgran (2016) o desenvolvimento das estruturas cognitivas só ocorre quando é exposto a situações que estimulam a cognição, tais como a situações que exijam a análise e resolução de problemas. Em razão disso, pode-se dizer que o uso de problemas para fundamentar o ensino é a chave do desenvolvimento da cognição.

Assim, conclui-se que os sistemas de ensino na Era digital deverão ser: adaptáveis, flexíveis, versáteis, personalizáveis, fundamentado em metodologias ativas, baseadas em problemas, cujos processos de avaliação deverão ser integrados ao processo de ensino. Além disso, deverá favorecer o aprendizado ao longo da vida e o empreendedorismo.

### 3 | AMBIENTES DE ENSINO E APRENDIZAGEM COMO SISTEMAS COMPLEXOS ADAPTATIVOS

Os sistemas adaptativos complexos são utilizados em diversas áreas da ciência, por esta razão não há uma definição formal e sim diversas abordagens na literatura relacionadas a essas áreas (LEITE, 2004). De modo geral, estes sistemas caracterizados por: (i) ser uma classe de sistemas, ou seja, conjunto de partes que interagem para alcançar objetivos; (ii) complexidade: as partes constituem subsistemas cujas entradas e saídas são relacionadas de forma não linear; (iii) organização em níveis; (iv) auto-organização; (v) adaptação e; (vi) evolução.

Ao analisar as características de ensino na era digital, nota-se a sua natureza complexa, adaptativa e sistêmica. Outrossim, a evolução e aprendizagem deste modelo de ensino é um processo experimental. Nesse sentido, os sistemas de ensino e aprendizagem de cursos de engenharia, na era digital podem ser analisados como um sistema complexo adaptativo, conforme a Figura 1.

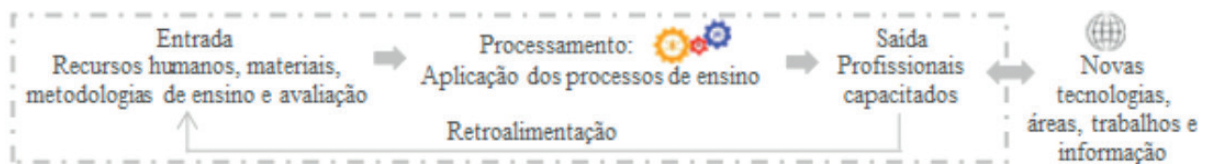


Figura 1 – Sistemas de Ensino e Aprendizagem na Era Digital como Sistemas Complexos Adaptativos Fonte: Autoria própria

Os ambientes de ensino são partes de um sistema maior, o sistema educacional. Além disso, eles são compostos por subsistemas com processamento também desta natureza, o processamento cerebral orientado a aprendizagem. Em contrapartida, uso de metodologias ativas, ao transferir a autonomia aos alunos, confere aos futuros ambientes de ensino a imprevisibilidade e não linearidade. Afim de promover um ensino eficaz, em razão das mudanças dinâmicas, o ensino na era digital deverá ser: aberto, interagir com ambientes externos; adaptável e capacidade evolutiva: ser sensível e se modificar conforme as mudanças internas e externas aos sistemas, tais como novas tecnologias e áreas emergentes.

A aprendizagem também é um processo complexo adaptativo (MOROWITZ, 2018; CHIVA-GÓMEZ, 2003). O processamento cerebral orientado a aprendizagem, é aberto e interage com o ambiente, recebendo informações de diversos formatos. Ao mesmo tempo este processo é um adaptativo, com auto-organização, uma vez que as estruturas cerebrais se reorganizam conforme a experiência em processo denominado neuroplasticidade. A compreensão dos processos de aprendizagem, evolução e a imprevisibilidade inerente ao processo são um dos principais desafios da gestão de ambientes desta natureza. Além disso, os sistemas deverão permitir a análise de lacunas e acompanhamentos de progressos de aprendizagem.

Analisando o comportamento dos sistemas de ensino descritos, nota-se a necessidade de um suporte metodológico para gerir estes ambientes. Assim, é proposto um método que oferece suporte para seleção de recursos, implementação, avaliação e evolução de sistemas de ensino modulares, flexíveis, versáteis personalizados e adaptáveis. O detalhamento e definição deste método é apresentado a seguir.

#### 4 | ESAE – ENSINO SISTEMÁTICO, ADAPTATIVO E EXPERIMENTAL

O Ensino Sistemático, Adaptativo e Experimental é proposto como um conjunto de diretrizes que objetivam orientar a gestão dos processos de ensino de disciplinas de engenharias e de cursos com fundamentos tecnológicos, na Era Digital. Este método é estruturado em quatro passos, ilustrados na Figura 2, cujo detalhamento apresentado a seguir.



Figura 2 – Ensino Sistemático Adaptativo e Experimental – ESAE

Fonte: Autoria própria

##### 4.1 Etapa 1 – Conhecendo a Classe

Esta etapa é destinada ao conhecimento do perfil da turma para a qual será elaborado o planejamento de ensino. Deve-se conhecer as experiências profissionais e acadêmicas dos alunos, ou seja, se possuem ou não vínculo com grupos de pesquisa ou projetos extras curriculares de outra natureza. Além disso, deve-se avaliar o nível de conhecimento prévio do aluno através de testes para a avaliação de competências.

Outra informação a ser avaliada é o perfil cognitivo do aluno. Nesta análise são avaliados os elementos que definirão os estilos de aprendizagem, estilos de raciocínio e comportamento (JUNIOR et al., 2010).

##### 4.2 Etapa 2 – Seleção de Recursos e Modularização da Disciplina

A fim de promover um sistema de ensino flexível à modificações e atualizações, propõe-se estruturar a disciplina em competências. As competências são estabelecidas por: (i) conhecimentos: informações que fundamentam a disciplina; (ii) habilidades: comportamentos requeridos para aplicação da disciplina; e (iii) atitudes:

objetivos para quais os conhecimentos e atitudes são direcionados. Codificar competências bem com estabelecer disciplinas e outras competências de interface facilita a manipulação de dados e viabiliza a rápida reorganização do sistema. Um exemplo de aplicação de modularização da disciplina Resistência dos Materiais I – R1 é apresentado no Quadro 1.

Conhecimento		Habilidades		Atitudes		Competências de R1 relacionadas	Disciplinas de interface com a competência
C1	Esforço Normal	H1	Compreender o comportamento mecânico de estruturas submetidas ao esforço normal.	A1	Dimensionar e Avaliar a capacidade resistente de estruturas sujeitas a esforço normal	Dimensionar e avaliar capacidade resistente de estruturas sujeitas a esforços combinados.	Resistência dos Materiais 2; Hiperestática; Projeto de Estruturas Metálicas e de Concreto
		H2	Compreender a formulação que descreve o comportamento mecânico das estruturas submetidas ao esforço normal: hipóteses simplificadoras do modelo e significado físico da descrição matemática do modelo.				

Quadro 1 – Aplicação exemplo de modularização na disciplina R1

Fonte: Autoria própria

Em função das competências estruturadas, os recursos de ensino podem ser selecionados. Para facilitar os processos de atenção, motivação e memória, sugere-se selecionar materiais que estejam relacionados ao perfil do aluno (informações pessoais e perfil cognitivo). Os formatos de materiais (vídeos, textos e etc.) estão relacionados com os estilos de aprendizagem (visual, auditivo e sinestésico). Enquanto associar os materiais a experiências pessoais, otimiza os processos de memória.

Atualmente existem diversas metodologias ativas disponíveis na literatura, tais como: (a) Aprendizagem Baseada em Projetos: esta metodologia utiliza projetos para promover a aprendizagem relacionando conhecimento a investigação (KOLMOS; DE GRAAFF, 2014.); (b) Aprendizagem Baseada em: é uma estratégia de ensino que usa o problema para motivar, iniciar e promover a aprendizagem (WOOD, 2003), (c) Aprendizagem Baseada em Equipe: método colaborativo de ensino, aplicado em grupos (LAMM et al., 2014), (d) Sala Invertida: estratégia de ensino que propõe a inversão dos modelos tradicionais, na qual os estudos são realizados em casa e as atividades em sala (AŞIKSOY; ÖZDAMLI, 2016).

As metodologias descritas apresentam um aumento crescente no número de processos (alocação de equipe e complexidade do problema) que envolvem o planejamento. Além disso, o tempo de execução podem ser apropriados para aplicação em uma aula, disciplina ou curso, conforme expressa a Figura 3. Tendo em vista essas diferenças, o gestor do processo, sem experiência com o uso de



metodologias ativas pode iniciar com as metodologias mais simples e conforme for adquirindo experiência podem gradativamente, mudar para as metodologias mais complexas. O aumento da complexidade das disciplinas descritas está diretamente relacionado com o aumento das competências adicionais desenvolvidas pelo aluno (habilidades de pesquisa, trabalho colaborativo, pensamento holístico e outras) e possíveis benefícios a instituição (desenvolvimento de inovação).

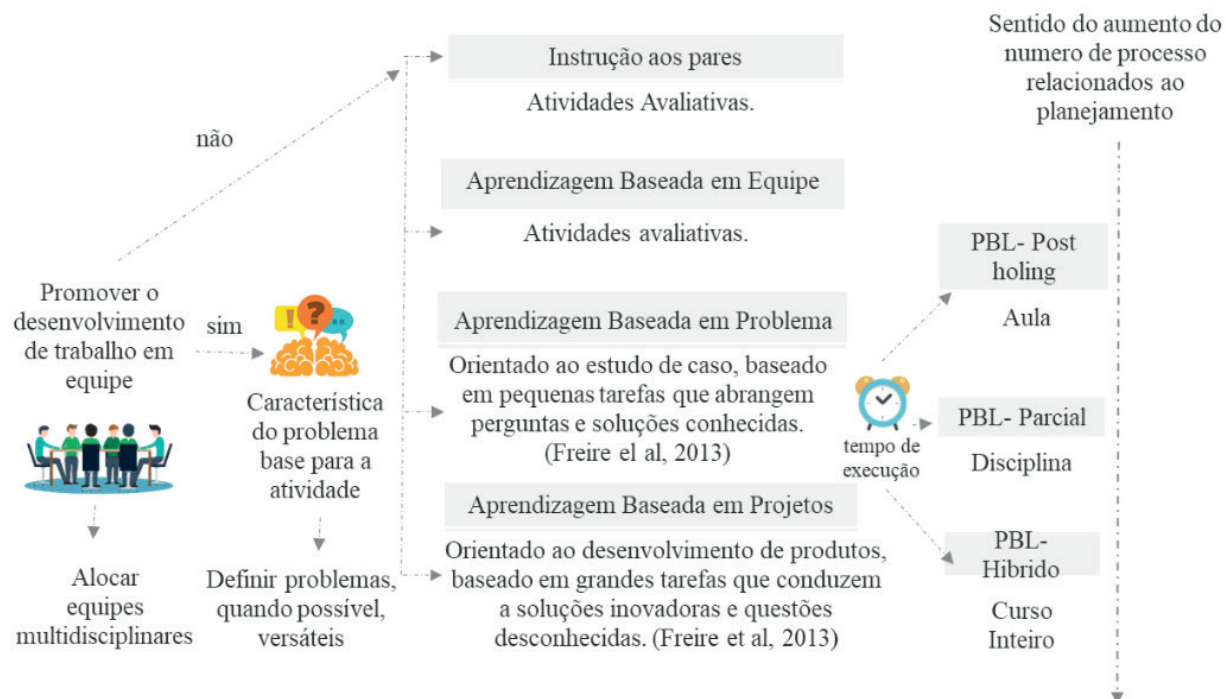


Figura 3 – Critérios de seleção metodológica

Fonte: Autoria própria

A proposta de modularização em competências, que envolve a codificação e definição de disciplinas e competências com interfaces, acelera o processo de modificação de metodologias. Assim, disciplinas com interfaces de competências podem iniciar o desenvolvimento de projetos integradores até um momento em que os gestores do processo, sente-se confiantes em reestruturar o módulo de um curso ou até um curso inteiro em metodologias ativas.

No processo de alocação de equipes é utilizado o critério de multidisciplinaridade, considerando o perfil dos alunos analisados na etapa anterior. Desta forma, será possível promover o desenvolvimento da habilidade de trabalhar em equipes com pessoas de perfis diferentes. Além de obedecer aos critérios definidos pela metodologia adotada, a definição dos problemas deve, na medida do possível, obedecer a versatilidade. Assim, além de promover o desenvolvimento de competência, a solução do problema deverá ter a possibilidade de agregar valor econômico (geração de inovação e patentes), acadêmico (publicação de artigos) e benefício social. Um exemplo de problemas para disciplina Resistência dos Materiais

1 para cada metodologia citada é apresentado na Figura 4.

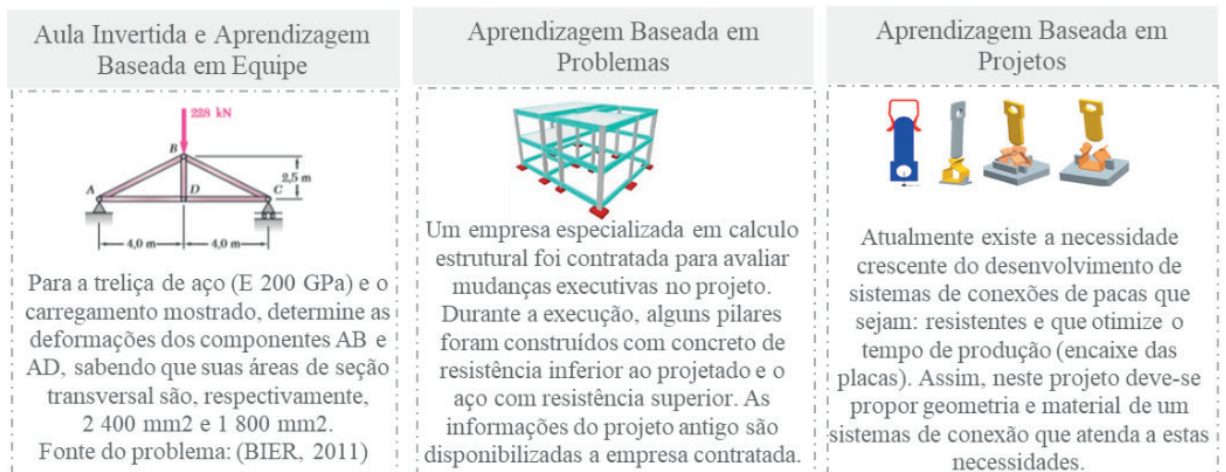


Figura 4 - Aplicações da metodologia

Fonte: Autoria própria

O ESAE propõe um sistema de avaliação dinâmico e integrado aos processos de aprendizagem. Além de qualificar o nível de aprendizagem, as avaliações devem identificar lacunas de aprendizagem e permitir acompanhamento em tempo real. Assim, as lacunas de aprendizagem podem ser utilizadas para reorientar processos. Para cumprir tal objetivo, propõe-se um sistema de avaliação de competências baseado em critérios expressos e avaliáveis em níveis, conforme a Figura 5.

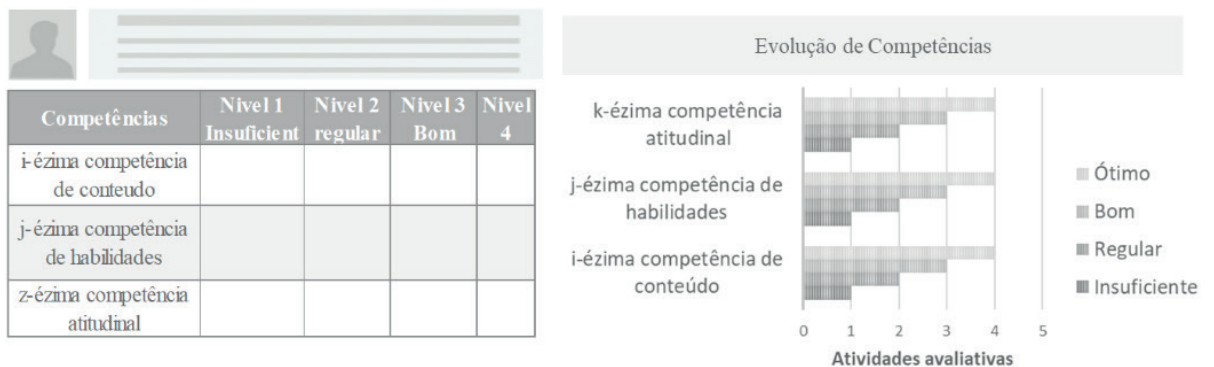


Figura 5 – Sistema de avaliação dinâmica e integrada aos processos de aprendizagem

Fonte: Autoria própria

O processo de avaliação deve ser modularizado em competência para permitir a identificação das reais deficiências do aluno. Assim, é possível avaliar se a deficiência está no porte de informação (competências de conteúdo) ou em um comportamento necessário a aplicação dos conhecimentos (competências de habilidades). Além disso, o sistema é baseado em critérios qualitativos, sendo possível reorientar melhor os processos de aprendizagem. Um exemplo de aplicação do sistema de avaliação do ESAE na disciplina Resistência dos Materiais 1, conforme as competências do Quadro 1, é apresentado no Quadro 2.

Competências	Crterios	Nível 01 Insatisfatório		Nível 02 Satisfatório		Nível 03 Ótimo
C1	Usou processos DCL - Diagrama de Corpo Livre, equações de equilíbrio e cálculo de tensões ?	Não	Ausência de conhecimentos necessários. Sugerir que aluno estude o conteúdo novamente	Sim	O aluno tem o conhecimento de C1 necessário.	-
	Aplicou as formulações adequadas ?					
H1	Desenvolveu o DCL - Diagrama de Corpo livre de forma adequada?	Não	Ausência de habilidades necessárias. O uso de recursos visuais a respeito do comportamento da estrutura pode ser apresentado para melhor desenvolvimento desta habilidade.	Sim	O aluno tem habilidades (H1 e H2) necessárias	-
H2	Avaliou adequadamente a aplicabilidade das hipóteses simplificadoras ?	Não		Sim		-
A1	Dimensionou adequadamente a estrutura ?	Nível 1 para (C1, H1, H2)	Redimensionar a estrutura e comparar a solução errada com a correta. Esta comparação deve envolver a análise dos possíveis impactos econômicos, de segurança e para o aluno como profissional.	Nível 2 para (C1, H1, H2)	Aluno com falta de atenção: sugerir que o aluno desenvolva mecanismos para avaliar suas soluções, tal como o cálculo reverso de um variável conhecida através de dados calculados.	Acertou totalmente. Seguir para a próxima etapa.
				Não compatibilizou unidades		
				Erros de Digitação		

Quadro 2 - Exemplo do sistema de avaliação do ESAE na disciplina Resistência dos Materiais

Fonte: Autoria própria

A aplicação de sistemas de avaliação pode ser realizada de forma: individual, em pares ou em grupo; oral e textual (relatórios e testes). O critério de escolha está relacionado a metodologia selecionada e as competências conceituais, atitudinais e de habilidades que se pretende avaliar.

### 4.3 Passo 3 – Orquestração e Atualização de Estado de Competência

Nesta etapa o planejamento elaborado é executado. Além disso, os níveis de competências são atualizados, ou seja, avaliados e disponibilizados aos alunos. Assim, os alunos podem acompanhar os progressos de aprendizagem de forma mais qualitativa, ficando explicitas, quais as competências que precisam ser melhoradas.

### 4.4 Passo 4 – Avaliação Geral do Sistema

A avaliação geral do sistema envolve análise de atualização de competências, a avaliação da efetividade do método e dos sistemas de avaliação utilizado. Além disso, nesta etapa os gestores do processo (professores e tutores) podem também se avaliar.

No contexto futuro, de mudanças dinâmicas, a atualização de competências requeridas é fundamental. Algumas disciplinas exigem a inserção de conhecimentos

novos. Enquanto outras, consideradas como disciplinas de fundamentos, podem exigir a atualização de habilidades, tal como o uso de novas ferramentas e tecnologias de análise.

Analisar a efetividade do método e sistema de avaliação permite avaliar a adequação dos processos adotados. É possível avaliar a relação das experiências pessoais, perfil cognitivo com os processos adotados.

## 5 | CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A futura organização social e do trabalho exigirá de forma crescente processos de ensino sensíveis, adaptáveis e flexíveis as mudanças. Nesse sentido, a modelagem de processos de ensino e aprendizagem como um sistema adaptativo complexo permite a concepção deste processo, conforme as necessidades da Era Digital.

A estruturação modular do ESAE permite atualizações de competências atitudinais, de conteúdo e de habilidades de forma mais rápida. Outrossim, esta estruturação viabiliza desenvolvimento de projetos integrados de disciplinas com interface de competências a serem desenvolvidas. Outro benefício da modularização no processo de avaliação é a percepção das reais deficiências do aluno, ou seja, se está no porte da informação, no desenvolvimento de um comportamento desejável (habilidades) ou no alcance dos objetivos (atitudes).

Nessa perspectiva, o ESAE fornece meios para a identificação de lacunas de aprendizagem e permite o acompanhamento dos progressos de aprendizagem. Desta forma, possibilita que os educadores conduzam os processos de ensino de forma segura e eficaz. Além disso, é um suporte para evolução dos modelos de ensino tradicionais para os desejáveis, na era digital.

Em futuros trabalhos será desenvolvido um protótipo de sistema embarcado, com automatização de alguns processos do ESAE. Nessa perspectiva, este futuro sistema viabilizará o teste experimental deste conceito metodológico.

## REFERÊNCIAS

AŞIKSOY, Gülsüm; ÖZDAMLI, Fezile. Flipped Classroom adapted to the ARCS Model of Motivation and applied to a Physics Course. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 12, n. 6, 2016.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. In: International Conference on Engineering and Technology Education, Cairo. **Anais**. Egito. 2014. p. 110-116.

BEER, Ferdinand P. et al. **Mecânica dos Materiais**. 5ª edição, AMGH Editora, 2011.

BONEKAMP, Linda; SURE, Matthias. Consequences of Industry 4.0 on human labour and work

organisation. **Journal of Business and Media Psychology**, v. 6, n. 1, p. 33-40, 2015.

BOUARAB-DAHMANI, Farida; TAHI, Razika. New Horizons on Education Inspired by Information and communication technologies. **Procedia-social and behavioral sciences**, v. 174, p. 602-608, 2015.

CHIVA-GÓMEZ, Ricardo. The facilitating factors for organizational learning: bringing ideas from complex adaptive systems. **Knowledge and process management**, v. 10, n. 2, p. 99-114, 2003.

FREIRE JR, José C. et al. Desafios da educação em engenharia: Formação em engenharia, internacionalização, experiências metodológicas e proposições. **Brasília: ABENGE**, 2013.

GABRIEL, Martha Carrer Cruz. **Educ@r - A revolução digital na educação**. 1ª edição. São Paulo: Saraiva. 2013

IPEK, Ismail; ZIATDINOV, Rushan. New approaches and emerging trends in educational technology for learning and teaching in academia and industry: a special issue. **European journal of contemporary education**, n. 6, p. 182-184, 2017.

Jl, Jingjing; LEE, Kok-Meng; ZHANG, Shuyou. Cantilever snap-fit performance analysis for haptic evaluation. **Journal of Mechanical Design**, v. 133, n. 12, p. 121004, 2011.

JUNIOR, Claudio Cura et al. Uma ferramenta adaptativa de avaliação da aprendizagem, baseada no perfil cognitivo e metacognitivo do estudante. **Revista de Informática Aplicada**, v. 3, n. 2, 2010

KOLMOS, Anette; DE GRAAFF, Erik. Problem-based and project-based learning in engineering education. **Cambridge handbook of engineering education research**, p. 141-161, 2014.

LEITE, Maria Silene Alexandre. Proposta de uma modelagem de referência para representar sistemas complexos. 2004. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MOROWITZ, Harold J. **The mind, the brain and complex adaptive systems**. Routledge, 2018.

PEREIRA, Ana Cláudia Ribeiro.; ROMERO, Fernando. A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1206-1214, 2017.

SHING, Yee Lee; BROD, Garvin. Effects of prior knowledge on memory: Implications for education. **Mind, Brain, and Education**, v. 10, n. 3, p. 153-161, 2016.

SLOAN, Dendy; NORRGRAN, Cynthia. A neuroscience perspective on learning. **Chemical Engineering Education**, v. 50, n. 1, p. 29-37, 2016.

TVENGE, Nina; MARTINSEN, Kristian. Integration of digital learning in industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 23, p. 261-266, 2018..

WOOD, Diana F. ABC of learning and teaching in medicine: Problem based learning. **BMJ: British Medical Journal**, v. 326, n. 7384, p. 328, 2003.

## INTERDISCIPLINARIDADE NO PROBLEMA DE AJUSTE DE CURVA À DADOS EXPERIMENTAIS

Data de aceite: 13/01/2020

### **Marcos Henrique Fernandes Marcone**

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte*  
Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59078-970, Caixa Postal 1524  
Natal-RN, Brasil

### **Caio Victor Macedo Pereira**

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte*  
Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59078-970, Caixa Postal 1524  
Natal-RN, Brasil

### **Fabiana Tristão de Santana**

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte*  
Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59078-970, Caixa Postal 1524  
Natal-RN, Brasil

### **Fágner Lemos de Santana**

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte*  
Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59078-970, Caixa Postal 1524  
Natal-RN, Brasil

**RESUMO:** Neste trabalho, importantes conceitos das Ciências Exatas, Computação e Engenharias atuam de forma interdisciplinar para obter a melhor solução aproximada para um experimento físico. O objetivo do trabalho é mostrar como diferentes teorias podem ser usadas para solucionar problemas

nas Engenharias. Mais especificamente, serão utilizados aqui o método de Mínimos Quadrados (estudado na Álgebra Linear), as incertezas e operações intervalares (estudados na Matemática Intervalar) e a linguagem Python (estudada na computação) para resolver um sistema intervalar que fornece a melhor função aproximada que ajusta um conjunto de dados oriundos de um experimento físico, no qual um carro se deslocava com aceleração nula sob um trilho de ar horizontal. Ao fazer esse tipo de abordagem usando a Matemática Intervalar, busca-se inferir como as incertezas provenientes do experimento, assim como os erros gerados pelas representações e operações dos números em computadores, interferem no resultado obtido. Para isso, se fez necessário a utilização da biblioteca Python for Extended Scientific Computing (Python-XSC), a qual é baseada na estrutura da aritmética intervalar e fornece funções para a resolução de sistemas lineares intervalares. A aplicação do estudo feito se mostrou bastante eficiente e de fácil utilização, além de estimular os estudantes de engenharia a buscarem soluções inovadoras através da interdisciplinaridade das teorias estudadas na área.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aproximação de Funções. Matemática Intervalar. Mínimos Quadrados. Python. PYXSC.

## INTERDISCIPLINARITY IN THE CURVE ADJUSTMENT PROBLEM TO EXPERIMENTAL DATA

**ABSTRACT:** This document presents important concepts of the Exact Sciences, Computing and Engineering that together act in an interdisciplinary way to obtain the best approximate solution for a physical experiment. The objective of this paper is to show how different theories can be used to solve problems in Engineering. More specifically, we will use here the method of least squares (studied in Linear Algebra), the uncertainties and interval operations (studied in Interval Mathematics) and the Python language (studied in computing) to solve an interval system that provides the best function which adjusts a set of data from a physical experiment in which a car moves with zero acceleration under a horizontal air path. In doing this type of approach using the Interval Mathematics, it is sought to infer how the uncertainties arising from the experiment, as well as the errors generated by the representations and operations of the numbers in computers, interfere in the obtained result. For this, it was necessary to use the Python for Extended Scientific Computing (PYXSC) library, which is based on the structure of interval arithmetic and provides functions for the resolution of linear interval systems. The application of the study was very efficient and easy to use, as well as encouraging engineering students to seek innovative solutions through the interdisciplinarity of the theories studied in the area.

**KEYWORDS:** Function Approximation. Interval Mathematics. Least Squares. Python. PYXSC.

### 1 | INTRODUÇÃO

As metodologias aplicadas no ensino de engenharia que utilizam simultaneamente diferentes conhecimentos, têm por objetivo contribuir com a formação dos estudantes e dar a eles a oportunidade de simular alguns desafios encontrados na prática de um engenheiro. Por exemplo, utilizar situações problema, segundo Araújo *et al.* (2016), é uma metodologia de ensino que proporciona melhor compreensão e fixação dos conteúdos estudados, além de tornar o aprendizado mais significativo.

Outro fator que reforça a necessidade de aplicações de metodologias inovadoras no ensino de engenharia é o atual mercado de trabalho, que tem exigido alta qualidade dos profissionais em engenharia. Além do conhecimento adquirido em sua formação, espera-se que o engenheiro seja capaz de buscar novos conhecimentos e maneiras para solucionar os problemas e situações inusitadas em sua prática de trabalho (PEREIRA; FREIRE; SEIXAS, 2003).

O uso da interdisciplinaridade na formação dos estudantes tem muitos papéis importantes, como, por exemplo, mostrar que conteúdos estudados em disciplinas diferentes podem ser usados simultaneamente na resolução de problemas,

desenvolver a capacidade de trabalhar em equipe, simular problemas que são encontrados na prática de trabalho permitindo que haja uma análise crítica e sugestões criativas para solucioná-los, dentre outros.

Dentro do contexto da interdisciplinaridade, o objetivo deste trabalho foi reunir conceitos importantes de algumas disciplinas, como Álgebra Linear, Matemática Intervalar, Computação e Física para utilizar um módulo computacional de resolução de sistemas lineares com coeficientes intervalares, denominado *Python for Extended Scientific Computing (Python-XSC)*, e adotá-lo para encontrar a melhor função que ajusta dados, como aqueles obtidos de práticas experimentais.

Os resultados que serão apresentados aqui foram desenvolvidos em um projeto de iniciação científica, onde foi necessário o uso de diferentes teorias e um conhecimento aprofundado de programação. No entanto, será mostrado que a utilização da ferramenta já desenvolvida é fácil e proporciona excelentes resultados, principalmente em problemas reais, oriundos de experimentos, onde a análise estatística de erros é necessária.

Os dados numéricos oriundos de práticas experimentais trazem uma incerteza inerente do próprio processo de medição. Esses dados, geralmente associados a grandezas físicas, devem ser claramente interpretados e, muitas vezes, essas medidas ficam sujeitas a erros que não se pode eliminar (NAGASHIMA, 2019). É neste contexto que se vê uma grande utilidade para a Matemática Intervalar, que representando dados em forma de intervalos consegue incluir ao valor mais provável o máximo de informação com uma amplitude mínima, como ressaltam Hansen (1992) e Moore (1979).

Também existe uma grande diversidade de trabalhos utilizando a Matemática Intervalar na área da computação científica, pois nesse ambiente ela se torna um instrumento muito poderoso na análise e controle de erros oriundos da limitação do sistema de ponto flutuante (KEAFORT, 2013). Além disso, em geral, a Matemática Intervalar torna mais perceptível a influência dos erros de entrada e de representações numéricas feitas pelo computador no resultado obtido durante processo matemático-computacional (GRIGOLETTI *et al.*, 2006).

O trabalho está organizado da seguinte forma. Na Seção 2 serão apresentados importantes conceitos da Álgebra Linear utilizados para definir o método para obtenção da melhor solução aproximada para sistemas inconsistentes. Este método, conhecido por Mínimos Quadrados tem grandes aplicabilidades práticas. Na Seção 3 serão apresentadas as principais definições e funções da Matemática Intervalar usadas neste trabalho para o tratamento da incerteza. Além disso, nesta seção é apresentado o módulo *Python for Extended Scientific Computing (Python-XSC)* (GRIGOLETTI; DIMURO; BARBOZA, 2007), o qual é capaz de fornecer a solução de sistemas intervalares. Na Seção 4, é apresentado um experimento físico realizado



em laboratório com o objetivo de obter a melhor função de ajuste de dados. O problema será modelado utilizando um sistema linear intervalar e será mostrado como o Python-XSC é utilizado para obtenção da função ótima. Por fim, serão feitas as considerações finais do trabalho.

## 2 | APROXIMAÇÃO DE FUNÇÕES COM A ÁLGEBRA LINEAR

Muitos problemas experimentais, que lidam com análise de dados, têm por objetivo encontrar uma função aproximada que se ajusta a um conjunto de dados  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  com um erro mínimo.

Segundo a Álgebra Linear, para encontrar uma função  $y = f(x)$  para este problema, deve-se supor que todos os pontos  $(x_n, y_n)$  satisfazem a função. Como existem  $n$  dados, este procedimento gera o sistema  $A\vec{u} = \vec{w}$  de  $n$  equações com o número de variáveis correspondente aos coeficientes da função  $y = f(x)$ . Por exemplo, se a função for da forma  $y = ax + b$  o sistema terá as variáveis  $a$  e  $b$ , ou se for  $y = ax^2 + bx + c$  as variáveis do sistema serão  $a, b$  e  $c$ . Independente da função, o sistema será inconsistente pois, na verdade, os pontos não estão todos sobre a curva descrita pela função escolhida (KOLMAN; HILL, 2012).

A resolução deste problema utiliza o método clássico da Álgebra Linear conhecido por método dos Mínimos Quadrados que, utilizando projeções ortogonais, consiste em resolver a Equação (1), onde  $A$  é a matriz constituída pelos coeficientes das variáveis,  $A^T$  é a matriz transposta obtida de  $A$ ,  $\vec{u}$  é o vetor coluna constituído pelas variáveis e  $\vec{w}$  é o vetor coluna constituído pelos termos independentes do sistema.

$$A^T A \vec{u} = A^T \vec{w} \quad (1)$$

Por exemplo, se  $f(x) = ax^2 + bx + c$  a Equação (1) fornece os melhores valores para  $a, b$  e  $c$ , que é a melhor solução aproximada para  $A\vec{u} = \vec{w}$  e, conseqüentemente, a melhor função  $y = f(x)$  que irá ajustar os dados experimentais (ANTON, 2006).

No processo de obtenção dos dados experimentais pode acontecer alguma imprecisão numérica e, além disso, durante a realização dos cálculos computacionais erros numéricos de arredondamentos e truncamentos também podem surgir. Para tratar este aspecto da incerteza, comum no processo experimental, pode-se recorrer à Matemática Intervalar que fornece um meio de representar valores numéricos na forma de intervalo  $[x_1, x_2]$

### 3 I TRATAMENTO DE INCERTEZAS NA COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA

A Matemática Intervalar é uma teoria matemática introduzida por Moore na década de 60 (MOORE, 1979) com objetivo fundamental de fazer o tratamento automático e assegurado de erros em computação científica, onde os parâmetros e dados iniciais são constituídos por algum tipo de erro, sendo assim categorizados como incertos (GRIGOLETTI *et al.*, 2006). Dentre os vários conceitos abordados pela Matemática Intervalar, esse artigo utiliza como base as concepções de intervalos de números reais e matrizes intervalares.

Um intervalo de reais ou simplesmente intervalo  $[X]$  é definido como um conjunto não vazio de números reais  $X = [x_1; x_2] = \{x \in R | x_1 \leq x \leq x_2\}$ , em que  $x_1$  é conhecido como o extremo inferior e  $x_2$  é o extremo superior. O conjunto de todos os intervalos reais é denotado por  $IRA$  aritmética mais comumente utilizada para operar com esses elementos foi introduzida por Moore e define para todos os intervalos  $X = [x_1; x_2], Y = [y_1; y_2]$  as seguintes operações:  $X + Y = [x_1 + y_1; x_2 + y_2]$ ;  $X - Y = [x_1 - y_2; x_2 - y_1]$ ;  $X \times Y = [\min(K), \max(K)]$ , onde  $K = \{x_1y_1, x_1y_2, x_2y_1, x_2y_2\}$ ;  $X/Y = [\min(L), \max(L)]$  onde  $L = \{x_1/y_1, x_1/y_2, x_2/y_1, x_2/y_2\}$ ; com não pode pertencer ao intervalo (MOORE, 1979).

Uma matriz intervalar é uma matriz em que cada elemento é um intervalo. Mais especificamente, uma matriz intervalar de  $m$  linhas e  $n$  colunas é definida por  $A^I = (A_{ij})_{m \times n}$  onde  $A_{ij} \in IR$  para todo  $i = 1, \dots, m$  e  $j = 1, \dots, n$  e , sendo o conjunto de todos esses elementos denotado por  $IM_{m \times n}$ . Se  $A = (a_{ij})_{m \times n}$  Se é uma matriz real, então  $A \subset A^I$  quando  $a_{ij} \in A_{ij}$  para todo  $i = 1, \dots, m$  e  $j = 1, \dots, n$  e (HANSEN, 1992).

As operações de soma, subtração e multiplicação de matrizes intervalares são semelhantes às operações de matrizes reais, com a diferença que os cálculos realizados termo a termo utilizam a aritmética intervalar.

#### 3.1 A biblioteca *Python for Extended Scientific Computing* (Python-XSC)

Atualmente, existem várias bibliotecas para Matemática Intervalar implementadas nas mais diversas linguagens. Entretanto, segundo Dias (2002), estas bibliotecas, em geral, não possuem como objetivo serem utilizadas em práticas de ensino, muito menos são de fácil aprendizado para o desenvolvimento de aplicações. Assim como, os módulos mais conhecidos nessa área são pagos, como o Intlab (RUMP, 1999) (biblioteca de Matemática Intervalar para o Matlab), o que dificulta mais ainda o acesso.

Dentro desse contexto, foi desenvolvido o módulo *Python for Extended Scientific Computing* (Python-XSC) (GRIGOLETTI; DIMURO; BARBOZA, 2007). Este é um

conjunto desenvolvido em Python, utilizando o paradigma da Programação Orientada a Objetos (POO), que implementa classes básicas para a manipulação de intervalos, segundo a teoria da Matemática Intervalar (MOORE, 1966, 1979; ACIÓLY, 1991).

Na Figura 1, é apresentada a arquitetura do módulo Python-XSC, o qual é composto pelas seguintes classes: (i) xscGlobals, (ii) eFloat, (iii) interval, (iv) iMatrix, (v) iEquationSolve e (vi) erro.

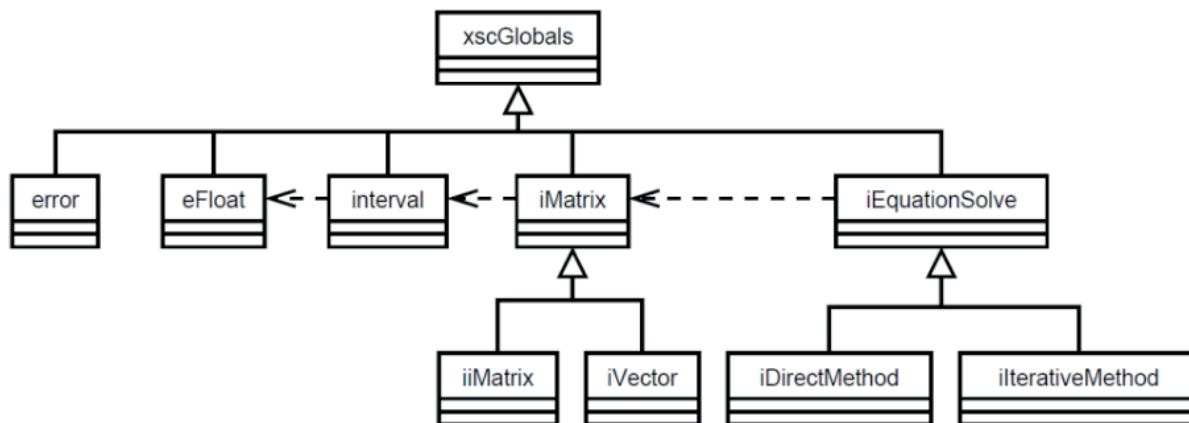


Figura 1- Diagrama de classes da biblioteca Python-XSC

Fonte: (GRIGOLETTI; DIMURO; BARBOZA, 2007)

É importante ressaltar que o módulo Python-XSC é licenciado pela GPL, ou seja, tem o código aberto e é distribuído como software livre. Assim como, o Python-XSC é portátil e multiplataforma, características estas herdadas da linguagem Python.

O Python-XSC, neste artigo, é utilizado para representar os intervalos, as matrizes intervalares e para resolver um sistema linear intervalar proveniente da aplicação do método dos mínimos quadrados com o objetivo de obter o melhor ajuste intervalar para a curva que descreve o movimento retilíneo uniforme.

#### 4 | APLICAÇÃO EM AJUSTE DE DADOS

A ferramenta computacional para resolução de sistemas intervalares, obtida com a interdisciplinaridade, particularmente com a biblioteca Python-XSC, será usada para encontrar a melhor função horária do espaço  $X(T) = X_0 + V_0T + \frac{A}{2}T^2$  de um experimento físico com a presença de incertezas, onde  $X_0$  é a posição inicial do móvel,  $V_0$  a velocidade inicial e  $A$  é a aceleração.

A prática experimental realizada no laboratório de Física foi feita considerando uma incerteza de 0,01 nas medidas obtidas de tempo e distância percorrida pelo carro que deram origem ao conjunto de dados intervalares ([0.080,0.082], [0.359,0.361]), ([0.157,0.159], [0.409,0.411]), ([0.229,0.231], [0.459,0.461]), ([0.302,0.304], [0.509,0.511]), ([0.425,0.427], [0.609,0.611]), ([0.537,0.539], [0.709,0.711]),

$([0.726,0.728], [0.909,0.911]), ([0.870,0.872], [1.109,1.111]), ([1.04,1.042], [1.309,1.311]),$  e  $([1.174,1.176], [1.509,1.511]),$  do tipo  $([t_1, t_2], [x_1, x_2])$

A prática consistiu em analisar o movimento de um carro que se movia livremente com aceleração constante sobre um trilho de ar inclinado, como mostra a Figura 2, cuja posição em função do tempo é descrita pela função  $x(t) = x_0 + v_0t + \frac{a}{2}t^2$  onde  $x_0$  e  $v_0$  são, respectivamente, a posição e a velocidade do carro em  $t = 0$  e  $a$  é a aceleração. (JEWETT JR, 2012).

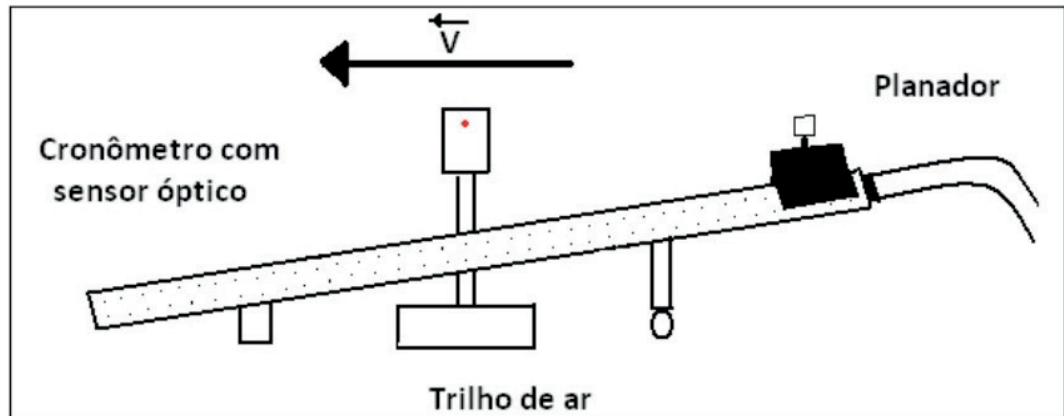


Figura 2- Deslocamento de carro em turbo de ar horizontal.

Fonte: (ALMEIDA, SANTANA, 2018).

A consideração da incerteza nos dados experimentais implica em considerar a equação intervalar

$$X(T) = BT^2 + V_0T + X_0, \quad (2)$$

onde  $B = \frac{a}{2}$ . Assim, a resolução do problema fornecerá os melhores intervalos para  $X_0$ ,  $V_0$  e  $B$

Para isso, os pares de dados intervalares  $([t_1, t_2], [x_1, x_2])$  foram substituídos na Equação (2) dando origem ao sistema intervalar  $A^I U^I = W^I$  da Equação (3), onde  $A^I$  é a matriz intervalar constituída pelos coeficientes das variáveis  $X_0$ ,  $V_0$  e  $B$ ,  $U^I$  é o vetor coluna constituído pelas variáveis intervalares e  $W^I$  é o vetor coluna constituído pelos termos independentes do sistema.

$$\begin{bmatrix} [0.0064,0.006724] & [0.080,0.082] & [1.00,1.00] \\ [0.02465,0.02528] & [0.157,0.159] & [1.00,1.00] \\ [0.05244,0.05336] & [0.229,0.231] & [1.00,1.00] \\ [0.09120,0.09242] & [0.302,0.304] & [1.00,1.00] \\ [0.18062,0.18233] & [0.425,0.427] & [1.00,1.00] \\ [0.28837,0.29052] & [0.537,0.539] & [1.00,1.00] \\ [0.52708,0.52998] & [0.726,0.728] & [1.00,1.00] \\ [0.75690,0.76038] & [0.870,0.872] & [1.00,1.00] \\ [1.08160,1.08576] & [1.040,1.042] & [1.00,1.00] \\ [1.37828,1.38298] & [1.174,1.176] & [1.00,1.00] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B \\ V_0 \\ X_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [0.359,0.361] \\ [0.409,0.411] \\ [0.459,0.461] \\ [0.509,0.511] \\ [0.609,0.611] \\ [0.709,0.711] \\ [0.909,0.911] \\ [1.109,1.111] \\ [1.309,1.311] \\ [1.509,1.511] \end{bmatrix}$$

Estendendo a Equação (1) para o caso intervalar e considerando  $(A^I)^T$  sendo a transposta da matriz intervalar  $A^I$  obtém-se a Equação (4) que, de acordo com a Álgebra Linear, mais especificamente com o método de Mínimos Quadrados, fornecerá os melhores valores para  $B$ ,  $V_0$  e  $X_0$  com os quais a função horária intervalar do movimento será definida.

$$(A^I)^T A^I U^I = (A^I)^T W^I \quad (4)$$

Aplicando na Equação (4) os métodos computacionais fornecidos pelo Python-XSC para o sistema  $M^I X^I = N^I$  onde  $M^I = (A^I)^T A^I$  e  $N^I = (A^I)^T B^I$  a solução encontrada foi  $U^I = \begin{bmatrix} B \\ V_0 \\ X_0 \end{bmatrix}$  onde:

$$B = [-0.965469; 1.572287] \quad (5)$$

$$V_0 = [-1.273477; 1.572287] \quad (6)$$

$$X_0 = [-0.06763; 0.699266] \quad (7)$$

Das Equações (5), (6) e (7), a melhor função que se ajusta aos dados do problema é:

$$X(T) = [-0.06763; 0.699266] + [-1.273477; 1.572287] T + [-0.965469; 1.572287] T^2 \quad (8)$$

A solução dada na Equação (8) foi obtida, como mencionado anteriormente, pela biblioteca Python-XSC. A Figura 3, ilustra todo o processo para a obtenção dos coeficientes intervalares para a curva que descreve o movimento utilizando o processo de mínimos quadrados e as operações intervalares.

```

1  from pyxsc import *
2  # Matriz A
3  A = imatrix([[0.0064,0.006724],[0.080,0.082],[1,1]],
4             [[0.02465,0.02528],[0.157,0.159],[1,1]],
5             [[0.05244,0.05336],[0.229,0.231],[1,1]],
6             [[0.09120,0.09242],[0.302,0.304],[1,1]],
7             [[0.18062,0.18233],[0.425,0.427],[1,1]],
8             [[0.28837,0.29052],[0.537,0.539],[1,1]],
9             [[0.52708,0.52998],[0.726,0.728],[1,1]],
10            [[0.75690,0.76038],[0.870,0.872],[1,1]],
11            [[1.08160,1.08576],[1.040,1.042],[1,1]],
12            [[1.37828,1.38298],[1.174,1.176],[1,1]])

```

```

13 # Matriz b
14 b = ivector([[0.359,0.361],
15             [0.409,0.411],
16             [0.459,0.461],
17             [0.509,0.511],
18             [0.609,0.611],
19             [0.709,0.711],
20             [0.909,0.911],
21             [1.109,1.111],
22             [1.309,1.311],
23             [1.509,1.511]])
24 #Tranposta de A
25 At = A.getTranspose()
26 # Aplicando o processo de mínimos quadrados
27 M = At*A
28 N = At*b
29 # Solucionando o sistema Mx=N
30 x = iIterativeMethod(M,N)
31 x.getXVector()

```

Figura 3 – Processo de obtenção dos coeficientes intervalares

utilizando MMQ e Matemática Intervalar.

Fonte: Acervo dos autores

Primeiramente, para se utilizar a biblioteca Python-XSC é preciso importá-la (linha 1), feito esse passo, se torna possível utilizar todas as funções que são fornecidas pelo módulo. Em seguida, na linha 3, cria-se um objeto do tipo *imatrix*, que consiste em uma matriz intervalar, nesse caso é a matriz A que representa a matriz dos coeficientes intervalares na Equação (3). Logo após, na linha 14, gera-se um objeto do tipo *ivector*, que define um vetor intervalar, nesse exemplo é o vetor b que simboliza o vetor intervalar de termos independentes na Equação (3).

O próximo passo constitui o início da aplicação do método dos Mínimos Quadrados. Para isso, na linha 25, por meio do método *getTranspose()*, obtém-se a matriz transposta de A à qual é atribuída a variável *At* Em seguida, multiplica-se, usando a aritmética intervalar, a matriz *At* pela matriz A gerando a matriz intervalar *M* como também se multiplica *At* com o vetor b para gerar a matriz *N*

Por fim, na linha 30, obtém a solução do sistema  $M^I X^I = N^I$  através da função *iliterativeMethod()*. Essa função possui como argumentos, respectivamente, uma matriz intervalar e um vetor intervalar, para assim resolver de forma iterativa e utilizando a Matemática Intervalar o sistema linear intervalar.

Este experimento físico apresentado aqui também foi analisado em (ALMEIDA, SANTANA, 2018), onde os dados obtidos para o tempo e espaço foram avaliados

com uma incerteza de 0,01. Neste trabalho os autores aplicaram duas estratégias distintas para encontrar a função de ajuste. Na primeira, o sistema foi solucionado utilizando os pontos médios dos intervalos por meio do software Pasco Capstone, que é um software muito utilizado em práticas experimentais. Na segunda, o sistema intervalar foi desmembrado em dois sistemas reais, cada um contendo uma das extremidades dos intervalos. Cada sistema foi solucionado pelo método dos Mínimos Quadrados e as soluções foram utilizadas para definir uma solução intervalar. Os autores concluíram que a solução obtida desmembrando o sistema em dois está contida na solução clássica obtida com o Pasco Capstone e possui exatidão no coeficiente angular da função quadrática.

Com os dados atuais do experimento, foi observado aqui que a incerteza de 0.01 impossibilita o módulo Python-XSC de fornecer solução para o sistema, pois durante o processamento é gerada uma matriz auxiliar, que é uma característica do método de solução utilizado pela biblioteca, que teve intervalos com extremos maiores ou iguais a 1. Como se trata de uma função do segundo grau, os coeficientes do termo  $T^2$  podem ter contribuído para esse erro de validação. O problema foi resolvido ao considerar a incerteza um pouco menor, o que refletiu diretamente na amplitude dos intervalos do experimento.

Outro aspecto fundamental a ser destacado é que resolvendo o sistema real, obtido com os pontos médios dos intervalos, por meio do software Pasco Capstone, como foi feito em (ALMEIDA, SANTANA, 2018), observou-se que a solução também está contida na solução intervalar fornecida pela biblioteca Python-XSC.

Uma característica importante a ser ressaltada é que a solução  $x(t) = 0,315822 + 0,514575t + 0,428744t^2$  do sistema da Equação 9,

$$\begin{bmatrix} 0.006561 & 0.081 & 1 \\ 0.024964 & 0.158 & 1 \\ 0.0529 & 0.230 & 1 \\ 0.091809 & 0.303 & 1 \\ 0.181476 & 0.426 & 1 \\ 0.289444 & 0.538 & 1 \\ 0.528529 & 0.727 & 1 \\ 0.758641 & 0.871 & 1 \\ 1.083681 & 1.041 & 1 \\ 1.380625 & 1.175 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B \\ V_0 \\ X_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.36 \\ 0.41 \\ 0.46 \\ 0.51 \\ 0.61 \\ 0.71 \\ 0.91 \\ 1.11 \\ 1.31 \\ 1.51 \end{bmatrix} \quad (9)$$

obtido com os pontos médios dos intervalos, está contida na solução intervalar fornecida pela biblioteca Python-XSC. Esta solução real foi obtida por meio do software Pasco Capstone, como foi feito em (ALMEIDA, SANTANA, 2018) para avaliar a solução intervalar obtida.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse artigo foi mostrar como diferentes teorias podem ser usadas para solucionar um problema de Engenharia. Para isso, foram utilizados importantes conceitos da Álgebra Linear, como o método dos Mínimos Quadrados, da Matemática Intervalar e da Computação para resolver um sistema intervalar que fornece a melhor função aproximada a qual ajusta um conjunto de dados oriundos de um experimento físico, no qual um carro se deslocava com aceleração constante sob um trilho de ar inclinado.

Para que fosse possível aplicar os conceitos e as operações da Matemática Intervalar utilizou-se a biblioteca *Python for Extended Scientific Computing* (Python-XSC). Esse módulo, além de ser um *software* livre, possui muitas funções que permitem o uso, de forma simples, de várias características importantes da Matemática Intervalar.

Com este trabalho o estudante de Engenharia pôde aplicar simultaneamente teorias de áreas distintas e, com isso, perceber que um problema pode ser resolvido de diferentes formas. Além disso, foi possível aplicar importantes conhecimentos de programação e Álgebra Linear para a construção de algoritmos que tornam as soluções de problemas mais dinâmicas e precisas. Outro fator importante que pode ser destacado com o desenvolvimento do trabalho foi a utilização do laboratório e realização do experimento, com o qual foi possível ver na prática importantes teorias físicas e ao mesmo tempo perceber a necessidade de analisar com atenção as diversas imprecisões numéricas presentes nas etapas experimentais, desde a obtenção dos dados até os cálculos computacionais.

A abordagem desenvolvida apresentou resultados satisfatórios, pois foi possível controlar o efeito da incerteza e gerar intervalos com amplitudes pequenas. Dessa forma, em trabalhos futuros o método será aperfeiçoado por meio do desenvolvimento de uma interface gráfica para o Python-XSC, divulgado para uso na comunidade acadêmica e aplicado em outros experimentos que utilizem essa abordagem interdisciplinar contando com o suporte da Matemática Intervalar.

## REFERÊNCIAS

ACIÓLY, B. M. **Fundamentação Computacional da Matemática Intervalar**. 1991. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

ALMEIDA, T. A. S, SANTANA, F. T.; Matemática intervalar com método dos mínimos quadrados no tratamento de incerteza de dados experimentais com uso de software educacional. V Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, 2018, Maceió. **Anais**. Aracaju, 2018.

ANTON, Howard.; RORRES, Cris. Álgebra linear com aplicações. 8ª edição, Porto Alegre: Bookman, 2001.



ARAÚJO W. J. et al. **Aprendizagem por problemas no ensino de engenharia**. Re- Capítulo II Desafios da Educação em Engenharia 58 vista Docência Ensino Superior, v. 6, n. 1, p. 57-90, abr. 2016.

DIAS, A. M. **Ambiente de Técnicas Intervalares (ATI) Versão 2.0**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) — Universidade Católica de Pelotas, Pelotas, RS. Monografia para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

GRIGOLETTI, Pablo Souza et al. Análise intervalar de circuitos elétricos. **Trends in Applied and Computational Mathematics**, v. 7, n. 2, p. 287-296, 2006.

GRIGOLETTI, Pablo Souza; DIMURO, Graçaliz Pereira; BARBOZA, Luciano Vitória. Módulo python para matemática intervalar. **Trends in Applied and Computational Mathematics**, v. 8, n. 1, p. 73-82, 2007.

HANSEN, E.R. Bounding the solution of interval linear equations. **SIAM Journal on Numeric Analysis**, v. 29, n. 5, p. 1493-1503, 1992.

JEWETT JR., John W.; SERWAY, Raymond A. **Física para cientistas e engenheiros - mecânica**. 8ª edição, São Paulo: Cengage Learning, v.1, 2012.

KEAFORT, R.B.; KREINOVICH, V. (Ed). **Applications of Interval Computations**. Springer Science & Business Media, 2013.

KOLMAN, Bernard; HILL, David. **Introdução à Álgebra Linear com Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

LAY, David. **Álgebra Linear e suas Aplicações**. 2ª edição, Rio de Janeiro: LTC, 1999.

LEON, Steven. **Algebra Linear com Aplicações**. 4ª edição, Rio de Janeiro: LTC, 1998.

MOORE, R. E. **Interval Analysis**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1966.

MOORE, R. E. **Methods and Applications of Interval Analysis**. Philadelphia, PA, USA: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1979. xi + 190p.

NAGASHIMA, H. N. **Laboratório de Física I**. Disponível em: < <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fisicaequimica/relacaodocentes973>>. Acesso em: 13 de mar. de 2019.

PEREIRA, M. A. A; FREIRE, J. E.; SEIXAS, J. A. A aprendizagem cooperativa no ensino de engenharia. **Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, Vol. 31. 2003.

RUMP, S. M. Interval Computations with INTLAB. **Brazilian Electronic Journal on Mathematics of Computation (BEJMC)**, [S.I.], 1999.

## LIDERANÇA E ENGENHARIA: MAPEAMENTO DE PERFIL EM EMPRESAS DO VALE DO PARAÍBA

Data de aceite: 13/01/2020

### Michelle Morais Garcia

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de Lorena  
Lorena – São Paulo

### Maria Auxiliadora Motta Barreto

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de Lorena  
Lorena – São Paulo

**RESUMO:** O presente estudo tem como objetivo principal mapear e verificar a tendência do perfil de liderança exercida por engenheiros e engenheiras e a inserção das engenheiras no mercado de trabalho nas empresas do Vale do Paraíba, localizado no interior do Estado de São Paulo. A região abriga importante polo industrial do Brasil com indústrias em diversos setores: químico, farmacêutico, siderúrgico, alimentício, automobilístico, de vidros, aeroespacial, de petróleo, dentre outros. A pesquisa tem perfil qualitativo, utilizou o método Survey através de questionário online disponibilizado via correio eletrônico aos engenheiros e engenheiras. Ao todo, foram enviados 100 questionários distribuídos entre 9 ramos diferentes de indústria totalizando 46 respondentes. Dentre os estilos de liderança 72,23% dos respondentes apresentam práticas e comportamento de

perfil contemporâneo, 21,14% do perfil em transição e 6,63% do perfil tradicional, levando a identificação de uma tendência a práticas de liderança descentralizadora e focada no desenvolvimento dos liderados. Ao analisar a inclusão feminina, ou seja, o equilíbrio em quantidade de homens e mulheres em seus times, 63% dos líderes respondentes afirmou que seus times são compostos por mais de 50% de homens e 13% afirmou que não há mulheres em seus times, o que reflete o ambiente predominantemente masculino da Engenharia no Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Engenheiras líderes. Engenheiros líderes. Inclusão feminina. Liderança. Liderança feminina.

### LEADERSHIP AND ENGINEERING: PROFILE STUDY AT VALE DO PARAÍBA.

**ABSTRACT:** The purpose of this study is to map and verify if there is a trend in leadership behavior for engineers and the inclusion of women engineers into job Market at Vale do Paraíba. This region it's an important industrial polo in São Paulo and hosts many industry sectors, such as chemical, metallurgical, food and beverage, automotive, aerospace, gas and oil and others. The study has a qualitative approach and has Survey as methodology to build an online form sent via e-mail to engineers.

A hundred questionnaires were sent and 46 responses were received. Considering leadership characteristics, 72,23% of respondents presented contemporary behavior, 21,14% in transition and 6,63% traditional profile. This made it possible to identify a trend of decentralized leadership and also focused on the development of direct reports. Regarding female inclusion, 63% of the respondents have agreed that the majority of their teams are men and 13% of them declared that there are no women in their teams which reflects the predominant male environment of Engineering in Brazil. **KEYWORDS:** Engineer leader. Female inclusion. Female leadership. Leadership.

## 1 | INTRODUÇÃO

O mundo dos negócios está sofrendo grandes transformações que impactam diretamente na economia mundial e provocam a reestruturação do ambiente corporativo. A necessidade da mudança vem sendo imposta devido ao intenso processo de globalização, avanço tecnológico e à acirrada competição no mercado de trabalho. Esses fatores exigem novas formas de liderar e motivar as pessoas a produzirem cada vez mais, trabalhar em equipe com qualidade e atender melhor a clientes cada vez mais exigentes e, para tanto, a gestão e a relação de pessoas são decisivas para se obter bons resultados (BORGES; BAYLÃO, 2016).

Oliveira et al. (2016) caracterizam as mudanças no perfil profissional de um engenheiro como expert em cálculos, construtor ou solucionador de problemas para o de um profissional cidadão, com habilidades e competências capazes de atender às exigências atuais. Além disso, a diversidade de gênero também é um fator importante, pois cada vez mais as mulheres conquistam seu espaço no mercado de trabalho.

Nesse contexto, definiu-se como objetivo geral: mapear o perfil de liderança dos engenheiros e engenheiras em empresas do Vale do Paraíba e como objetivos específicos: mapear o estilo de liderança exercido por engenheiros e engenheiras nas empresas do Vale do Paraíba; identificar se existe alguma tendência de estilo de liderança e qual é ela e verificar quantitativamente a inserção de mulheres engenheiras em cargos de liderança nas empresas do Vale do Paraíba.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Abordagem história da liderança até os dias atuais

O comportamento de liderança existe desde o início das civilizações devido à sobrevivência e competitividade natural do ser humano. Contudo, até meados do século XVIII não existia nenhum estudo científico sobre o tema e as técnicas eram elaboradas e testadas através de tentativas e erros. Com a Revolução

Industrial surgiram as primeiras teorias da Administração devido à transformação socioeconômica por ela provocada (ARRUDA, 1987).

A partir dessas teorias, o conceito de liderança foi considerado sob o ponto de vista da previsão, organização, comando, coordenação e controle. (MAXIMIANO, 2012).

Por volta de 1927 Elton Mayo elaborou a teoria das Relações Humanas (SANTOS; CÂMARA, 2012) e o foco dos líderes foi voltado para o desenvolvimento do capital humano (MOTTA; VASCONCELOS, 2006). Nessa época, passou a ser considerado que cada pessoa tinha uma personalidade diferente e isso influenciava em seu comportamento. Os líderes deveriam, então, atingir melhores resultados considerando as diferenças de personalidade de seu time e em algumas empresas começou a se estabelecer um ambiente mais livre e natural, onde todos podiam emitir opiniões (CHIAVENATO, 2004).

Nesse contexto situa-se o conceito de Gestão de Pessoas, que considera o indivíduo tanto como recurso produtivo quanto parceiro da organização. A tradição antiga de segmentar e dividir a empresa em áreas foi sendo inovada e o foco deixou de estar nas tarefas e passou a se concentrar nos processos; não mais nos meios mas sim nos resultados; não mais em cargos individuais mas sim no trabalho em conjunto e equipes autônomas e multidisciplinares e os líderes têm o importante papel de conduzi-las em diversas situações (CHIAVENATO, 1999).

No âmbito da Engenharia, a Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos explana que a ação de “engenharia”, ato de colocar em prática a engenharia, envolve características como planejar, conectar e adaptar-se e em 2020 a necessidade de soluções criativas, práticas, claras e objetivas tende a ser urgente. No passado, os engenheiros que detinham conhecimento em gestão e negócios eram “recompensados” com papéis de liderança e atualmente com a interdependência entre tecnologia, economia e sociedade isso não é diferente, sendo necessário o entendimento dos princípios da liderança e sua prática ao longo da carreira desse profissional. Aliado à liderança, a ética e o profissionalismo acompanham a prática de uma gestão astuta e características como dinamismo, agilidade, resiliência e flexibilidade são exigidos do profissional da engenharia devido à necessidade de tomada de decisões rápidas e assertivas.

Em pesquisa recente conduzida por Palharini e Barreto (2017) com engenheiros de indústrias do sudeste brasileiro, as principais necessidades das empresas contemporâneas e as mudanças necessárias para que a empresa apresente boa produtividade, qualidade, flexibilidade, organização e competitividade corroboram com as características do engenheiro contemporâneo que a Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos mapeou em seu livro. Na pesquisa, as características mais presentes não são vinculadas ao fator humano, mas sim às metas da

organização, satisfação com clientes, sustentabilidade no mercado e à produtividade e as menos presentes são vinculadas ao fator humano e intimamente relacionadas à liderança nas empresas, o que reitera a tendência a um novo e mais humano modelo de gestão.

## 2.2 A formação do engenheiro no Brasil

O ensino de engenharia no Brasil foi inaugurado em 1699 com objetivo militar, primeiramente com escolas isoladas nas cidades do Rio de Janeiro e Salvador (TELLES, 1994). Até meados de 1930 a base econômica brasileira era cafeeira e o objetivo das escolas de ensino superior era de formar profissionais aptos a trabalharem na estrutura burocrática e política que a agricultura exigia. Contudo, a agroindústria brasileira atraiu interesses de outras nações, que patrocinaram a abertura de escolas de engenharia, como a Escola de Minas de Ouro Preto e a Escola de Engenharia do Mackenzie College, investimento francês e americano, respectivamente (SANTOS; SILVA, 2015).

No período pós-guerra, em 1945, a ampliação das escolas de Engenharia estava atrelada aos programas de desenvolvimento industrial brasileiro. Em 1970, em plena expansão industrial no país, os novos métodos e técnicas de produção exigiam um novo tipo de profissional, inclusive de engenheiros, e desde então, cursos de engenharia apareceram para atender à demanda do mercado brasileiro (SANTOS; SILVA, 2015).

Publicada no Brasil Econômico (2015) uma pesquisa da Catho, as vagas de engenharia são muito procuradas, mas o volume médio da oferta é ainda maior e variado. A falta desses profissionais é reflexo de dois fenômenos: até pouco tempo não havia tamanha demanda e o segundo é que muitos engenheiros trabalham em funções desvinculadas a engenharia.

## 2.3 Inserção de engenheiras no mercado de trabalho

Nos últimos 50 anos, as mulheres têm deixado de atuar somente no ambiente doméstico e vêm se lançando cada vez mais no mercado de trabalho. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) divulgados no Portal Brasil (2017), em 2007 as mulheres representavam 40,8% do mercado formal de trabalho e em 2016 a participação aumentou para 44%. Além disso, o desemprego tem afetado menos as mulheres e, segundo a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho, conforme divulgado no Portal Brasil (2017), entre 2012 e 2016 o total de homens empregados sofreu redução de 6,4%, contra 3,5% entre as mulheres.

Conforme aponta estudo do Departamento Intersindical de Estatística e

Estudos Socioeconômicos (Dieese) cada ano mais mulheres ingressam nos cursos de Engenharia no Brasil e para a Federação Nacional dos Engenheiros (FNE), em dez anos – entre 2003 e 2013 – o número de ingressantes femininos passou de 24.554 para 57.022, um crescimento de 132,2%. Já a inserção masculina cresceu em 78,3% no mesmo período. No entanto, segundo o Censo da Educação Superior (2015) no INEP, dos graduados dos cursos de engenharia no país, somente 29,3% eram mulheres. Apesar da representatividade feminina de 60% dos concluintes do Ensino Superior no país, sua participação em cursos relacionados à ciência é de apenas 41%, reiterando uma área de estudo ainda predominantemente masculina no Brasil. Dentre os cursos de Engenharia, a de Alimentos tem representatividade feminina de 73% (CONFEA, 2016) oposto a Engenharia Mecânica com apenas 6,8% dos títulos (CONFEA, 2016).

Segundo o IBGE, em 2016 existiam no Brasil 207,7 milhões de habitantes e o CONFEA registrou no mesmo ano 1.271.559 engenheiros, com fatia de 86,3% de engenheiros e apenas 13,6% de engenheiras. Primeiro lugar no número de registro de engenheiros no CONFEA, o estado de São Paulo merece análise especial, tanto pela alta representatividade no cenário de engenharia nacional como também pela disparidade de gêneros de seus profissionais. O estado tinha 331.875 engenheiros registrados no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) de São Paulo, 26% da mão de obra no país e das 174.235 engenheiras registradas, 37.851 residem na cidade, 21,7% de todas as engenheiras da Federação (CLARO, 2018).

### **3 | METODOLOGIA**

Este Trabalho teve abordagem qualitativa, natureza aplicada, pois teve aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Quanto ao objetivo, foi descritivo e visou descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987).

Foi aplicado um questionário em engenheiros e engenheiras indicados por outros, dividido em duas seções. A primeira, “Informações Pessoais”, teve o objetivo de obter informações sobre o perfil dos respondentes, e a segunda, “Perfil de Liderança”, teve o objetivo de verificar práticas de liderança e inclusão dos líderes.

## **4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Seção: Informações Pessoais**

A primeira seção de perguntas, intitulada “Informações Pessoais” foi composta por 11 questões e algumas foram analisadas nos tópicos a seguir.

### **Questão 1: Com qual gênero você se identifica?**

As alternativas foram “feminino”, “masculino” e “outro”. 61% dos respondentes se identificaram com o gênero masculino, 37% com o feminino e 2% com outro gênero. Ao considerar o cenário para o Estado de São Paulo, dados apontam que 26% da mão de obra de engenheiros são do gênero masculino e 21,7% de todas as engenheiras da Federação situam-se no estado Paulista (CLARO, 2018).

### **Questão 2: Idade**

A partir das respostas, 41% dos respondentes possuem de 35 a 45 anos, 31% entre 25 e 34 anos, 17% entre 45 e 56 anos, 9% entre 18 e 24 anos, 2% mais de 66 anos e nenhum dos respondentes está entre 57 e 65 anos. Foi possível verificar que a maioria dos engenheiros que exercem cargo de liderança tem de 35 a 45 anos.

### **Questão 3: Assinale sua graduação**

De acordo com os dados, a maioria dos respondentes teve formação em “Engenharia Química”, totalizando 30%, seguido de “Engenharia Elétrica” e “Engenharia de Produção” com 17% cada, 7% assinalou “Outro”, enquanto que “Engenharia Civil” e “Engenharia Bioquímica” contabilizaram 4% das respostas cada. Considerando que a maioria das indicações para os respondentes foram estudantes do curso de engenharia química é possível que o público respondente seja tendencioso para essa formação acadêmica.

### **Questão 4: Ano de formação**

Aferiu-se que 48% dos respondentes concluíram o ensino superior entre os anos de 2000 e 2010, 33% entre 2011 e 2018, 15% na década de 90 e somente 4% na década de 80. Ao comparar o ano de formação com a idade dos respondentes, verificou-se que 41% deles têm de 35 a 45 anos e 48% concluíram a graduação entre 2000 e 2010, ou seja, os engenheiros líderes das empresas do Vale do Paraíba possuem em média 13 anos de formado. Por outro lado, 33% dos que concluíram o ensino superior nos últimos 7 anos possuem em média de 25 a 34 anos e já exercem cargo de liderança, isto é, cargos de liderança vêm sendo ocupados por pessoas cada vez mais jovens.

### **Questão 6: Qual é a área em que você trabalha?**

As respostas foram inseridas e posteriormente agrupadas em categorias. No total, 35% das respostas indicaram a área de Engenharia, 15% a área de Compras, 15% a área de Qualidade, 11% a área de Logística, as áreas de P&D e Desenvolvimento de Produto com 9% cada e a área Administrativa, Inovação e Outro com 2% cada. A maioria dos engenheiros líderes atua em sua própria área de formação, a Engenharia. Entretanto, verificou-se que a atuação dos engenheiros é ampla nas indústrias do Vale do Paraíba, abrangendo desde área de Inovação até Compras e, juntas, somaram 65% de respostas. Este resultado está de acordo com a pesquisa do IPEA de 2011, que afirma que cerca de 30% dos engenheiros

formados atuam em sua área de formação, enquanto cerca de 70% restantes atuam em áreas fora do escopo da Engenharia.

## 4.2 Seção: perfil de liderança

Esta seção foi composta de 13 perguntas em 6 categorias: centralização da liderança, gestão de pessoas, desenvolvimento de pessoas, diversidade, visão macro das ações e inovação.

### Centralização da liderança

A categoria “Centralização da Liderança” teve como objetivos: verificar o quão centrado no líder está a tomada de decisão e se seus liderados possuem certa autonomia em suas atividades. Segundo os respondentes, 26% deles sempre realizam reuniões com seus liderados para gerar discussão a fim de alimentar a tomada de decisão que impacta os resultados do time, 50% deles realizam essas reuniões na maioria das vezes, 22% algumas vezes e somente 2% deles raramente fazem essa reunião de discussão.

Considerando as respostas para a pergunta “Cada pessoa do meu time tem uma rotina e/ou atividades de responsabilidade própria e seus resultados são frequentemente monitorados por mim”, 48% dos respondentes afirmou que isso sempre acontece, 33% maioria das vezes, 13% algumas vezes, 4% raramente e somente 2% disseram que isso nunca acontece.

### Gestão de Pessoas

A categoria “Gestão de Pessoas” teve por objetivo identificar o empenho dos líderes no desenvolvimento dos integrantes de seu time. Para a afirmação “Tenho encontros com as pessoas do meu time para acompanhamento de um Plano de Desenvolvimento Individual”, 33% dos respondentes afirmaram que isso acontece na maioria das vezes, 28% sempre fazem esses encontros e outros 28% o fazem algumas vezes, 7% nunca fazem e apenas 4% raramente faz. Segundo Mello (2017), o desenvolvimento dos funcionários começa com o direcionamento de seu líder direto, “que deve estabelecer prioridades, dar feedbacks e *feedforwards* e ajudar o funcionário a atingir seus resultados”. Para Mello (2016), O Plano de Desenvolvimento Individual (PDI) é uma ferramenta que impulsiona o potencial de um indivíduo de maneira organizada e estratégica. Integrado ao Planejamento da Carreira, o PDI ajuda a equipe a desenvolver novas competências, melhora os pontos fortes a fim de melhorar seu desempenho e atingir melhores resultados. Ao analisar as respostas para a afirmação, 61% dos respondentes se reúne com seus liderados para acompanhamento de um PDI, o que corrobora com as práticas de líderes com perfil contemporâneo, engajados na gestão de seu time.

Considerando a pergunta 4: “Incentivo a competição entre as pessoas do meu



time para atingir melhores resultados”, 33% dos respondentes diz sempre praticar a ação, 30% diz na maioria das vezes, 20% algumas vezes, 13% raramente e 4% diz nunca estimular essa prática.

Para Marques (2014), a competitividade estimula o desenvolvimento profissional, mas quando em excesso pode causar malefícios que impactam no relacionamento interpessoal da equipe e falta de proatividade dentro do grupo, impedindo-o de atingir bons resultados. Kotter et. al (2010) afirma que devido ao ambiente competitivo e às rápidas mudanças, a flexibilidade é uma competência importante para líderes no século XXI, e este deve saber lidar com as turbulências e crises, sempre motivando seus liderados, que de uma maneira geral, buscam satisfação desde a esfera profissional até a pessoal e social.

Ao considerar as respostas obtidas, aferiu-se que 63% dos líderes estimulam a competição de seus liderados com o objetivo de atingirem bons resultados. Nesse quesito, a liderança se enquadra dentro de um perfil orientado para resultados, deixando de ressaltar o aspecto do capital humano, considerado imprescindível para uma boa liderança na atualidade.

### **Desenvolvimento de Pessoas**

Esta categoria tem como objetivo verificar como a liderança se dedica para o desenvolvimento e capacitação funcional de seu time. Para a afirmação 5: “Ofereço treinamentos ao meu time que impactam na melhoria da rotina/atividades” 46% afirmaram que oferece esses treinamentos na maioria das vezes, 33% oferece algumas vezes, 15% sempre e 6% raramente.

Meister (1999) afirma que o foco no Treinamento e Desenvolvimento (T&D) surgiu a partir do final do século XIX devido às novas características que ganharam forma nas empresas atuais, tais como a emergência de organizações não hierárquicas, que exigem rápida reatividade às mudanças do ambiente empresarial; pensamento dos trabalhadores em aumentar cada vez mais sua empregabilidade a fim de sempre estarem aptos a mudanças de emprego, substituindo o pensamento de permanência em uma mesma empresa “para a vida toda”; necessidade de formar pessoas com visão global e perspectiva internacional de negócios. Estrategicamente, o T&D foca no desenvolvimento de competências e habilidades críticas da empresa de modo a impactar positivamente em seus resultados, trata-se, portanto, de investimentos no capital humano a fim de garantir sustentabilidade das organizações no mercado. Segundo os líderes respondentes, 46% dão importância a essa prática de T&D, o que conferiu um perfil adequado às necessidades das empresas atuais.

Ao analisar a afirmação 6: “Dou feedbacks positivos e de pontos de melhoria aos integrantes do meu time”, 44% afirmou praticar a ação na maioria das vezes, 36% sempre, 16% algumas vezes e 4% raramente. Para Robbins (2010) o feedback é um método que atua na junção dos processos no ato de planejar e coordenar

ações em meio à comunicação com os liderados. Mello (2016) ainda reforça que até 2025, a geração dos Millennials (nascidos entre 1980 a 2000) irão representar aproximadamente 75% da força de trabalho mundial e, por possuírem característica de “sonharem alto” e “espírito empreendedor a maioria deles prefere receber feedbacks mensalmente. Ao comparar esses dados da literatura com as respostas do questionário, 80% dos líderes das empresas do Vale do Paraíba “praticam” o feedback, o que indicou que seu comportamento está inserido às práticas de líderes para as novas demandas atuais.

### **Diversidade**

A afirmação: “A posição dos integrantes do meu time com relação às tomadas de decisão rotineiras é importante e consideradas por mim”, incluída na categoria Diversidade tem o objetivo de entender se as diferentes opiniões compõem a tomada de decisão no dia-a-dia do grupo. Segundo as respostas do questionário deste trabalho, 46% dos respondes sempre considera a posição dos integrantes do time, 33% considera na maioria das vezes, 19% considera algumas vezes e 2% raramente considera.

Chiavenato (2004) aponta que um comportamento em que o grupo delinea as medidas e as técnicas para atingir os objetivos, pedindo orientação ao líder quando necessário; em que a liderança propõe alternativas, mas as tarefas do grupo a serem realizadas resultam de intensos debates apresentam maior qualidade nos trabalhos desenvolvidos. Infere-se, então que a maioria dos líderes respondentes considera as diferentes opiniões de seus liderados, possivelmente contribuindo para execução de trabalho de boa qualidade.

Dentro desta categoria estão as afirmações “50% do meu time é formado por mulheres” e “Penso que homens se adequam melhor às atividades da área em que trabalho”, que englobam a diversidade do gênero feminino nos times. As respostas obtidas apontam para uma má inclusão feminina, ou seja, os times dos respondentes possuem mais de 50% de homens e cerca de 9% desses engenheiros líderes pensam que homens se adequam melhor às atividades exercidas por seu time. Ao somar esses resultados com a questão 1 da seção de “Informações Pessoais” do questionário, que identificou apenas 37% de mulheres líderes respondentes, ainda é possível identificar um cenário majoritariamente masculino nas empresas ao longo do Vale do Paraíba. As respostas da categoria “Diversidade” corroboram para o referenciado estudo, indicando o reflexo de uma sociedade ainda predominantemente masculina.

### **Inovação**

A categoria “Inovação” tem como objetivo verificar o quão valorizadas e viabilizadas são as iniciativas inovadoras dos liderados para os líderes respondentes. Esta seção é composta das perguntas 10 e 11, respectivamente: “Quando alguém de meu time faz uma sugestão "fora da caixa" divido com todos e viabilizo sua execução”

e “Incentivo ações de “Melhores Práticas” no meu time”. Para a questão 10, 46% dos líderes respondeu que divide com todos da equipe e viabiliza sugestões inovadoras na maioria das vezes, 26% sempre pratica a ação, 19% pratica algumas vezes e 9% raramente. Para a pergunta 11, 60% diz sempre incentivar ações de “Melhores Práticas” no time, 20% algumas vezes, 18% na maioria das vezes e 2% raramente.

Segundo Bocci (2012) em estudo realizado pela consultoria Hay Group classifica as 20 melhores lideranças de empresas ao redor do mundo. As empresas que compõem o ranking têm líderes que incentivam e consideram positiva a inovação em seu ambiente. Das 30 empresas brasileiras que responderam à pesquisa, 76% afirmou que inovação está no seu plano de investimentos para o ano seguinte.

### Perfil de liderança

Ao analisar as respostas e relacioná-las às características do líder tradicional, em transição e contemporâneo, conforme descritos anteriormente foi possível aferir que 72% dos respondentes apresentaram características de perfil de liderança contemporâneo, 21% perfil de liderança intermediário e cerca de 7% corresponde ao perfil tradicional.

Ao analisar os dados referentes ao Perfil de Liderança por Faixa Etária (figura 1) dos respondentes, verificou-se que a maioria concentrou-se no perfil contemporâneo e a faixa etária que menos apresentou variação ao longo dos perfis corresponde a “entre 18 e 24 anos”, que está relacionado aos líderes com menos experiência e mais recentemente graduados do ensino superior (entre 2011 a 2015). Analogamente, a faixa etária que mais sofreu variação de um perfil para outro é a faixa “> 65 anos”, que não possui representatividade no perfil tradicional e se divide com respostas em 10% em transição 90% em contemporâneo, no entanto, corresponde a apenas 1 respondente. A faixa etária “entre 46 e 65 anos” segmentou em cerca de 60% dentro do perfil contemporâneo, 30% no perfil em transição e somente 10% no tradicional.

O ano de graduação desses últimos respondentes concentrou-se na década de 80 e eles são os líderes que mais possuem tempo de trabalho, o que indica mais experiência em práticas de liderança e, como consequência, melhor atuam com tal, segundo práticas do líder contemporâneo de acordo com a figura 2.

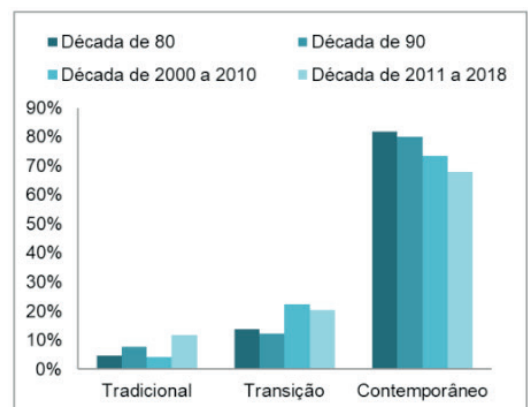
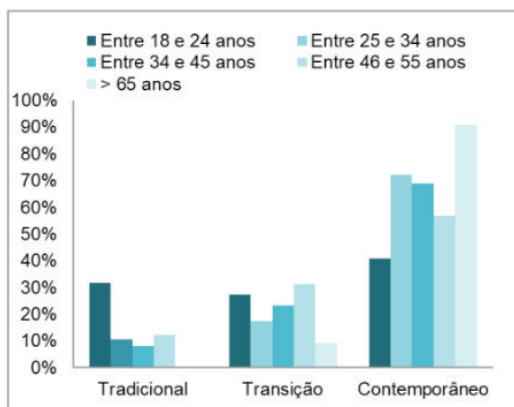


Figura 1. Perfil de Liderança vs. Faixa etária.

Fonte: Autoria própria

Figura 2. Perfil de Liderança vs. Ano de formação Faixa etária.

Fonte: Autoria própria

## 5 | CONCLUSÃO

O perfil de liderança dos Engenheiros que atuam nas empresas do Vale do Paraíba é majoritariamente “Contemporâneo”, representando 72,23% dos respondentes distribuídos em sua maioria em indústrias químicas (26%) e indústrias alimentícias (24%). Dentro as várias características deste estilo, destacam-se o compartilhamento de responsabilidades com os membros da equipe, promoção do autogerenciamento e da propriedade de atividades e processos aos liderados, estímulo a melhorias e a inovações, reconhecimento de parcerias em detrimento de competição entre liderados, utilização de processo e raciocínio amplo e sistemático, consideração das pessoas como sendo o recurso mais valioso dentro de uma organização e também as diferentes visões e opiniões como importantes para momentos de tomada de decisão. Essas características são cada vez mais discutidas e entendidas como tendência da “nova” liderança do século XXI.

Ao analisar a diversidade com enfoque na inclusão feminina, 61% dos respondentes são do sexo masculino, 37% feminino e 2% escolheram “outro” como opção. De maneira geral, as respostas dos engenheiros afirmam a má inclusão feminina em seus times, seguido de 30% com boa inclusão, 20% igualitário e 7% sem inclusão feminina. Importante ressaltar que a maioria de 35% dos respondentes atua na área específica da Engenharia, (área de Produção, Processos, Manutenção e Automação Industrial) e esta é a que menos possui representatividade feminina no Brasil (LOMBARDI, 2006).

Por fim, este trabalho contribuiu para o entendimento do perfil de engenheiros que exercem papel de gestores nas empresas na região do Vale do Paraíba. Esse mapeamento é importante para entender as tendências comportamentais do profissional frente ao que é esperado no seu desempenho.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, J.J.A. **História moderna e contemporânea**. 21ª edição, São Paulo: Editora Ática, 1987.

BOCCI, G. **Liderança e inovação devem caminhar juntos**. Disponível em: <https://hbrbr.uol.com.br/lideranca-e-inovacao-devem-caminhar-juntos/>. Acesso em: 05 ago. 2018.

BORGES, A. FONSECA; BAYLÃO, A. L. DA SILVA; **Liderança em tempos de mudança**. Disponível em: [www.mbc.org.br/mbc/uploads/biblioteca/1187383236.2602A](http://www.mbc.org.br/mbc/uploads/biblioteca/1187383236.2602A). Acesso em: 16 jan. 2018.

BRASIL ECONÔMICO; **Brasil tem carência de engenheiros; confira salários médios da categoria.** Disponível em: <https://economia.ig.com.br/carreiras/2015-02-24/brasil-tem-carencia-de-engenheiros-confira-salarios-medios-da-categoria.html>. Acesso em 09 jul. 2019.

CHIAVENATO, I. **Administração nos novos tempos.** 2ª edição, Rio de Janeiro: Campus, 2004.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas:** o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 1ª edição, Rio de Janeiro: Campus, 1999.

CLARO, A. **No Brasil, a cada 10 engenheiros registrados no CONFEA apenas um é mulher.** Disponível em: [https://pt.wikiversity.org/wiki/Turma\\_Joc/Engenheiras\\_no\\_Brasil](https://pt.wikiversity.org/wiki/Turma_Joc/Engenheiras_no_Brasil). Acesso em: 14 fev. 2018.

CREA – RS, Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul. **Atuação de Engenheiras cresce no país.** Disponível em: <http://www.crears.org.br/site/index.php?p=ver-noticia&id=2983>. Acesso em: 14 fev. 2018.

GERHARDTS, T. E.; SILVEIRA, D. T.; **Métodos de Pesquisa.** Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de população.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?&t=destaques>; Acesso em: 14 fev. 2018.

INEP, Instituto Nacional de Ensino e Pesquisa. **Aumenta participação feminina em cursos de engenharia.** Disponível em: [http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset\\_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/aumenta-participacao-feminina-em-cursos-de-engenharia/21206](http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/aumenta-participacao-feminina-em-cursos-de-engenharia/21206). Acesso em: 14 fev. 2018.

INFOMONEY. **Idade média de líderes brasileiros recua, mostra Datafolha.** Disponível em: <http://www.infomoney.com.br/carreira/noticia/2252509/idade-media-lideres-brasileiros-recua-mostra-datafolha>. Acesso em: 08 mai. 2018.

KOTTER, P.; KARTAJAYA, H. SETIAWAN, I. **Marketing 3.0.** 4ª edição, São Paulo: Elsevier, 2010.

LOMBARDI, M. R. **Engenheiras brasileiras: inserção e limites de gênero no campo profissional.** Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-15742006000100008>. Acesso em 18 jan. 2018.

MARQUES, J. R. **Os malefícios da competitividade no trabalho.** Disponível em: <http://www.ibccoaching.com.br/portal/comportamento/maleficios-competitividade-trabalho/>. Acesso em: 29 jul. 2018.

MAXIMIANO, A.C.A. **Teoria geral da administração:** da revolução urbana à revolução digital. 7ª edição, São Paulo: Atlas, 2012.

MEISTER, J. **Educação corporativa.** 1ª edição, São Paulo: Makron Books, 1999.

MELLO, F. S. H. **Talent Science:** a visão da Culture.Rocks sobre a Gestão de Performance. 1ª edição, São Paulo: Leanpub, 2016.

MOTTA, F.C.P.; VASCONCELOS, I.F.F.G. **Teoria geral da administração.** 2ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

OLIVEIRA, F. V.; ALMEIDA, N. N.; CARVALHO, D. M.; e PEREIRA, F. A. A.; **Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil.** Disponível em: <http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/ExpEng-RevAbenge.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2018.

PALHARINI, M.; BARRETO, M. A. M. **A empresa contemporânea e suas necessidades: percepção dos engenheiros.** “. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/sis\\_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE17&codigo=COBENGE17\\_00028\\_00000553.pdf](http://www.abenge.org.br/sis_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE17&codigo=COBENGE17_00028_00000553.pdf). Acesso em: 22 jan. 2018.

ROBBINS, S. P. **Comportamento organizacional.** 11ª edição, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

SANTOS, M. C.; CÂMARA, M. A. **Gestão do Conhecimento: uma evolução nos processos de gestão de pessoas.** Disponível em: <http://revista.uemg.br/index.php/revistapp/article/view/911>. Acesso em 07 fev. 2018.

SANTOS, S. R. B.; SILVA, M. A. **Os cursos de engenharia no Brasil e as transformações nos processos produtivos: do século XIX aos primórdios do século XXI.** Disponível em: <http://revista.uemg.br/index.php/educacaoemfoco/article/view/65>. Acesso em: 18 jul. 2018.

TELLES, P. C. da S. **História da engenharia no Brasil: séculos XVI e XIX.** 2ª edição, Rio de Janeiro: Clavero, 1994.

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING. **The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century.** Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/10999.html>. Acesso em 20 jan, 2019.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** 1ª edição, São Paulo: Atlas, 1987.

## AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS EM DISCIPLINA INTEGRADORA EMPRESA-UNIVERSIDADE

Data de aceite: 13/01/2020

### Maria Angélica Silva Cunha

Escola de Engenharia de Lorena da Universidade  
de São Paulo  
Lorena – São Paulo

### Maria Auxiliadora Motta Barreto

Escola de Engenharia de Lorena da Universidade  
de São Paulo  
Lorena – São Paulo

**RESUMO:** O processo de avaliar tem diversas funções, como, verificar o rendimento e a evolução do estudante para validar se o conhecimento foi adquirido. Porém, as ferramentas comumente aplicadas servem para classificar o aluno e não mensurar seu desenvolvimento, por isso, atualmente, estão sendo propostas variadas de metodologias de avaliação. As disciplinas de projetos e aprendizagem por problemas vêm sendo cada vez mais aplicadas nas universidades, a fim de preparar os alunos para satisfazerem as necessidades do mercado de trabalho com o desenvolvimento de competências. O presente trabalho refere-se a uma proposta de instrumento de avaliação do desenvolvimento de competências transversais em disciplinas integradoras entre universidade e empresa, baseando-se na disciplina optativa da Universidade de São Paulo. Para isso

foram estabelecidas prioridades e feita uma sugestão de instrumento utilizado por diferentes avaliadores: tutores na empresa, pares e responsável pela disciplina.

**PALAVRAS-CHAVE:** Competências transversais. Disciplina integradora. Metodologia de avaliação.

**ABSTRACT:** The evaluation process has several functions, such as verifying the student's performance and evolution to validate if the knowledge was acquired. However, the commonly applied tools serve to classify the student and do not measure their development, so, currently, are being proposed varied evaluation methodologies. Project and problem-learning disciplines have been increasingly applied in universities in order to prepare students to meet the needs of the job market with skills development. The present work refers to a proposal for an instrument to evaluate the development of transversal competences in integrative disciplines between university and company, based on the elective course at the University of São Paulo. Priorities were established for this purpose and a tool suggestion was used by different evaluators: tutors in the company, peers and responsible for the discipline.

**KEYWORDS:** Transversal competences. Integrative Discipline. Evaluation methodology.

## 1 | INTRODUÇÃO

A neurodidática, estudo de como o cérebro aprende, se baseia no fato de que, paralelamente ao conhecimento, o aluno precisa desenvolver competências como habilidade de trabalhar em grupo, estabelecer consenso, expor suas ideias e empatia, que também são essenciais no ambiente de trabalho, o que exigirá uma mudança também nos métodos de avaliação empregados atualmente (OLIVEIRA, 2017).

Com esse conceito de ensino e aprendizagem, o processo de avaliação passa de classificatório para formativo, com ênfase na construção de conhecimento, fator essencial, especialmente quando o aprendizado é na área da ciência. Sendo assim, é papel do educador empregar a avaliação de maneira estratégica, buscando o maior nível de aproveitamento do educando e promovendo sua reflexão. Neste contexto, pode fazer uso de diversas ferramentas, sendo o *feedback* uma delas, com facilitação do desenvolvimento pessoal do aluno (SANTOS, 2012).

Muitas das metodologias de ensino empregadas, atualmente, denominam-se metodologias ativas. Na metodologia ativa, o foco está no desenvolvimento de competências transversais dos alunos como capacidade crítica, expressão oral e escrita, entre outras. Estudos feitos com estudantes avaliados a partir de metodologias ativas apontam que os alunos ficaram satisfeitos com a aplicação da mesma por trazer mais próxima a realidade vivenciada na sua futura profissão, engajando os estudantes e motivando sua aprendizagem (GARBIN; BOER, 2017).

Um dos tipos de metodologia ativa é a Aprendizagem Baseada em Problemas ou Projetos (ABP), aplicada especialmente na área da engenharia por basear-se na otimização de processos e desenvolvimento de produtos, aplicando técnicas estatísticas para resolução dos problemas a fim de instigar os alunos (BENDERÓVICZ *et al.*, 2017).

Nas metodologias que promovem o desenvolvimento de competências, estas podem ser mensuradas a partir da avaliação comportamental durante o desempenho em uma determinada tarefa. A definição do conceito de competência é ampla e muitas vezes divergente, por isso, foi considerado como o resultado de desempenho em uma determinada tarefa, enquanto a habilidade pode ser considerada basicamente como a demonstração prática de um talento pessoal. (SÁ; PAIXÃO, 2013).

O presente trabalho é resultado de uma proposta de construção de um instrumento de avaliação do desenvolvimento de competências transversais no decorrer de disciplina integradora, a fim de sistematizar o processo avaliativo da mesma. A disciplina considerada é optativa, numa universidade pública do Estado de São Paulo, que tem como intenção proporcionar a aproximação da realidade acadêmica com o mercado de trabalho, por meio do desenvolvimento de projetos *in*



*locu*, pelos alunos.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A metodologia ABP é fundamentada na aprendizagem ativa, uma vez que o aluno constrói o seu conhecimento por meio da resolução de problemas e esta é considerada muito efetiva no desenvolvimento de competências dos alunos, pois incita o pensamento crítico. Uma das intenções da utilização dessa metodologia é dar significado ao estudo do aluno com a transformação da informação em conhecimento. (FERRAZ FILHO *et al.*, 2017).

Os principais objetivos da ABP são instigar o questionamento do aluno, aproximação de problemas reais do mercado, aprendizagem de diferentes conceitos envolvidos, promover a reflexão, *feedback* e aplicação prática do conteúdo aprendido (FERRAZ FILHO *et al.*, 2017). Nos últimos anos, o interesse na Aprendizagem Baseada em Problemas deve-se à relação mais estreita e necessária entre a formação e a prática profissional, promovendo o desenvolvimento de competências nos estudantes. Além disso, essa metodologia permite a discussão em grupo, com o apoio de um tutor, que tem o papel de orientador e fazer o direcionamento na resolução do problema (GOMES; BRITO; VARELA, 2016).

O desenvolvimento de habilidades é possível porque os alunos vivenciam os desafios e dificuldades reais na sua área de atuação e isso requer a aplicação de formas diversas de percepção e comportamento. As competências transversais consideradas nesse trabalho são a capacidade de resolução de problemas, trabalho em equipe, criatividade, capacidade de análise e síntese, comunicação, pro-atividade, automotivação e liderança.

Essas competências são definidas, a seguir, em ordem decrescente de importância e com as suas respectivas relevâncias no ambiente empresarial, de acordo a sua contribuição positiva na formação de um engenheiro. Foi considerada para essa classificação os apontamentos do responsável pela disciplina em questão.

A resolução de problemas tem papel importante na aprendizagem, pois exige um pensamento reflexivo e não apenas mecânico, especialmente no âmbito científico e matemático. Essa habilidade pode formar melhores profissionais no que diz respeito à capacidade de enfrentar positivamente (CLEMENT; TERRAZZAN, 2011). O mercado atual, em decorrência dessa capacidade de resolver problemas, começou a procurar profissionais mais adaptados para enfrentar situações diversas e imprevisíveis, e, por isso, a importância nessa competência, considerada, aqui, como a capacidade de enfrentar uma situação problema com resultados objetivos e visão estratégica.

O trabalho em equipe tem sido visto, nos dias atuais, como uma ferramenta estratégica por promover o desenvolvimento das habilidades e competências dos membros das equipes de trabalho, podendo inclusive promover uma vantagem competitiva por funcionar como um instrumento de mudança interna (FRANCO; SANTOS, 2010). Exige a capacidade de debater, sugerir e tomar decisões em conjunto, não apenas a troca de informação (CARDOZO, 2003).

A criatividade é a associação de capacidades cognitivas com características pessoais, como o caráter e temperamento do indivíduo. Essa característica tem valor no mercado de trabalho por ser relacionada com a capacidade de que tenha um resultado útil na sociedade e, por isso, essa habilidade tem sido cada vez mais bem vista. A capacidade de resolver problemas de forma diferente da usual, produzir ideias e inventar algo valioso é considerada criatividade e pode ser desenvolvida e instigada em ambientes estimulantes. E há um consenso que a atividade criativa possui três etapas: ser original ou novo, ser útil ou interessante e refletir a marca do seu criador (SEABRA, 2007).

A capacidade de análise e síntese é descrita como a habilidade para analisar e agrupar, lógica e objetivamente, fatos e dados (PIMENTEL, 2012). Esta competência é muito valorizada por empresas que procuram melhorar seu desempenho, uma vez que a interpretação de dados é facilitada quando a análise é feita decompondo o problema e avaliando de maneira mais simples cada parte que o compõem, para que as soluções sejam mais assertivas.

A comunicação pode ser definida, basicamente, como processo ou ferramenta social de compartilhamento de sentido, que relaciona no mínimo duas pessoas: o emissor que emite a informação e o receptor que a recebe. Durante esse processo é importante a compreensão objetiva da mensagem, pois os envolvidos compartilham um mesmo objeto de consciência, por isso a comunicação só será efetiva se o receptor a receber com o mesmo significado que ela foi transmitida, tanto por linguagem verbal quanto não verbal (CAMARGO, 2012).

Em função da imprevisibilidade do mundo dos negócios, a capacidade de antever o problema e tomar uma atitude é de extrema valia, sendo assim, o trabalhador deve demonstrar-se proativo, na solução de necessidades de maneira estratégica. E o que caracteriza o trabalhador proativo é a busca por oportunidades de mudança, orientação por objetivos, antecipação de problemas, fazer as coisas de uma maneira diferente e fazer coisas diferentes, orientação para ação e, por fim, perseverança (VEIGA *et al.*, 2013).

A automotivação é a capacidade de se manter motivado e engajado nas atividades, com frequência e energia, e é intensamente valorizada, pois não está vinculada a um fator externo para impulsionar a ação do indivíduo, tornando-se assim ainda mais interessante no ambiente empresarial (RAGAZINI, 2011).

A liderança pode ser conceituada como a capacidade de inspirar e influenciar outras pessoas. Estudos identificaram como principais características de um líder a boa comunicação, potencialização de outras pessoas, paixão pelo trabalho, gosto pela mudança, construção de equipes, pensamento global, energia pessoal e capacidade de energização de outras pessoas, tolerância à ambiguidade e integridade (ALVES; ESTENDER, 2017).

### 3 | METODOLOGIA

Muitas disciplinas de projetos e aprendizagem em torno de problemas reais vem sendo cada vez mais propostas nas universidades para preparar alunos no ingresso do mercado de trabalho, como é o caso da disciplina, que serviu de base para esse estudo, que é oferecida sempre no segundo semestre letivo desde o ano de 2015 para cinquenta alunos, com carga horária de noventa horas. Os discentes são divididos em duas turmas, que são subdivididas em cinco ou sete equipes para desenvolverem projetos propostos por duas empresas multinacionais da região do Vale do Paraíba.

A disciplina tem como proposta a ideia desenvolvida em uma universidade federal com base na metodologia ESP (Projeto Semestral Europeu), introduzida no *curriculum* dos alunos de engenharia a fim de uniformizar a forma de contabilização de créditos que ocorre nos cursos da Europa, para facilitar a transferência de alunos entre as universidades, que foi definida pelos países que participaram do Tratado de Bolonha (DE PAULA, 2017).

A turma era dividida em equipes e havia um tutor na universidade, que era professor e um tutor na empresa e tinha era baseada na metodologia ativa ABP. Mesmo que bem estruturada, apresentava deficiência no quesito da metodologia de avaliação empregada para mensurar o desenvolvimento das habilidades transversais desenvolvidas no seu decorrer pelos alunos, pois precisava de um estudo mais específico sobre esse tipo de avaliação.

O histórico da avaliação feita nos últimos anos seguiu a mesma sistemática de avaliação para todas as turmas e ao longo da sua evolução foi sendo modificada pelo seu coordenador, em resposta ao amadurecimento da equipe e ao *feedback* dos alunos.

#### 3.1 Avaliação do ano de 2015

Em 2015 a equação utilizada para a pontuação dos alunos era, com valores de zero a dez:

$$NF = 0,6 \times \text{Apresentação} + 0,3 \times \text{Nota Tutor} + 0,1 \times \text{Autoavaliação} \quad (1)$$

Na qual:

- **Apresentação**: nota média das notas obtidas pelos membros na apresentação final feita para os professores tutores;

- **Nota Tutor**: nota média da avaliação individual do tutor, de acordo com os critérios do Quadro 1;

- **Autoavaliação**: a equipe se autoavaliou, atribuindo em comum acordo os conceitos A, B e C, com a normativa de que os três conceitos deveriam ser usados e estes foram convertidos em notas segundo um critério arbitrado da seguinte forma:

- A foi igual à maior nota recebida dos membros da banca de apresentação;
- B foi igual à média entre a maior e a menor nota recebida pela banca de apresentação;
- C foi igual à menor nota da mesma banca.

Os critérios avaliados pelos tutores são qualidade do trabalho, produtividade do trabalho, iniciativa, presteza, assiduidade, pontualidade, capacidade de trabalho em equipe e comprometimento com resultados.

### 3.2 Avaliação do ano de 2016

Em 2016, por sugestão da nova empresa, foi acrescentada a nota de avaliação do tutor responsável da equipe na empresa, obtendo-se assim a seguinte equação:

$$NF = \frac{AA + \frac{(TEg + TEi)}{2} + Tutor + Apresentação}{4} \quad (2)$$

Na qual:

- **AA**: nota de autoavaliação de cada membro da equipe, tendo sido atribuídos conceitos A, B e C, com a normativa de que todos os conceitos deveriam ser usados. Os conceitos foram convertidos em notas da seguinte maneira: A=10; B=9,5 e C=9.

- **TEg**: nota do tutor da empresa para a equipe como um todo;

- **TGi**: nota individual atribuída pelo tutor da empresa a cada membro da equipe;

- **Tutor**: nota individual para cada membro da equipe atribuída pelo tutor da faculdade;

- **Apresentação**: nota atribuída às equipes na apresentação final na empresa pelos professores coordenadores da disciplina presentes no evento.

### 3.3 Avaliação do ano de 2017

Em 2017, a alteração realizada foi na distribuição do peso de cada nota, de acordo com a sugestão feita pela professora e psicóloga da universidade, conforme a equação abaixo:

$$NF = AA \times 0,1 + NTE \times 0,25 + NT \times 0,25 + Apresentação \times 0,4 \quad (3)$$

Na qual:

- **AA**: nota de autoavaliação das equipes que deveriam atribuir conceitos -2, -1, 0, 1 ou 2 a cada um dos membros, com a exigência de que a soma dos conceitos fosse igual a 0. Os conceitos foram convertidos em notas segundo a Tabela 1.

- **NTE**: nota individual atribuída pelo tutor da empresa a cada membro da equipe;

- **NT**: nota individual atribuída pelo tutor da escola a cada membro da equipe;

- **Apresentação**: nota média das notas atribuídas pelos tutores de todas as equipes que formaram a banca para a qual todas as equipes realizaram a apresentação final, uma semana antes da apresentação final da empresa.

Conceito	Nota
-2	9,2
-1	9,4
0	9,6
1	9,8
2	10

Tabela 1 – Relação entre conceitos e notas de autoavaliação  
Informações coletadas com o coordenador da disciplina

Os pontos avaliados atualmente são de livre escolha no momento do *feedback*, feito via formulário *online*. Cada um responde somente sobre suas próprias habilidades desenvolvidas, de acordo com a sistemática indicada no Quadro 1.

As aulas iniciais do curso contribuíram para o sucesso do trabalho
Esta forma da disciplina ser aplicada deu mais trabalho do que a forma tradicional
Encontrar soluções para resolução de problemas que vão surgindo é um aspecto positivo
Encontrar mecanismos de gestão do tempo e das tarefas foi um aprendizado importante
Aprender a lidar com as diferenças pessoais e resolver conflitos trouxe um bom aprendizado
Aprender a lidar com as diferenças pessoais e resolver conflitos trouxe um bom aprendizado
Encontrar soluções para problemas reais foi motivador
As apresentações realizadas contribuíram para eu melhorar esta habilidade
Dificuldades técnicas com os projetos trouxeram mais benefícios do que dificuldades
As dificuldades com a gestão do projeto foram um fator que atrapalhou a obtenção do melhor resultado

As dificuldades de relacionamento foram um problema para a obtenção do resultado
A atuação do tutor da empresa foi importante para realização do trabalho
A atuação do tutor da escola foi importante para realização do trabalho
A comunicação com a empresa foi um facilitador para a obtenção dos resultados
Percebi que o desenvolvimento do projeto foi mais cooperativo que competitivo

Quadro 1 – Perguntas feitas

Informações coletadas com o coordenador da disciplina

Concordo totalmente
Mais concordo que discordo
Indiferente para mim
Mais discordo que concordo
Discordo totalmente

Quadro 2 – Possíveis respostas

Informações coletadas com o coordenador da disciplina

Após o preenchimento do formulário são gerados gráficos para a interpretação dos resultados, além de haver a possibilidade dos alunos poderem fazer sugestões sobre como a disciplina pode ser melhorada nas próximas edições.

#### 4 | DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

A avaliação de competências transversais em disciplinas integradoras tem como característica uma maior interação entre os alunos, do que de cada um deles com os tutores e o coordenador. Por isso, a sugestão é que o peso da avaliação dos integrantes do grupo que o avaliado faz parte seja maior do que o peso da avaliação feita pelo tutor da empresa, que avalia de acordo com a realidade do profissional, mas tem pouco contato com o desenvolvimento cotidiano do projeto. Além disso, o fato dos alunos se autoavaliarem também tem um papel importante no desenvolvimento de senso crítico e a ética no ambiente de trabalho sendo que um maior número de avaliadores faz a avaliação mais realista.

Diferente dos anos anteriores, foi desconsiderada a avaliação do tutor da universidade. Tem sido observado que há grande discrepância nas participações dos mesmos. Alguns se envolvem muito, outros pouco, outros nada. Assim, foram

consideradas três avaliações para compor o instrumento final: uma avaliação feita entre os alunos integrantes da mesma equipe, com maior peso; uma avaliação do tutor da empresa, com peso intermediário e, por fim, a avaliação do coordenador da disciplina, com menor peso conforme a equação 1 a seguir:

$$\text{Nota final} = 0,5 \times \text{nota dos alunos} + 0,3 \times \text{nota do tutor} + 0,2 \times \text{nota do coordenador}$$

(4)

#### 4.1 Avaliação feita pelos alunos

A avaliação será feita por meio de formulário *online* enviado para o e-mail de cada aluno e com *link* disponível na página do *Facebook* da disciplina, meio de comunicação de responsabilidade do coordenador da mesma. A média aritmética será obtida a partir da pontuação obtida na avaliação feita pelos alunos, variando de zero a dez.

Cada avaliação será feita de maneira que somente o coordenador da disciplina tenha acesso aos nomes, para que tenha maior credibilidade e imparcialidade. Primeiramente, devem ser definidos os alunos de cada equipe para que os nomes estejam disponíveis para a seleção no formulário, o qual conta com uma breve introdução de como a divisão das notas foi considerada e uma breve definição de cada competência a ser avaliada, conforme o quadro 3.

Competência	Definição
Automotivação	Capacidade de se manter motivado e engajado nas atividades, com frequência e energia
Capacidade de análise e síntese	Habilidade para analisar e agrupar, lógica e objetivamente, fatos e dados
Comunicação	Ferramenta social de compartilhamento de sentido, utilizada de forma efetiva, fazendo com que a mensagem seja recebida com o mesmo sentido com o qual foi transmitida
Criatividade	Capacidade de inovar e ser original com a proposta de soluções que tenham um resultado útil
Liderança	Capacidade de inspirar e influenciar outras pessoas e de direcionar as atividades da equipe em busca de um objetivo em comum, aproveitando o melhor de cada indivíduo
Pro-atividade	Iniciativa de busca por oportunidades de mudança, antecipação de problemas, com orientação para ação
Resolução de problemas	Capacidade de enfrentar uma situação problema com resultados objetivos e visão estratégica
Trabalho em equipe	Capacidade de debater, sugerir e tomar decisões em conjunto, com objetivos compartilhados

Quadro 3 - Definição apresentada aos alunos de cada competência a ser avaliada

Fonte: autoria própria

Os pesos das competências foram sugeridos de acordo com a ordem de importância dada pelo responsável da disciplina e estão ordenados na tabela 2, a seguir:

<b>Competência</b>	<b>Peso</b>
Resolução de problemas	0,20
Trabalho em equipe	0,18
Criatividade	0,16
Capacidade de análise e síntese	0,14
Comunicação	0,12
Pro-atividade	0,10
Automotivação	0,06
Liderança	0,04

Tabela 2 – Peso das competências avaliadas pelos alunos

Fonte: autoria própria

Esses valores irão multiplicar a média de nota recebida pelos alunos da sua equipe durante a avaliação para cada competência, para que a sua nota final da apela equipe seja calculada.

#### 4.2 Avaliação feita pelo tutor da empresa

A avaliação feita pelo tutor da empresa também será feita por meio de formulário online, disponibilizado por e-mail ao final do projeto. A nota será a mesma para toda a equipe e esta conta com as competências e suas respectivas partes avaliadas, de acordo com o quadro 4, apresentadas no formulário, todas com o mesmo peso da avaliação feita pelos alunos.

<b>O que deve ser avaliado</b>	<b>Competência relacionada</b>
Qualidade e clareza da apresentação final	Capacidade de análise e síntese
Viabilidade da solução apresentada	Resolução de problemas
Relacionamento e postura da equipe durante as reuniões; entrosamento da equipe durante as visitas	Trabalho em equipe
Propostas inovadoras na solução do problema	Criatividade
Todos os membros tem o mesmo conhecimento do problema e da solução proposta; contato direto com o tutor é efetivo	Comunicação
Tomada de iniciativa, questionamento e propostas de ação para a solução do problema	Pro-atividade
Demonstração de interesse nas visitas e durante as reuniões	Automotivação



Organização nas tarefas feitas e contato direto com um representante do grupo	Liderança
---	-----------

Quadro 4 – Competências avaliadas pelo tutor da empresa

Fonte: autoria própria

### 4.3 Avaliação feita pelo coordenador da disciplina

O coordenador da disciplina será responsável por avaliar de uma maneira geral, com apenas uma nota variando de zero a dez, a evolução das apresentações da solução final de cada equipe para o projeto até a apresentação final, assim como o desenvolvimento do grupo como uma equipe de trabalho.

## 5 | CONCLUSÃO

A proposta deste trabalho foi a sistematização da maneira de avaliar os alunos numa disciplina integradora, que envolvesse as principais competências transversais desenvolvidas ao longo do projeto. Além disso, converter essas avaliações em notas e que também o instrumento fosse padronizado, sendo capaz de auxiliar avaliadores de disciplinas que sejam baseadas em metodologias ativas.

Para isso, foi feito um estudo comparativo com o histórico de avaliação da disciplina em questão e o que se busca em disciplinas baseadas em projetos e problemas dentro da realidade de um ambiente de trabalho. Com isso, o objetivo está a caminho de ser atingido, por meio da elaboração de um instrumento de avaliação que considera aspectos e necessidades da universidade e da empresa.

O instrumento conta com a avaliação com maior peso, por parte dos alunos integrantes da mesma equipe, uma vez que eles a interação entre eles é maior, seguida pela avaliação do tutor da empresa, o qual representa a realidade no ambiente profissional e por fim, a avaliação do coordenador da disciplina, que avalia a evolução dos grupos ao longo do semestre.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Thamires Oliveira; ESTENDER, Antônio Carlos. Liderança e sua importância para motivação organizacional. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**, v.6, mar. 2017, p. 148-163.

BENDERÓVICZ, Gabriela; SILVA, Larissa de Paiva; SAATKAMP, Thais Helena; CATEN, Carla Schwengber tem; GARBIN, Fernanda Gobbi de Boer. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino de projeto de experimentos**. XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, set. 2017, Santa Catarina. Anais. Joinville, 2017.

CAMARGO, EP. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física**. São Paulo: Editora UNESP, 2012. 274p.

CARDOZO, Carla Marchesini. **O trabalho em equipe e seus motivadores.**

2003. 63p. Dissertação (mestrado). EAESP/FGV, São Paulo – SP, 2012.

CLEMENT, Luiz; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Atividades didáticas de resolução de problemas e o ensino de conteúdos procedimentais. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v.6, n.1, jul. 2011, p. 87-101.

DE PAULA, Vinícius Renó. **Aprendizagem baseada em projetos: Estudo de caso em um curso de Engenharia de Produção.** 2017.172f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá- MG, 2017.

FERRAZ FILHO, Braz da Silva; SANTOS, Aline Coêlho dos; SILVA, Renata Oliveira da; BITTENCOURT, William; PEIXOTO, Régis Nepomuceno; MARCELINO, Roderval. **Aprendizagem baseada em problema (PBL): uma inovação educacional?** Revista Cesumar Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, v.22, n.2, jul./dez. 2017, p. 403-424. ISSN 1516-2664. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17765/1516-2664.2017v22n2p403-424>. Acesso em: 13 abr. 2019.

FRANCO, Julia Hosana Santos; SANTOS, Jair Nascimento. **Um estudo da relação entre o trabalho em equipe e a Aprendizagem organizacional.** Revista Gestão e Sociedade CEPEAD/UFMG, v.4, n.9, set./dez. 2010. Disponível em: [www.ges.face.ufmg.br/](http://www.ges.face.ufmg.br/). Acesso em: 03 dez. 2018.

GARBIN, Fernanda Gobbi de Boer; BOER, Renato Luis Valente de. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino de metodologias de gestão organizacional.** XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, set.2017, Santa Catarina. Anais. Joinville,2017.

GOMES, Rosa Maria; BRITO, Elisabeth; VARELA, Ana. **Intervenção na formação no ensino superior: a aprendizagem baseada em problemas (PBL).** Interações, v.12, n. 42, 2016, p. 44-57. Disponível em: <http://www.eses.pt/interaccoes>. Acesso em: 13 abr. 2019.

OLIVEIRA, Sara Dias. **As neurociências descobriram como o cérebro aprende melhor (e têm umas lições a dar à escola).** 2017. Disponível em: <https://www.noticiasmagazine.pt/2017/as-neurociencias-descobriram-cerebro-aprende-melhor-umas-licoes-dar-escola/>. Acesso em: 14 nov. 2018.

PIMENTEL, Flavio. **Matriz de competências comportamentais.** 2012. Conselho Regional de Psicologia, Espírito Santos. p.05.

RAGAZINI, Renata. **Motivação e desmotivação: duas faces de uma mesma moeda na vida do trabalhador.** 2011. Comunidade ADM. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/carreira/a-motivacao-e-a-desmotivacao-duas-faces-de-uma-mesma-moeda-na-vida-do-trabalhador/53311/>. Acesso em: 10 dez. 2018.

SÁ, Patrícia; PAIXÃO, Fátima. **Contributos para a clarificação do conceito de competência numa perspetiva integrada e sistémica.** Revista Portuguesa de Educação, 2013, 26(1), p. 87-114.

SANTOS, Rosemary Alvarenga dos. **A Importância da Avaliação no Processo Ensino Aprendizagem na Disciplina de Ciências.** 2012. 49p. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

SEABRA, Joana Miguel. **Criatividade.** 2007. Trabalho em licenciatura. Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra, Portugal. p.42. Disponível em: [www.psicologia.com.pt](http://www.psicologia.com.pt). Acesso em 03 dez. 2018.

VEIGA, Heila Magali da Silva; MACHADO, Sheila Francisca; PINHEIRO, Izabela Maria de Oliveira; REBOUÇAS, Cíntia Regina Moura. **Relações entre comportamento pró-ativo e comprometimento organizacional.** 2013. Gerais, Rev. Interinst. Psicol, v.6, n.1, jun. 2013. Belo Horizonte, 2013.

## A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE A DISCIPLINA DE BIOESTATÍSTICA EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA NO SUDESTE DO PARÁ, BRASIL

Data de aceite: 13/01/2020

### **Eric Renato Lima Figueiredo**

Faculdade de Saúde Coletiva, Instituto de estudos em Saúde e Biológicas, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá – Pará

### **Leiliane dos Santos da Conceição**

Faculdade de Saúde Coletiva, Instituto de estudos em Saúde e Biológicas, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá – Pará

### **Kivia Leticia dos Santos Reis**

Faculdade de Saúde Coletiva, Instituto de estudos em Saúde e Biológicas, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá – Pará

### **Ana Cristina Viana Campos**

Faculdade de Saúde Coletiva, Instituto de estudos em Saúde e Biológicas, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá – Pará

**RESUMO:** A Estatística é parte da Matemática Aplicada que auxilia no processo de pesquisa, que permeia todas as áreas do conhecimento que lidam com observações empíricas. O objetivo deste estudo avaliar a percepção dos alunos sobre a disciplina de Bioestatística nos cursos de bacharelado em Ciências Biológicas, Psicologia e Saúde Coletiva em uma universidade no sudeste do Pará. Participaram do estudo 88 alunos respondendo um questionário de forma anônima e livre. O banco de dados foi construído no programa

Microsoft Excel, para análise dos dados por meio do teste qui-quadrado. Os alunos tinham idade entre 17 e 49 anos, com média  $23,1 \pm 6,2$  anos. Em relação ao perfil sociodemográfico dos alunos, a maioria tinha até 21 anos (53,4%), era do sexo feminino (78,4%), solteiro (85,2%) e se declarou pardo (62,5%). Foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os três cursos para as variáveis sobre desistir do curso ( $p=0,014$ ), opinião sobre se estudaria uma disciplina como Bioestatística no seu curso ( $p=0,002$ ), consulta à bibliografia ( $p=0,002$ ) e realização de tarefas realizadas pelo professor da disciplina ( $p=0,007$ ). Conclui-se que há diferenças importantes entre os cursos de graduação desta universidade em relação ao perfil sociodemográfico e a percepção dos alunos sobre a disciplina de Bioestatística, que servirão de parâmetro para proposição de novas metodologias de ensino e melhorias nesta disciplina.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioestatística. Ensino. Perfil sociodemográfico. Percepção.

### STUDENT'S PERCEPTION ABOUT A STATISTICS DISCIPLINE IN A SOUTHEAST PUBLIC UNIVERSITY IN PARÁ, BRASIL

**ABSTRACT:** Statistics is part of Applied Mathematics that assists the research process, which permeates all areas of knowledge that deal

with empirical observations. Our objective was to measure students' perceptions of the discipline of Statistics in bachelor degree courses in Biological Sciences, Psychology and Public Health at a university in southeastern Pará, Brazil. Eighty-eight students answered an anonymous questionnaire. We did the data analysis using the Microsoft Excel program for data analysis using the chi-square test. The students were aged between 17 and 49 years old, with an average of  $23.1 \pm 6.2$  years old. Regarding the students' social and demographic profile, most were up to 21 years old (53.4%), were female (78.4%), single (85.2%) and declared brown (62.5%). Statistically significant differences were observed between the three courses for the variables on dropping out of the course ( $p = 0.014$ ), opinion on whether to study a discipline as Statistics in its course ( $p = 0.002$ ), reference to the bibliography ( $p = 0.002$ ) and performance of tasks performed by the subject teacher ( $p = 0.007$ ). We concluded that there are important differences between the undergraduate courses of this university in relation to the social and demographic profile and the students' perception about the discipline of Statistics, which will serve as a parameter for proposing new teaching methodologies and improvements in this discipline.

**KEYWORDS:** Statistics. Education. Demographic profile. Perception

## 1 | INTRODUÇÃO

A Estatística é parte da Matemática Aplicada com enfoque em teorias probabilísticas aplicadas na interpretação da frequência do acontecimento de fenômenos, propiciando métodos para a coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados, sendo, portanto influente em diversas áreas na qual se manipulem dados experimentais, tais como biologia, meteorologia, saúde, educação e dentre outras (ZANGIACOMI, 2015). Sua importância reside no auxílio ao processo de pesquisa, que permeia todas as áreas do conhecimento que lidam com observações empíricas (CARZOLA, 2017, p. 14).

Mais do que o domínio dos números, se faz necessário aprender a organizar e interpretar dados estatísticos como indispensável habilidade para uma formação cidadã (LOPES, 2008). A competência nesses assuntos permite aos alunos uma sólida base para desenvolverem estudos futuros e atuarem cientificamente (LOPES, 2008, p.60).

Todo o arcabouço teórico e prático da estatística fornece uma série de recursos também para o entendimento de eventos relacionados às áreas de saúde e biológicas. Neste contexto específico, a aplicação destes saberes e construção de conhecimentos no âmbito acadêmico ou de pesquisa bem como na atuação de profissionais na área da Saúde e Ciências Biológicas dizem respeito a uma área da

estatística conhecida como Bioestatística (FERREIRA, OLIVEIRA, 2016; CLIFFORD, 2013).

Entretanto, o ensino e aprendizagem da Bioestatística tem sido marcado pelo desinteresse e baixos índices de aprovação entre os estudantes da graduação (LEITE *et al.*, 2015; FIGUEIRÓ; VARGAS; VIEIRA, 2013). Dentre os possíveis determinantes que contribuem com esta situação, estão diversos fatores relacionados ao processo de ensino-aprendizagem e identificar estas causas com a participação dos alunos, expondo suas ideias, expectativas, angústias, e motivação podem gerar subsídios para a melhoria desta realidade, produzindo melhorias a médio e longo prazo (ZANELLA; LOPES; SEIDEL, 2009).

Assis (2015) desenvolveu um estudo para observar e analisar como atividades exploratórias podem contribuir para a formação do usuário de Estatística, que deve ser um cidadão crítico e ativo diante de informações estatísticas. O autor concluiu que as atividades exploratórias no contexto em que foram apresentadas são uma opção para um trabalho que vise a formação do usuário de Estatística, principalmente do aluno do Ensino Superior, pois ele pode explorar conceitos e enxergar a Estatística na sua totalidade e ter a oportunidade de aprender através de uma experiência mais próxima de seu cotidiano.

Para Lopes (2008, p. 61), o ensino da estatística e da probabilidade pode contribuir efetivamente para uma educação mais cidadã, mas para isso é importante que se possibilite aos alunos o confronto com problemas variados do mundo real e que tenham possibilidades de escolherem suas próprias estratégias para solucioná-los.

Portanto, os desafios relacionados ao ensino-aprendizagem estão relacionados à necessidade de ir além da apresentação de conceitos, possibilitando aos discentes uma perspectiva crítica e ativa na produção, análise, interpretação e comunicação de dados.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi criar um questionário para avaliar a percepção dos alunos sobre a disciplina de Bioestatística nos cursos de bacharelado em Saúde Coletiva e Biologia em uma universidade no sudeste do Pará.

## 2 | MÉTODOS

Este estudo foi realizado em uma universidade pública federal no sudeste do Pará, Brasil. Dentre as ações e projetos de ensino desenvolvidos nesta universidade, semestralmente é realizado a abertura de editais de monitoria para os diferentes

cursos de graduação. O Programa de Monitoria Geral foi criado no intuito de contribuir para a melhoria da qualidade do processo de ensino – aprendizagem, através de projetos que envolvam alunos de cursos de graduação na execução de atividades de caráter didático-pedagógico vinculadas a componentes curriculares.

Bioestatística é uma disciplina obrigatória da matriz curricular dos cursos de Saúde Coletiva, Psicologia e Ciências Biológicas com carga horária de 68 horas, conforme figura abaixo (Quadro 1).

<b>Características</b>	<b>Ciências Biológicas</b>	<b>Psicologia</b>	<b>Saúde Coletiva</b>
<b>Nome da disciplina</b>	Bioestatística	Estatística aplicada à Psicologia	Bioestatística I
<b>Carga horária</b>	Total=68 Teórica= 51 Prática=17	Total=68 Teórica= 51 Prática=17	Total=68 Teórica= 34 Prática=34
<b>Ementa</b>	<p>Principais medidas de comprimento: área e volume; Razão: conceito e aplicações, porcentagem. Proporção: conceito. Aplicação: juros simples e regra de três simples.</p> <p>Grandezas Diretamente e Inversamente Proporcionais: regra de três composta.</p> <p>Funções reais: conceito, propriedades, construção e análise de gráficos, a função exponencial e a função logarítmica.</p> <p>Estudo de populações e amostras, distribuição de frequências, representação gráfica, medidas de tendência central e variabilidade, funções de probabilidade, distribuição normal e outras, estimação, inferência, regressão e correlação. Testes t (e suas variações), Análise de Variância, Teste Qui-quadrado.</p>	<p>Conceitos básicos de Estatística: população, amostra e variável. Tipos de variáveis.</p> <p>Organização e apresentação de dados: tabelas e gráficos. Medidas de tendência central e de variabilidade.</p> <p>Noções de probabilidade: Distribuição Normal. Noções de amostragem.</p> <p>Inferência estatística: estimação, testes de hipóteses paramétricos e não-paramétricos, análise de correlação.</p>	<p>Principais técnicas estatísticas aplicadas aos estudos em saúde coletiva e na interpretação de artigos científicos. Conceitos e métodos aplicados na coleta, organização, descrição, análise, apresentação, interpretação de dados e sua utilização para a tomada de decisão em saúde.</p> <p>Planejamento estatístico em saúde. Conceito de variável, natureza e nível de mensuração de variáveis. Construção e interpretação de tabelas e gráficos. Estatística descritiva: medidas de tendência central e de dispersão. Análise descritiva dos dados: univariada e bivariada.</p> <p>Conceitos básicos: população/ amostra, parâmetro. Noções de probabilidade. Principais distribuições de probabilidade. Amostragem e introdução à inferência estatística.</p>

<b>Pré-requisito</b>	---	---	Introdução à Epidemiologia
<b>Oferta</b>	2º semestre	2º semestre	3º semestre

Quadro 1. Distribuição da disciplina de Bioestatística entre os cursos de graduação

Fonte: Dados dos PPC's

Devido ao alto grau de reprovação e dificuldade dos alunos, é considerada uma disciplina prioritária a ser contemplada com pelo menos um monitor por semestre.

As atividades de monitoria envolvem o acompanhamento durante as aulas auxiliando na resolução de atividades, orientação e esclarecimento de dúvidas em encontros grupais, e auxílio nas aulas práticas no laboratório de informática. Além disso, foi proposto no projeto de monitoria a criação de um questionário para avaliar a percepção dos alunos sobre a disciplina de Bioestatística para ser aplicado ao final de cada período letivo.

Foi criado um questionário composto por perguntas relacionadas ao aluno perfil sociodemográfico (idade, sexo, estado civil, auxílios/bolsas, vínculo empregatício), e sobre a percepção dos alunos sobre a disciplina de Bioestatística (tempo de estudo, conciliação entre estudos e outras atividades cotidianas, consulta à bibliografia e realização de tarefas).

A coleta de dados foi realizada em três períodos letivos distintos por três monitores diferentes. A aplicação do questionário aconteceu no final das aulas de bioestatística, sem a presença da professora de forma anônima e de livre participação. O banco de dados foi construído no programa Microsoft Excel, para análise dos dados por meio do teste qui-quadrado, com demográficas dos alunos e também com as variáveis relacionadas à percepção do aluno sobre a disciplina de Bioestatística.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra foi composta por 41 (46,6%) alunos do curso de Ciências Biológicas, 20 (22,7%) de Saúde Coletiva e 27 (30,7%) de Psicologia (Figura 1).

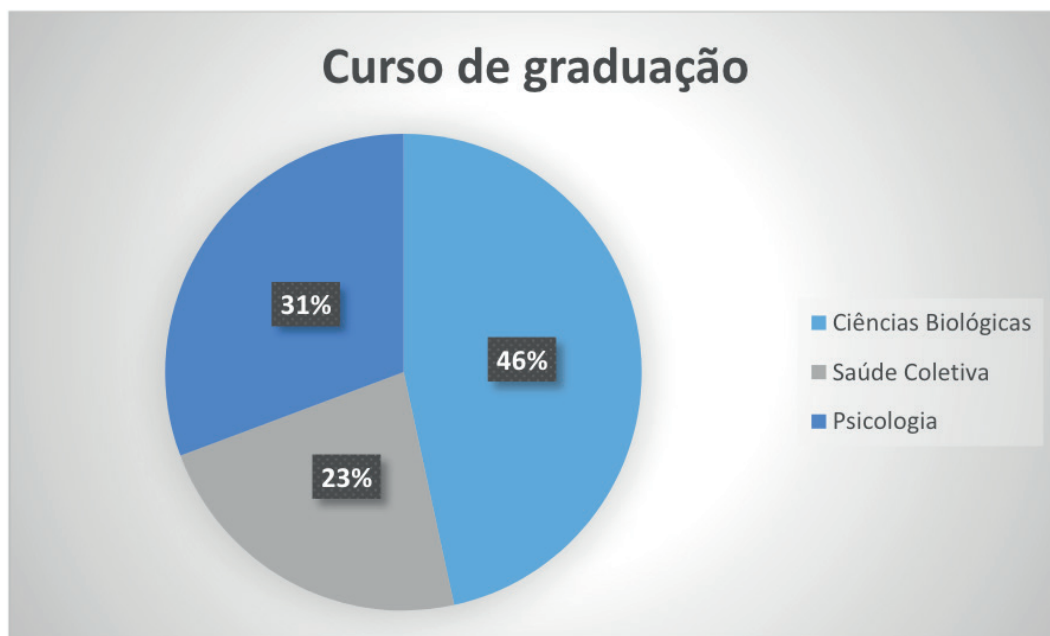


Figura 1. Distribuição da amostra de alunos por curso.

Os alunos tinham idade entre 17 e 49 anos, com média  $23,1 \pm 6,2$  anos. Em relação ao perfil sociodemográfico dos alunos, a maioria tinha até 21 anos (53,4%), era do sexo feminino (78,4%), solteiro (85,2%) e se declarou pardo (62,5%).

Na tabela 1, observa-se diferenças estaticamente significantes entre os três cursos em relação a todas variáveis sobre o perfil sociodemográfico, exceto o sexo.

É interessante destacar que os alunos do curso de Ciências Biológicas são os mais jovens, solteiros, sem filhos, com menor tempo de formado e sem vínculo empregatício. Uma possível explicação pode ser o fato de ser uma profissão já consolidada na região, enquanto que o curso de graduação em Saúde Coletiva é recente no Brasil (desde 2008) e que o curso de Psicologia estava apenas na sua terceira oferta de matrículas nesta universidade.

Por outro lado, a maioria dos alunos do curso de Ciências Biológicas escolheu este curso como primeira opção de graduação (53,7%). Entretanto, essa diferença não foi comprovada estatisticamente.

Variáveis	Ciências Biológicas (N=41)		Saúde Coletiva (N=20)		Psicologia (N=27)		p-valor
	n	%	n	%	n	%	
<b>Idade</b>							
17-21 anos	32	80,0	07	35,0	8	29,6	<0,001
22-49 anos	08	20,0	13	65,0	19	70,4	
<b>Sexo</b>							



Masculino	10	25,0	02	10,0	05	19,2	0,387
Feminino	30	75,0	18	90,0	21	80,8	
<b>Raça/etnia</b>							
Preto	10	24,4	06	30,0	03	11,1	0,019
Pardo	22	53,7	11	55,0	22	81,5	
Branco	09	22,0	01	5,0	02	7,4	
Indígena	00	0,0	02	10,0	00	0,0	
<b>Estado civil</b>							0,021
Solteiro	39	97,5	16	80,0	20	74,1	
Casado	00	0,0	02	10,0	06	22,2	
Outro	01	2,5	02	10,0	01	4,7	
<b>Nº de filhos</b>							
0	40	97,6	14	70,0	21	77,8	0,007
≥ 1	01	2,4	06	30,0	06	22,2	
<b>Tempo de formado no ensino médio</b>							
≤5 anos	30	75,0	07	35,0	11	40,7	0,003
> 5 anos	10	25,0	13	65,0	16	59,3	
<b>Vínculo empregatício</b>							
Sim	01	2,5	05	25,0	11	40,7	<0,001
Não	39	97,5	15	75,0	16	59,3	
<b>Possui algum estágio</b>							
Sim	03	7,3	02	10,0	09	33,3	0,012
Não	38	92,7	18	90,0	18	66,7	

Tabela 1- Perfil sociodemográfico dos alunos dos cursos de Ciências Biológicas Psicologia e Saúde Coletiva que cursaram a Disciplina de Bioestatística.

Fonte: Dados da pesquisa

O conhecimento do perfil dos alunos passa a ser uma estratégia de ensino da Bioestatística conforme a realidade destes, visto que é fundamental que os discentes sejam capazes de vislumbrar a utilidade prática dos saberes deste campo em sua

formação acadêmica e profissional (CLIFFORD, 2013).

Na tabela 2, observamos diferenças estatisticamente significantes entre os três cursos para as variáveis sobre desistir do curso ( $p=0,014$ ), opinião sobre se estudaria uma disciplina como Bioestatística no seu curso ( $p=0,002$ ), consulta à bibliografia ( $p=0,002$ ) e realização de tarefas realizadas pelo professor da disciplina ( $p=0,007$ ).

Variáveis	Ciências Biológicas (N=41)		Saúde Coletiva (N=20)		Psicologia (N=27)		p-valor
	n	%	n	%	n	%	
<b>Este curso foi sua primeira opção</b>							0,126
Sim	22	53,7	06	30,0	11	44,0	
Não	19	46,3	14	70,0	14	56,0	
<b>Este curso foi sua segunda opção</b>							0,645
Sim	17	42,5	11	55,0	12	44,4	
Não	23	57,5	09	45,0	15	55,6	
<b>Já pensou em desistir do curso</b>							0,014
Sim	13	32,5	11	57,9	17	68,0	
Não	27	67,5	08	42,1	08	32,0	
<b>Esperava que estudaria uma disciplina como Bioestatística no seu curso</b>							0,002
Sim	18	43,9	06	30,0	01	3,7	
Não	23	56,1	14	70,0	26	96,3	
<b>Conciliação entre estudos e outras atividades cotidianas</b>							
Sim	31	75,6	17	85,0	21	77,8	0,701
Não	10	24,4	03	15,0	06	22,2	
<b>Média de horas/semana de estudo</b>							0,279
Nunca	06	14,6	07	36,8	07	26,9	
Até duas horas	30	73,2	10	52,6	14	53,8	
Mais que duas horas	05	12,2	02	10,5	05	19,2	

<b>Consulta a bibliografia indicada para a disciplina de Bioestatística</b>							0,002
Nunca	14	34,1	12	70,6	03	11,5	
Quando necessário	24	58,5	04	23,5	22	84,6	
Frequentemente	03	7,3	01	5,9	01	3,8	
<b>Realiza tarefas indicadas pelo professor da disciplina</b>							0,007
Nunca	01	2,4	01	5,6	01	3,7	
Quando tenho tempo	16	39,0	13	72,2	05	18,5	
Frequentemente	24	58,5	04	22,2	21	77,8	

Tabela 2- Percepção alunos dos cursos de Ciências Biológicas Psicologia e Saúde Coletiva sobre a disciplina de Bioestatística.

Fonte: Dados da pesquisa

Um dado que chama atenção é que 63 (71,6%) dos alunos não esperavam estudar uma disciplina como Bioestatística no seu curso, o que pode ser entendida como um fator desmotivacional (ZANELLA; LOPES; SEIDEL, 2009).

Segundo (LIMA, MACHADO, MACHADO, 2017, p. 22251), aliado a isso, há

uma forte resistência dos discentes, especialmente por algumas limitações na educação básica e seus processos formativos bem como na insistência de algumas práticas docentes em defender que o ensino de Estatística deve estar vinculado a um universo amplo de exercícios operacionais e uso do quadro branco como principal recurso didático.

Desistir do curso é uma variável importante que mede indiretamente a possibilidade de evasão no curso superior. Neste estudo enquanto a maioria dos alunos dos cursos de Psicologia (57,9%) e Saúde Coletiva (68,0%) já pensou em desisti do curso, o oposto ocorreu entre os alunos do Ciências Biológicas.

Muitos motivos podem levar ao aluno a desistir de um curso superior, que não foram investigados neste estudo. Porém, apesar de ainda existirem poucos estudos nesta temática, as repercussões negativas já são conhecidas, tais como a perda de recursos do Estado, o prejuízo financeiro e os prejuízos social e individual (ASSIS, 2017).

Outros resultados preocupantes são que 29 alunos (33,0%) nunca consultaram a bibliografia indicada para a disciplina de Bioestatística, 3 (3,4%) alunos nunca realizaram tarefas e 34 (38,6%) só realizam as tarefas quando têm tempo. Estes fatores podem contribuir para o baixo desempenho dos alunos (LEITE et al. 2015).

Entretanto, esses resultados devem ser interpretados com cautela, pois se trata de um estudo transversal realizado apenas com alunos que cursaram a disciplina de Bioestatística durante o período de coleta dos dados. Por outro lado, recomendamos que a avaliação do ensino-aprendizagem deve envolver professores e alunos como forma de identificar os principais desafios na melhora da qualidade do processo ensino-aprendizagem (ZANELLA; LOPES; SEIDEL, 2009).

Conclui-se que há diferenças importantes entre os cursos de graduação desta universidade em relação ao perfil sociodemográfico e a percepção dos alunos sobre a disciplina de Bioestatística que poderão servir de parâmetro para proposição de novas metodologias de ensino e melhorias nesta disciplina e em outros contextos.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, L.B. **A formação do usuário de Estatística pelo desenvolvimento da literacia estatística, do raciocínio estatístico e do pensamento estatístico através de atividades exploratórias.** Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Educação Matemática) -- Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015 Disponível em: < <http://www.ufjf.br/mestradoedumat/files/2011/05/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Leonardo.pdf> >. Acesso em 01 out. 2019.

ASSIS, L.R.S. **Perfil de Evasão no Ensino Superior Brasileiro: uma Abordagem de Mineração de Dados.** Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Computação Aplicada) -- Universidade de Brasília, Brasília, 2017 Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/32139/1/2017\\_LucasRochaSoaresdeAssis.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/32139/1/2017_LucasRochaSoaresdeAssis.pdf)>. Acesso em 01 out. 2019.

CAZORLA, I; MAGINA, S.; GITIRANA, V. et al. **Estatística para os anos iniciais do ensino fundamental.** 1. ed. - Brasília: Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM, 2017.

CLIFFORD, B. R. **Bioestatística para ciências da saúde.** Tradução Daniel Vieira; revisão técnica Jorge Alves de Sousa. - São Paulo: Pearson Education Brasil, 2013.

FERREIRA, V. G.; OLIVEIRA, R. R. **A importância da estatística na área da saúde.** Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 1, 2016.

FIGUEIRÓ, R.; VARGAS, A. B.; VIEIRA, V. **A Bioestatística em contexto para o estudante de graduação: relato de experiência de uma prática interdisciplinar para o curso de Ciências Biológicas.** REVISTA PRÁXIS, nº 10, 2013.

LEITE, M.L.; RIBEIRO, D.C.; MILANESI, A. et al. **Estratégias de ensino de bioestatística em enfermagem para elevar o índice de aprovação dos alunos do Centro de Ensino Superior de Ilhéus - Faculdade de Ilhéus-Bahia: uma abordagem construtivista.** In: Anais - EDUCERE - XII Congresso Nacional de Educação, p. 2238-2249, nov. 2015. Disponível em: <[https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17568\\_9092.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17568_9092.pdf)>. Acesso em 01 out. 2019.

LIMA, D.V.M; MACHADO, E.J.; MACHADO, F.M. **O ensino de estatística em curso de licenciatura em Ciências Biológicas: o uso do laboratório de informática.** In: Anais - EDUCERE - XIV Congresso Nacional de Educação, p. 22245-22252, Curitiba, Paraná, 2017. Disponível em: < [https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24720\\_12503.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24720_12503.pdf) >. Acesso em: 01 ago. 2019.

LOPES, C.E. **O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores.** Cad. Cedes, Campinas, v. 28, n. 74, p. 57-73, jan./abr. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v28n74/v28n74a05.pdf>>. Acesso em 01 out. 2019.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística.** 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

ZANELLA, A.; LOPES, L. F. D.; SEIDEL, Ê. J. **Diagnóstico do ensino-aprendizagem e satisfação dos alunos nas disciplinas de estatística da UFMS**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas – Ano 4, n. 3, 2009.

ZIANGIACOMI, M. E. **Bioestatística para os cursos de graduação da área da saúde**. São Paulo: Blucher, 2015.

## O DESIGN THINKING COMO METODOLOGIA DE PROJETO APLICADA AOS ALUNOS INGRESSANTES NO CURSO DE ENGENHARIA: O PROJETO “OPENFAB”

Data de aceite: 13/01/2020

### **Claudia Alquezar Facca**

Instituto Mauá de Tecnologia, Escola de Engenharia, Curso de Design  
São Caetano do Sul - SP

### **Patrícia Antônio de Menezes Freitas**

Instituto Mauá de Tecnologia, Escola de Engenharia, Ciclo Básico  
São Caetano do Sul - SP

### **Hector Alexandre Chaves Gil**

Instituto Mauá de Tecnologia, Escola de Engenharia, Ciclo Básico  
São Caetano do Sul - SP

### **Felipe Perez Guzzo**

Instituto Mauá de Tecnologia, Escola de Engenharia, Curso de Design  
São Caetano do Sul - SP

### **Ana Mae Tavares Bastos Barbosa**

Universidade Anhembi Morumbi, Escola de Ciências Exatas, Arquitetura e Design  
São Paulo – SP

**RESUMO:** Este trabalho apresenta uma análise da aplicação da metodologia do Design Thinking na disciplina de Introdução à Engenharia com o objetivo de integrar as áreas do conhecimento – Design e Engenharia – e alcançar a inovação no processo de desenvolvimento de novos projetos. O Design Thinking é uma metodologia

para solucionar problemas complexos que utiliza e aplica ferramentas do Design, centralizando o processo nas pessoas e em suas necessidades, por meio do raciocínio associativo e do pensamento analítico. Por meio da descentralização da prática do Design das mãos de profissionais especializados – no caso os Designers - é uma abordagem que permite que seus princípios sejam adotados por pessoas atuantes em diversas áreas profissionais – como a Engenharia, por exemplo. Como objeto de estudo da pesquisa foi abordado o Projeto “OpenFab”, pertencente à disciplina Introdução à Engenharia, ministrada durante o 1º semestre de 2018 aos alunos da 1ª série dos cursos de Engenharia do Instituto Mauá de Tecnologia. O objetivo deste estudo é observar o processo de desenvolvimento de um projeto de Engenharia utilizando uma metodologia de Design, analisando seus efeitos e impactos como estratégia de ensino na aprendizagem dos estudantes, logo no início do curso, considerando as dimensões relativas às competências técnico-científicas e os conhecimentos interdisciplinares possíveis e existentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Design Thinking. Metodologia de Projeto. Ensino de Engenharia.

DESIGN THINKING AS A PROJECT

## METHODOLOGY APPLIED TO STUDENTS ENTERING THE ENGINEERING COURSE: THE "OPENFAB" PROJECT

**ABSTRACT:** This work presents an analysis of the application of the Design Thinking methodology in the discipline of Introduction to Engineering with the objective of integrating the areas of knowledge – Design and Engineering – and achieving innovation in the process of developing new projects. Design Thinking is a methodology for solving complex problems that utilizes and applies Design tools, centralizing the process in people and their needs, through associative reasoning and analytical thinking. Through the decentralization of the practice of Design from the hands of specialized professionals - in this case the Designers – Design Thinking is an approach that allows its principles to be adopted by people working in several professional areas – such as Engineering, for example. As an object of study, the “OpenFab” Project was approached, belonging to the discipline Introduction to Engineering, taught during the 1st semester of 2018 to the students of the 1st series of the Engineering courses of the Instituto Mauá de Tecnologia. The aim of this study is to observe the process of developing an engineering project using a Design methodology, analyzing its effects and impacts as a teaching strategy in student learning, at the beginning of the course, considering the dimensions related to the technical-scientific competences and the possible and existing interdisciplinary knowledge.

**KEYWORDS:** Design Thinking. Project Methodology. Engineering Education.

### 1 | INTRODUÇÃO

Com a potencial retomada do crescimento econômico do Brasil nas próximas décadas um bom suporte dos engenheiros que atuam no país será fundamental para o aumento do desempenho dos meios de produção (CAVALCANTE; EMBIRUÇU, 2013). Portanto, a formação desse engenheiro é um assunto de grande importância.

De acordo com dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2018), em 2017 cerca de 270 mil estudantes ingressaram nos cursos presenciais de Engenharia, Produção e Civil e quase 140 mil graduaram-se nesses cursos em todo o país. Observa-se, neste caso, que o número de concluintes no curso representa quase metade (51,48 %) do número de ingressantes no mesmo ano. De acordo com Lobo (2017) a área de Engenharia e profissões correlatas apresentou uma taxa de evasão de curso de 23% (no período de 2014/2015). Entende-se por evasão de curso aquela que ocorre quando o estudante se desliga do curso superior em situações diversas, deixando-se de se matricular, desistindo oficialmente do curso, mudando de curso ou sendo excluído por norma institucional (ROSSA et al, 2017). Os motivos pelos quais muitos alunos acabam desistindo do curso de Engenharia variam desde a falta de um conhecimento prévio sobre a profissão até o desestímulo causado pela abstração e falta de aplicação prática

das disciplinas das primeiras séries e as sucessivas reprovações nas disciplinas fundamentais (CARDOSO & SCHEER, 2003 apud FREITAS, 2018).

De acordo com o estabelecido pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, instituídas pelo Ministério da Educação (MEC) e Conselho Nacional de Educação (CNE) e recentemente revisadas e homologadas:

“A formação em Engenharia deve ser vista principalmente como um processo. Um processo que envolve as pessoas, suas necessidades, suas expectativas, seus comportamentos e que requer empatia, interesse pelo usuário, além da utilização de técnicas que permitam transformar a observação em formulação do problema a ser resolvido, com a aplicação da tecnologia” (BRASIL, 2019).

Associa-se a isso a capacidade adquirida para absorver e desenvolver tecnologias numa atuação criteriosa e criativa na identificação e resolução de problemas (CAVALCANTE; EMBIRUÇU, 2013). Assim exposto, fica visível a necessidade de se encontrar uma forma de aumentar a aderência dos estudantes de Engenharia desde o início do curso criando um eixo motivacional e formativo de habilidades específicas e que continue atendendo às demandas tanto educacionais como sociais, culturais, políticas e econômicas.

Nesse cenário de exigentes demandas e necessidade de inovadoras ofertas insere-se então o *Design*. Desde 2007, vislumbrando um cenário de um mundo globalizado, o Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia (CEUN-IMT) oferece o curso de *Design*, aproveitando sua vocação tecnológica e industrial tanto na área de gestão como Engenharia compondo, desde o início, o tripé da inovação, mote estratégico da instituição, integrando suas atividades com os cursos de Administração e Engenharia. O tripé da inovação representa da melhor forma possível o entendimento institucional de que essas três áreas do conhecimento, trabalhando juntas, conseguem alcançar um resultado melhor e mais completo frente às soluções dos problemas complexos da atualidade. A Administração, responsável pela viabilidade dos negócios, a Engenharia, responsável pela factibilidade técnica e o *Design* como responsável pela “desejabilidade” e foco nas necessidades das pessoas compõem essa trilogia baseada fundamentalmente nos preceitos da metodologia do *Design Thinking* (DT) - *Viability, Feasibility e Desirability* (BROWN, 2009).

Segundo Melo e Abelheira (2015) o *Design Thinking* pode ser considerado como uma metodologia que disponibiliza ferramentas do *Design* para solucionar problemas complexos equilibrando o raciocínio associativo, que alavanca a inovação, e o pensamento analítico, que reduz os riscos, posiciona as pessoas no centro do processo, do início ao fim, compreendendo a fundo suas necessidades. Ao possibilitar que seus princípios sejam adotados por profissionais que atuam em diversas áreas o DT acaba descentralizando a prática do *Design* das mãos de



profissionais especializados (CAVALCANTI; FILATRO, 2016) e possibilitando novas formas de olhar e agir, complementando a formação do engenheiro.

A integração entre as disciplinas e o trabalho em equipe multidisciplinares têm se tornado cada vez mais necessários frente à complexidade dos desafios a que estamos expostos atualmente. Assim, ao aproximar o *Design Thinking* da Engenharia, tanto a amplitude das competências interdisciplinares como a profundidade da especialização disciplinar podem ser consideradas. Compreender o problema das pessoas, projetar soluções, implementar a melhor opção e prototipar para testar e validar o melhor caminho são etapas adotadas no *Design Thinking* num processo iterativo e recursivo (GUZZO; FACCA, 2018). Pensamentos como divergência e convergência, análise e síntese, dedução, indução e abdução, materialização e experimentação, individualidade e colaboração podem representar caminhos alternativos para produzir novas ideias e projetar soluções inovadoras. A grande contribuição da utilização do *Design* como modo de pensar está no seu aspecto holístico, de pensar no todo, contrapondo conceitos que, trabalhados juntos, podem enriquecer o processo de desenvolvimento de projetos e soluções inovadoras.

O objetivo deste trabalho é analisar como a metodologia de projeto do *Design Thinking* (DT) pode ser aplicada na Engenharia como forma de melhorar a aprendizagem geral nas disciplinas do curso a fim de alcançar a inovação e a interdisciplinaridade entre as áreas. Como objeto de estudo da pesquisa foi abordado o Projeto “OpenFab”, que fez parte da programação da disciplina de Introdução à Engenharia (INTENG), ministrada durante o primeiro semestre de 2018 aos alunos da 1ª série dos cursos de Engenharia do CEUN/IMT.

## 2 | A DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA (INTENG)

Há algum tempo que as instituições têm buscado formas de compensar as dificuldades referentes ao início dos cursos de Engenharia com atividades e disciplinas de caráter formativo, vocacional e motivacional no âmbito do curso. Assim se compõe a disciplina de INTENG, uma disciplina obrigatória, como no caso do ciclo básico dos cursos de Engenharia do CEUN-IMT cujo papel principal, conforme definição da coordenação do ciclo básico dos cursos de Engenharia, é nortear um eixo profissional e formativo de habilidades específicas protagonizando e tornando-se a linha mestra condutora e estruturante das demais disciplinas regulares (Cálculo, Física, Desenho, Algoritmos e Programação, Geometria Analítica e Química) baseada em projetos em grupos, utilizando estratégias de aprendizagem ativa, com forte ligação entre teoria e prática e na contextualização do trabalho do engenheiro já na 1ª série (FREITAS et al, 2018).

A disciplina de INTENG, vem sendo avaliada como regular pelos alunos do ciclo básico de Engenharia há vários anos, de acordo com dados fornecidos pela Comissão Própria de Avaliação (CPA) do CEUN-IMT: os alunos não enxergavam a necessidade e importância da disciplina, não viam a integração entre os temas abordados e os próprios professores consideravam a forma como o conteúdo era abordado muito teórico, extenso e desmotivante (FREITAS et al, 2018). Esse cenário, aliado à demanda do mercado por novas competências, à reforma curricular da própria instituição a fim de tornar os cursos mais flexíveis e à necessidade de redução da evasão clamaram por um redesenho da disciplina.

Assim, algumas mudanças foram implantadas, como: alteração do corpo docente, uso de metodologia ativa de aprendizagem, definição de conteúdo com temas atrelados entre si, evitando fragmentação, busca de suporte nos conteúdos nas disciplinas regulares, definição de um plano de trabalho fundamentado em projetos, adequação do volume de trabalho e transparência nos objetivos e processos avaliativos. Dessa forma, segundo ainda Freitas et al (2018):

“A INTENG assume um papel de linha mestra da 1ª série dos cursos de Engenharia, tendo a importante função de ser o eixo profissional e formativo de habilidades específicas. Todas as disciplinas regulares da 1ª série não deverão mais atuar isoladamente, mas sim, ligarem-se ao eixo condutor da INTENG, dando a esta os subsídios necessários ao início da formação profissional do estudante”.

A disciplina INTENG passa a ser dividida em quatro módulos bimestrais, sendo cada um referente a um tema de relevância na Engenharia, fundamentando-se em 4 pilares: otimização de um processo; desenvolvimento de um produto; desenvolvimento de um projeto ambiental e estudo de caso na área de segurança, conforme a Figura 1.

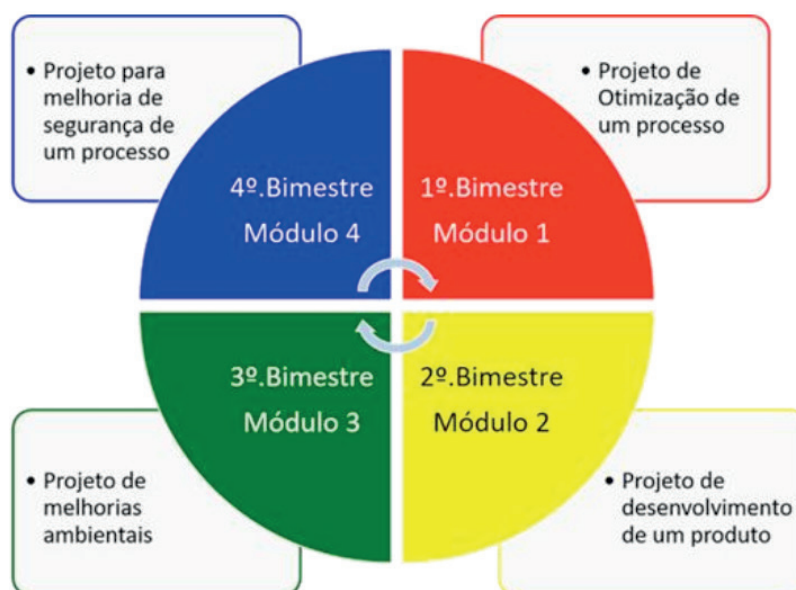


Figura 1: Nova estrutura da disciplina INTENG baseada em projetos

Fonte: FREITAS et al (2018)

O Projeto “OpenFab”, objeto de estudo deste trabalho, encaixa-se no módulo 2 da disciplina INTENG onde os alunos da 1ª série do ciclo básico de Engenharia do CEUN-IMT deveriam desenvolver um novo produto, inovador e sustentável, aplicando a metodologia do *Design Thinking*, utilizando algumas ferramentas de *Design* e passando por todas as etapas de projeto, sob a orientação de uma equipe de 5 professores.

### 3 | METODOLOGIA - O PROJETO “OPENFAB”

No Projeto “OpenFab” os alunos foram desafiados a desenvolver produtos inovadores e a cultivar aptidões para a solução de problemas desenvolvendo o raciocínio lógico onde a premissa básica do projeto foi a utilização de materiais recicláveis como matéria-prima principal, construindo protótipos funcionais em escala real. Protótipos estes que foram desenvolvidos nas instalações do FabLab Mauá, espaço recém instalado, que oferece recursos (equipamentos e apoio técnico) para que os próprios alunos possam construir seus modelos, transformando suas ideias em produtos reais por meio da fabricação digital (GUZZO; FACCA, 2018).

O projeto foi desenvolvido seguindo as seguintes instruções:

1. Cada equipe (formada por no máximo 4 alunos) deverá desenvolver um produto a partir de algum material reciclável: MDF, PVC, acrílico, papelão, entre outros;
2. As atividades ocorrerão fora do horário regular de aula e terão o apoio dos professores da disciplina, professores do ciclo básico, monitores de *Design* e Engenharia e facilitadores da Enactus (rede de estudantes, líderes executivos e acadêmicos, que fornece uma plataforma para os universitários criarem projetos de desenvolvimento comunitário, colocando capacidade e talento das pessoas em foco);
3. A construção do protótipo será realizada no laboratório FabLab Mauá em horários previamente agendados;
4. Cada equipe executará as atividades dentro dos horários que julgar conveniente, de acordo com o cronograma estipulado;
5. Cada equipe deverá trazer o seu material para a confecção do produto no laboratório.

Para o desenvolvimento do Projeto “OpenFab” foi aplicada a metodologia do *Design Thinking*, composta pelas fases de Imersão, Ideação, Análise e Síntese e Prototipação (VIANNA, 2013), de acordo com o seguinte cronograma de atividades definido no plano de ensino da disciplina (Tabela 1):

<b>APRESENTAÇÃO DO PROJETO</b>	<b>DO</b>	<b>Definição dos objetivos do projeto / introdução ao Design Thinking</b>
<b>IMERSÃO</b>		<b>Identificação de um problema / estudo detalhado do material escolhido / estudo das necessidades dos usuários</b>
<b>IDEAÇÃO</b>		<b>Apresentação de uma solução para a resolução do problema</b>
<b>APRESENTAÇÃO DIGITAL</b>		<b>Modelagem digital</b>
<b>PLANEJAMENTO DO MODELO</b>	<b>DO</b>	<b>Desenho técnico das vistas com dimensões e cotas</b>
<b>PROTOTIPAÇÃO</b>		<b>Confecção do mock up / protótipo</b>
<b>APRESENTAÇÃO FINAL</b>		<b>Vídeo / protótipo / apresentação digital / pitch</b>

Tabela 1: Etapas e atividades do projeto “OpenFab”

Fonte: Adaptado pelos autores

Como o número de alunos matriculados na disciplina era alto, cerca de 510, divididos em 12 turmas, e não havia tempo hábil nem número de professores de *Design* suficientes para apresentar a metodologia do *Design Thinking* individualmente a cada turma, foi desenvolvida a seguinte estratégia: a coordenadora do curso de *Design*, especialista em *Design Thinking*, preparou as aulas com todo o conteúdo relacionado à nova metodologia e treinou os professores da disciplina de Engenharia para que replicassem o conteúdo e orientassem os alunos sobre como utilizar as ferramentas do *Design* no desenvolvimento do projeto. Dessa forma, a cada etapa os professores recebiam uma nova aula com as devidas explicações e orientações e multiplicavam o conteúdo a todos os alunos.

As aulas e conteúdos foram disponibilizados online na plataforma digital *Moodlerooms* aos alunos, contemplando as definições dos conceitos, explicações sobre cada etapa, orientações sobre as ferramentas, apresentação de exemplos e indicação de referências bibliográficas e eletrônicas, incluindo uma explicação oral de cada aula. As aulas estavam disponíveis todo o tempo para que os alunos pudessem acessar quantas vezes fossem necessárias. Além disso, também foi disponibilizado aos alunos o atendimento dos monitores tanto de *Design* como da própria disciplina para que pudessem tirar dúvidas e obter apoio técnico fora do horário das aulas.

A etapa final do projeto referente à construção de um protótipo poderia ser desenvolvida nos laboratórios de prototipagem (FabLab) da instituição. Nesse espaço os alunos teriam disponíveis equipamentos (cortadeira a laser, usinagem em CNC, cabine de pintura etc.), máquinas de corte e acabamento (serras, lixadeiras, furadeiras etc.) e materiais como madeira, MDF, isopor, acrílico etc. Todo o suporte técnico seria dado pelos técnicos e colaboradores dos laboratórios durante e fora o horário das aulas. Cada grupo deveria agendar previamente um horário de

atendimento e utilização do espaço.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao término do semestre, após a finalização dos projetos, foi realizada uma pesquisa online com os alunos da disciplina INTENG com o objetivo de obter um feedback e avaliar o impacto da utilização da nova metodologia de projeto baseada no *Design Thinking* nos resultados do projeto, na percepção dos próprios alunos, na relação ensino-aprendizagem e na interdisciplinaridade entre as áreas de *Design* e Engenharia. A pesquisa foi disponibilizada no Moodlerooms, ambiente digital já bem familiarizado pelos alunos. O questionário era composto por 15 perguntas (13 objetivas e 2 subjetivas) e foi respondido por uma amostra de 189 alunos da 1ª série do ciclo básico, ao final do 1º semestre de 2018.

De maneira geral pode-se observar que a receptividade da nova metodologia nas aulas foi muito boa. Apesar de 72% dos respondentes não saber o que era DT antes da participação do projeto, 84% classificou como excelentes, ótimas e boas as aulas de projeto baseadas na metodologia do DT. Em praticamente todas as questões as respostas foram, em sua maioria, positivas demonstrando que 93% dos alunos acharam interessante aprender essa nova metodologia, 88% concordam que essa metodologia mudou sua visão de projeto, 83% gostariam de ter mais aulas, 93% gostariam de continuar aplicando o DT e 94% recomendariam seu uso para algum amigo.

Sobre a formação do engenheiro, 90% dos alunos acham que esta melhorou depois da utilização do DT e 99% concordam que ter uma visão diferenciada e integrada com o *Design* é importante também. Desenvolver o projeto fora do horário de aula não agradou 34% dos respondentes, mas esse fato foi recompensado positivamente pelo atendimento dos monitores de *Design* (para 75% dos alunos) que puderam auxiliar de alguma forma durante todo o processo.

Após a inserção da metodologia de DT na disciplina INTENG em 2018 ficou visível a percepção dos alunos sobre a elevada relação entre os conhecimentos abordados com outras disciplinas passando de 11% em 2015 para 58% em 2018. E os alunos passaram a considerar que seu aprendizado geral na disciplina também aumentou passando de 46% em 2015 para 68% em 2018, nos conceitos muito bom e bom, de acordo com o Gráfico 1.

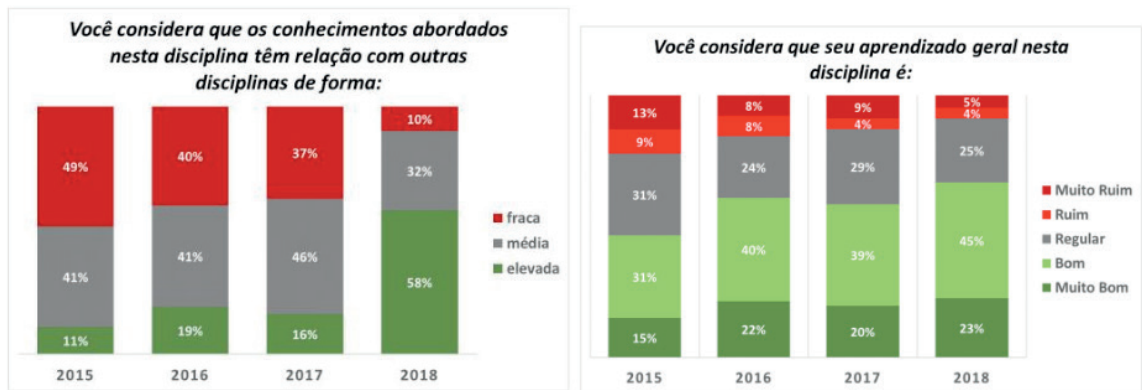


Gráfico 1: Percepções dos alunos sobre a disciplina INTENG

Fonte: Os autores

Quanto ao uso dos laboratórios de prototipagem (FabLab), os alunos foram orientados pelos professores da disciplina a agendar previamente com os técnicos responsáveis os horários para que pudessem utilizar o espaço, os equipamentos e materiais disponíveis durante o desenvolvimento do projeto. Apesar de todos terem acesso, cerca de 17% dos alunos não utilizou o espaço porque não precisou ou não quis e a maioria dos respondentes (71%) achou que o FabLab contribuiu muito ou um pouco para o desenvolvimento do projeto. A principal dificuldade para a utilização dos laboratórios foi em relação aos horários; 37,8% dos respondentes tiveram problemas de agendamento ou falta de disponibilidade de tempo, de acordo com o Gráfico 2.

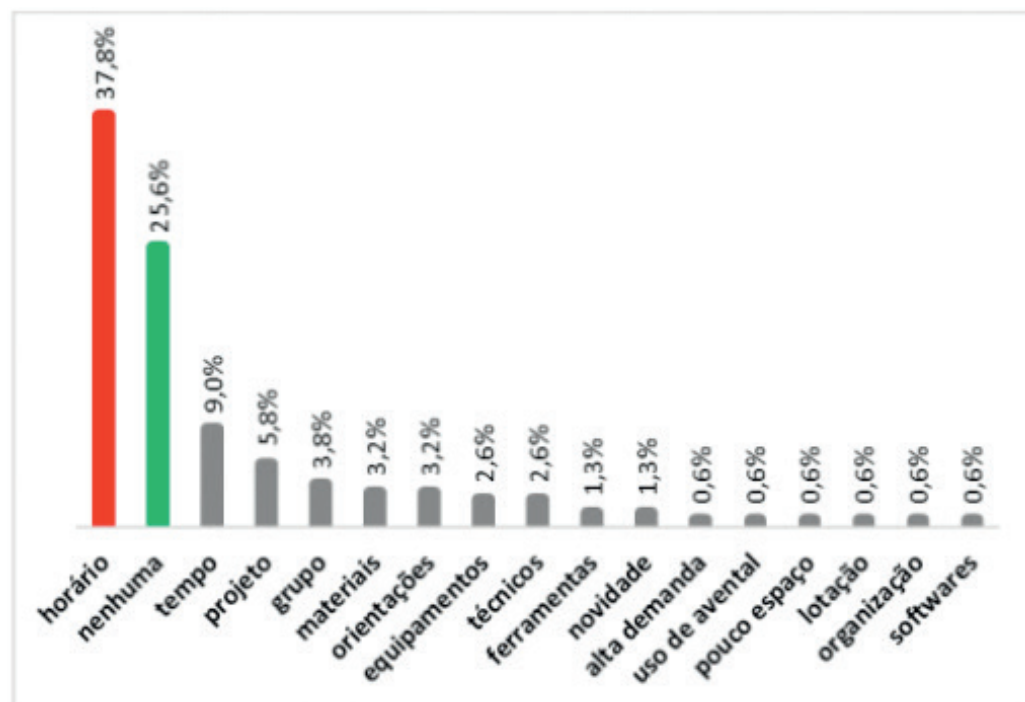


Gráfico 2: Qual a principal dificuldade para a utilização do laboratório FabLab no projeto?

Fonte: os autores

E, finalmente, na pesquisa pode-se observar também que a maior contribuição da utilização do FabLab no desenvolvimento do projeto foi em relação aos equipamentos, ferramentas, materiais, espaço e técnicos disponibilizados para a prototipagem do produto durante todo o processo, de acordo com o Gráfico 3.

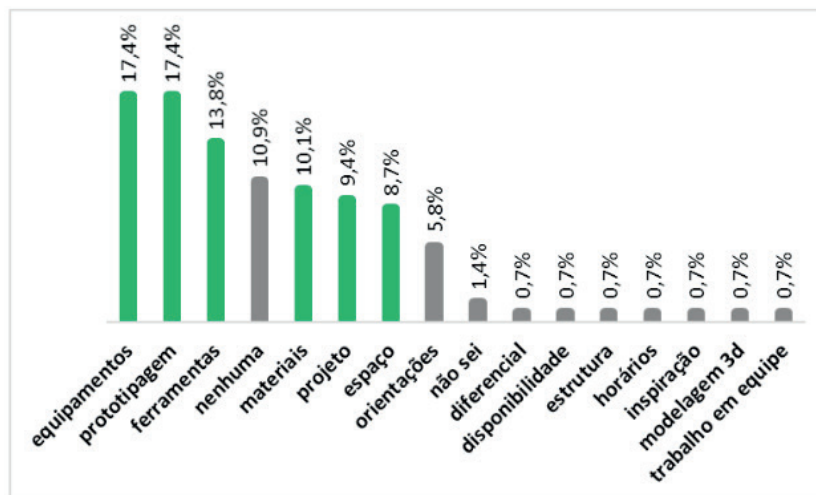


Gráfico 3: Qual a principal contribuição do laboratório FabLab no projeto?

Fonte: os autores

Na pesquisa final da disciplina INTENG realizada pela Comissão Própria de Avaliação (CPA) em dezembro de 2018, e publicada ao término de cada semestre, pôde-se observar a evolução do resultado da avaliação dos quatro últimos anos, de 2015 a 2018, de acordo com os gráficos a seguir. O conceito geral da disciplina tem melhorado significativamente passando de 40% em 2015 para 68% em 2018 (nos conceitos muito bom e bom), conforme apresentado no Gráfico 4.

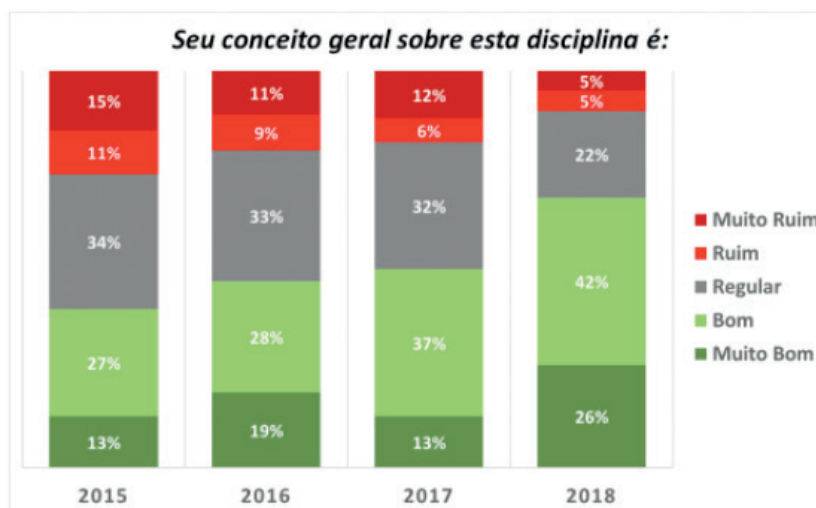


Gráfico 4: Avaliação final da disciplina INTENG

Fonte: Adaptado pelos autores (CPA, 2018)

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados, pode-se dizer que a experiência de integrar a metodologia do *Design* à disciplina de INTENG foi fundamental para o entendimento do processo de desenvolvimento de um produto, onde o consumidor é o principal foco. Houve uma positiva receptividade dos professores e alunos e ficou um pouco mais visível que o *Design* com certeza pode contribuir para o desenvolvimento de projetos na Engenharia. Esta pesquisa mostra que os fundamentos do *Design Thinking* podem ser utilizados amplamente, desde o início da formação do engenheiro, tornando o processo de criação mais integrado.

Em 2018 buscou-se tornar a disciplina Introdução à Engenharia mais abrangente, consolidando o seu papel de eixo estruturante das demais disciplinas do ciclo básico dos nove cursos de Engenharia do CEUN-IMT, como “Fundamentos em Engenharia”. Esta, atualmente, engloba inclusive ações práticas e conteúdos de outras disciplinas, como Física, Química, Desenho e Algoritmos e Programação. “É aí que entra o *Design*... o engenheiro pensa somente no produto e, às vezes, esse produto não irá se aplicar em lugar nenhum. Precisamos pensar nos desejos e necessidades do consumidor. Os *Designers* têm esse conhecimento e o aplicam em tudo desde o primeiro dia de aula. Com esse conhecimento será possível criar mais produtos que vão atender mais pessoas. O *Design* é essencial nesse processo” (FREITAS et al, 2018).

É importante reforçar que o processo estruturante aqui descrito, é dinâmico e, portanto, ainda um processo em construção. Envolve um árduo trabalho de estabelecimento do maior número possível de interfaces entre a atual disciplina de Fundamentos de Engenharia e as disciplinas regulares, a colocação dos temas em contexto, a proposição de projetos relevantes e plausíveis, a identificação das habilidades e sua pertinência, e o agrupamento em competências. Certamente, com a evolução da disciplina, e com o trabalho de formação das competências, serão identificadas habilidades ausentes que merecerão sua inserção. Levando-se em conta a rápida evolução da sociedade e da Engenharia, esse caráter sinérgico da disciplina, como um processo de construção e estudo nos parece bastante desafiador e motivador.

## 6 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia pelo apoio às ações desenvolvidas, materiais e infraestrutura disponibilizada e aos professores e alunos que participaram das atividades de INTENG e colaboraram nesse relato de experiência. O presente trabalho foi realizado com apoio da



## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. 2019. Parecer homologado. Despacho do Ministro, publicado no D.O.U. de 23/4/2019, Seção 1, Pág. 109. Disponível em <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category\\_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 29 abr. 2019.

BROWN, Tim. **Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation**. Harper Business, 2009. 272 p.

CAVALCANTE, Fernando P. L.; EMBIRUÇU, Marcelo S. Aprendizado com Base em Problemas: Como entusiasmar os alunos e reduzir a evasão nos cursos de graduação em Engenharia. In: XLI COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Gramado, 2013. **Anais**. Disponível em <[http://www.fadep.br/Engenharia-eletrica/congresso/pdf/116536\\_1.pdf](http://www.fadep.br/Engenharia-eletrica/congresso/pdf/116536_1.pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2018.

CAVALCANTI, C. C; FILATRO, A. **Design Thinking na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva/Somos, 2017. 272 p.

CPA – Comissão Própria de Avaliação. **Pesquisas Disciplinas 2018 – 1º Semestre**. CEUN-IMT. Disponível em <<https://maua.br/files/122018/pesquisas-disciplinas-2018-100841.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

FREITAS, Patrícia A. de M. et al. Introdução à Engenharia como disciplina estruturante do primeiro ano de um curso de Engenharia. **Brazilian Applied Science Review**. V. 2, N. 3, p. 1015-1027. Curitiba, jul/set 2018. ISSN 2595-3621. Disponível em <<http://www.brjd.com.br/index.php/BASR/article/view/473/409>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

GUZZO, Felipe; FACCA, Claudia A. O *Design Thinking* como Metodologia de Projeto Aplicada na Disciplina de Introdução à Engenharia. In: CONIC-SEMESP - 18º Congresso Nacional de Iniciação Científica. UNIP - Universidade Paulista. Volume 6, 2018. **Anais**. Disponível em <<http://conic-semesp.org.br/anais/files/2018/trabalho-1000002444.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Sinopse Estatística da Educação Superior 2017**. Brasília: INEP, 2018. Disponível em <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

LOBO e SILVA Fº, Roberto L. A Evasão No Ensino Superior Brasileiro – Novos Dados. **Estadão Blogs**. 7 de outubro de 2017. Disponível em <<https://educacao.estadao.com.br/blogs/roberto-lobo/497-2/>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

LOBO e SILVA Fº, Roberto L.; LOBO, Maria Beatriz de C. M. Esclarecimentos Metodológicos sobre os Cálculos de Evasão. **Instituto Lobo**, 2012. Disponível em <[http://www.institutolobo.org.br/imagens/pdf/artigos/art\\_078.pdf](http://www.institutolobo.org.br/imagens/pdf/artigos/art_078.pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2018.

MELO, Adriana; ABELHEIRA, Ricardo. **Design Thinking & Thinking...Design**. São Paulo: Novatec, 2015. 208 p.

ROSSA, Ana Paula W. et al. Identificação de fatores inovadores que contribuíram para o controle da evasão nos cursos de Engenharia. In: XLV COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Joinville/SC, 2017. **Anais**. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/320093416\\_IDENTIFICACAO\\_DE\\_FATORES\\_INOVADORES\\_QUE\\_CONTRIBUIRAM\\_PARA\\_O\\_CONTROLE\\_DA\\_EVASAO\\_NOS\\_CURSOS\\_DE\\_ENGENHARIA/stats](https://www.researchgate.net/publication/320093416_IDENTIFICACAO_DE_FATORES_INOVADORES_QUE_CONTRIBUIRAM_PARA_O_CONTROLE_DA_EVASAO_NOS_CURSOS_DE_ENGENHARIA/stats)>. Acesso em: 18

dez. 2018.

VIANNA, Maurício et al. ***Design Thinking: inovação em negócios***. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ: MJV Press, 2013. 161 p.

## O ENSINO DE GENÉTICA EM INTERFACE COM A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA E A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Data de aceite: 13/01/2020

### Juliana Macedo Lacerda Nascimento

Professora de Biologia da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro da Pós-graduação em Ensino de Ciências e Biologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

### Rosane Moreira Silva de Meirelles

Professora Adjunta do Departamento de Ensino de Ciências e Biologia (DECB/IBRAG/UERJ) e da Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde da Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ

**RESUMO:** Os conhecimentos no campo da genética têm crescido neste último século, no entanto, pesquisas têm mostrado que a compreensão de estudantes sobre temas em genética é deficiente e que pode favorecer a formação de cidadãos passivos diante de discussões científicas de seu tempo. Reconhecendo a escola como meio de acesso ao conhecimento científico, o objetivo desta pesquisa foi investigar a eficácia de uma metodologia ativa no ensino de tópicos em genética à luz de alguns Princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Para tanto, estudantes do Ensino Médio de quatro escolas públicas do Rio de Janeiro foram convidados a buscar soluções críticas para alguns casos envolvendo genética e bioética. No total, 102 estudantes participaram da pesquisa cujos

resultados indicaram melhor compreensão de temas em genética em conformidade com a formação para o exercício da cidadania.

**PALAVRAS-CHAVE:** Genética; Metodologias Ativas de Ensino; Aprendizagem Significativa Crítica; Escola Pública.

### THE TEACHING OF GENETIC IN INTERFACE WITH THE CRITICAL SIGNIFICANT LEARNING THEORY AND THE PROBLEM-BASED LEARNING

**ABSTRACT:** The knowledge in the field of genetic has gleaned concepts that are present in many aspects of society. However, research has shown that students' understanding of genetics issues is deficient and may favor the formation of passive citizens in the face of scientific discussions of their time. Recognizing school as a means of access to scientific knowledge, the objective of the research was to investigate the efficacy of Active Methodologies in teaching topics in genetics in light of the Theory of Critical Significant Learning. To that end, high school students from four public schools in Rio de Janeiro were invited to seek solutions for some cases involving genetics and bioethics and to present them critically. In total, 102 students participated in the research whose results indicated a better understanding

of genetic themes in accordance with the training for the exercise of citizenship.

**KEYWORDS:** Genetics; Active Teaching Methodologies; Critical Significant Learning; Public school.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com os avanços biotecnológicos das últimas décadas, assuntos que envolvem o genoma alcançaram patamares de discussão que adentram o campo da bioética e o papel da ciência (LORETO; SEPEL, 2003; VOET; VOET; PRATT, 2002) e provocaram uma reconceituação na relação com o corpo e com a vida, através de desdobramentos científicos, sociais e educacionais. Sendo a Genética considerada o núcleo do ensino Biologia, ela fornece um conjunto de conhecimentos que facilitam a compreensão de diversos temas ligados à vida e à saúde (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015). No entanto, mesmo diante dos avanços nessa área e as constantes divulgações em meios midiáticos, a sociedade ainda desconhece boa parte desses conceitos, especialmente para emitir opiniões sobre seus possíveis riscos ou benefícios (INFANTE-MALACHIAS *et al.*, 2010; PEDRANCINI *et al.*, 2008; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005). Além disso, muitas dificuldades são encontradas por professores e alunos na tentativa de compreender conceitos e avanços da ciência, especialmente no campo da Genética (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015; KARAGOZ; ÇAKIR, 2011; ANDO *et al.*, 2008; TEMELLI, 2006; TEKKA; ÖZKAN; SUNGUR, 2001; BAHAR; JOHSTONE; HANSELL, 1999).

O direito à educação se encontra na Constituição Brasileira como aquele vinculado à dignidade humana e à educação científica, como essencial ao exercício da cidadania. Dentre as perspectivas para o Ensino Médio está a proposta do currículo integrado, a participação ativa dos discentes no processo educativo e com a formação de cidadãos capazes de questionar e conectar diversas informações (BRASIL, 2002). Uma das linhas de pesquisa que segue essa perspectiva é a da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) como uma metodologia ativa e integradora para esse segmento de ensino (CARRIÓ *et al.*, 2011).

Em concordância com Rifkin (2005) é essencial incorporar nas aulas de Biologia aspectos que envolvam assuntos atuais, de modo a orientar para a formação de conceitos corretos, possibilitando aos estudantes o desenvolvimento da capacidade de análise e compreensão dos fenômenos biotecnológicos e suas possíveis implicações. No que tange ao currículo escolar de Biologia, o tema genoma está diretamente relacionado aos conteúdos das três séries do Ensino Médio Regular. Dentre eles, destacam-se: a origem da vida e sua manutenção, evolução, biodiversidade, classificação das espécies, processos biotecnológicos, além de aspectos que envolvem temas transversais, comuns a todas as disciplinas, como

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning - PBL) é uma metodologia ativa de ensino que permite que os alunos questionem, busquem soluções e posicionamentos sobre alguns problemas levantados (ARAZ, SUNGUR, 2007) e coaduna com alguns princípios discutidos na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC). Moreira (2011; 2005) defende a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica diante da sociedade atual, reiterando que não basta preparar os alunos para aprender significativamente, mas sim, posicionar-se criticamente frente ao que já lhe parece significativo. Para a TASC é necessário que o estudante aprenda a manejar e criticar a informação, a conviver com a incerteza, a rejeitar verdades fixas, compreender e dialogar com os conceitos científicos (MOREIRA, 2011). O autor ressalta que *“ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo”* (MOREIRA, 2006, p. 11). Segundo este mesmo autor (MORERIA, 2011, p. 227-239), nove Princípios podem conduzir à aprendizagem significativa crítica, a saber: 1. Princípio da Interação social e do questionamento; 2. Princípio da Não-centralidade do livro-texto; 3. Princípio do Aprendiz como Perceptor/Representador; 4. Princípio do Conhecimento como Linguagem; 5. Princípio da Consciência Semântica; 6. Princípio da Aprendizagem pelo Erro; 7. Princípio da Desaprendizagem; 8. Princípio da Incerteza do conhecimento e 9. Princípio da não utilização do quadro de giz e da participação ativa do aluno.

Neste artigo serão abordados os seguintes princípios da TASC: o da interação social e do questionamento (P1); o princípio da não-centralidade do texto e do quadro de giz (P2; P9) e o princípio do aprendiz como perceptor e representador (P3) para embasar os resultados encontrados.

Portanto, serão discutidos alguns temas ligados à genética e bioética e a relevância de trabalhá-los no ambiente escolar na perspectiva de uma metodologia ativa de ensino e de aprendizagem e dos Princípios supracitados.

## 3 | PERCURSO METODOLÓGICO

Como embasamento teórico-metodológico foi eleito o referencial descritivo de cunho qualitativo, pois valoriza a unidade dos depoimentos dos sujeitos pesquisados (MOREIRA, 2003). A análise dos dados foi embasada em Fontoura (2011) que, dentro de uma proposta de tematização, ressalta a pesquisa qualitativa como *“um caminho*

*promissor para que nos engajemos em processos que busquem a transformação social” (FONTOURA, 2011, p.63).*

O ambiente e os sujeitos da pesquisa foram escolhidos a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) dando-se prioridade aos municípios com maiores índices populacionais e número de estudantes matriculados no Ensino Médio na rede pública estadual. As escolas foram selecionadas priorizando-se as que se situavam em áreas carentes, com oferta de Ensino Médio Regular.

Para a coleta de dados, as autoras adaptaram cinco casos denominados “Casos Investigativos” envolvendo temas em genética e bioética a fim de que os estudantes buscassem conhecimentos e se posicionassem criticamente sobre eles. Os casos foram sorteados aleatoriamente aos grupos de estudantes de cada escola, que tiveram quinze dias para pesquisá-los com mais profundidade em sites ou outras fontes de informação e apresentá-los à turma. Essa metodologia de pesquisa individual e posterior discussão em grupo faz parte da proposta PBL.

A coleta de dados foi realizada a partir das falas dos estudantes durante apresentação dos casos e materiais escritos após as discussões em grupo. Para tanto foi utilizado gravador de áudio e caderno de campo.

#### **4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Participaram desta pesquisa, 102 estudantes matriculados no 2º Ano do Ensino Médio de quatro escolas públicas estaduais localizadas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a saber: duas escolas em Duque de Caxias (escolas A e B), uma escola no Rio de Janeiro (escola C) e uma escola em São Gonçalo (escola D).

Os Casos Investigativos aqui relatados foram de grande relevância para discutir as possíveis interfaces entre a metodologia proposta na PBL e alguns princípios da TASC. Williams e Beattie (2008) defendem que o método PBL estimula os alunos a aprenderem através da integração entre teoria e prática despertando assim o senso crítico.

Em cada uma das quatro escolas pesquisadas foi selecionada uma turma para a realização da atividade. Na turma selecionada, os estudantes foram divididos em grupos de quatro ou cinco alunos, sendo cada grupo, denominado investigador de um caso. Os Casos Investigativos foram (Quadro 1):

<b>Caso 1</b>	Células-tronco. Para quê usá-las? Por que os doadores devem saber o destino dado a esse material? O que vocês acham de testes genéticos como padrão para contratação de funcionários de grandes empresas?
<b>Caso 2</b>	Existem doenças genéticas ligadas ao cromossomo sexual. Sabendo disso, um casal quis selecionar embriões sem mutações para posterior implantação. O que vocês acham desse procedimento? É ético? Poderia ser associado a um tipo de eugenia?
<b>Caso 3</b>	Uma menina carrega o gene da Distrofia Muscular Duchenne e está grávida de uma criança do sexo masculino. Ela foi vítima de incesto. Ela deve ter o direito à investigações no genoma do feto? E se ela não quiser revelar a paternidade de seu filho? O que é ético nesse caso?
<b>Caso 4</b>	Um casal apresenta 50% de chances de ter um filho com uma doença genética que trará poucos anos de vida. Eles sabem os riscos e foram aconselhados à adoção. Por que o aconselhamento genético é importante para pessoas portadoras de doenças genéticas? Que implicações éticas o aconselhamento também pode ter?
<b>Caso 5</b>	A atriz Angelina Jolie fez mastectomia ao saber de sua probabilidade para desenvolver câncer de mama. O que vocês acham sobre o fato de saber antecipadamente a probabilidade de se ter uma doença genética?

Quadro 1: Descrição dos Casos Investigativos

Estudantes que discutiram o Caso 1 comentaram que somente através dessa atividade foi possível entender sobre células-tronco e testes genéticos pelo fato de tê-los levado, pela curiosidade, à pesquisa e ao conhecimento. Em seus depoimentos ficou claro o quanto lhes despertou a atenção para coisas que não haviam pensado e relacionado ao conhecimento sistematizado. Na escola A, os alunos disseram que a partir de suas pesquisas concordavam que as *“Células-tronco devem ser retiradas apenas de cordão umbilical e que não seria ético retirar de embriões já que seria uma transgressão à vida”*. O depoimento do grupo da escola D nesse Caso foi: *“pesquisas com células-tronco precisam ser transparentes, especialmente aos doadores, evitando a utilização em algo que não seja para unicamente salvar vidas, caso contrário, não é ético”*. Em todas as escolas os alunos alegaram que o uso de testes genéticos para fins empregatícios é uma forma de discriminação, racismo, fuge à ética e é desumano.

No Caso 2, os estudantes da escola B expuseram que não tinham ideia do que era eugenia e afirmaram que um diagnóstico Pré-implantação (DPI) seria uma forma de diminuir o sofrimento da criança e da família e também os gastos públicos. O posicionamento do grupo da escola C foi: *“Achamos que ética é respeitar o direito dos outros e, nesse caso, fazer a vontade dos pais em escolher ter ou não um filho com uma anomalia genética é seguir um padrão ético, já que a criança não responde por si e a vida, seja como for, é um presente de Deus”*.

No Caso 3, em três das quatro escolas pesquisadas os estudantes disseram que seria melhor que os pais não soubessem previamente, pois só aumentaria a

angústia e outros problemas emocionais ao desenvolvimento do feto. Apenas em uma escola os estudantes disseram: *“Concordamos que as famílias deveriam não só ter o direito de saber, de investigar o feto como poder escolher se a criança deveria nascer ou não. Ética pra gente é respeitar, nesse caso, a vontade dos pais”*.

No Caso 4, os grupos em geral concordaram que o aconselhamento genético pode fazer com que um casal evite, de forma consciente, ter filhos com anomalias genéticas, subtraindo o sofrimento da criança e da família como um todo. Porém, um depoimento interessante foi colocado por estudantes da escola A, nesse Caso: *“Ao pesquisarmos, vimos que isso se baseia em estatísticas e, nesse caso, não vale a pena abrir mão de um sonho (da maternidade) apenas pela possibilidade de não ser (o filho) como se espera”*.

No Caso 5, a opinião dos estudantes de que saber antecipadamente sobre a predisposição genética para determinada doença pode ser algo ruim no aspecto emocional e social. Para alguns, esse conhecimento prévio poderia até apressar o aparecimento da doença. Na escola D o depoimento do grupo diante desse caso foi: *“Não concordamos com o que a atriz Angelina Jolie fez. Ter maior probabilidade não significa que vai ter a doença”*.

Temas que permeiam a sociedade, como o Sistema Único de Saúde (SUS) e a precariedade do atendimento às classes populares; assuntos escolares como hereditariedade foram aspectos que adentraram as discussões e puderam levar os estudantes à reflexão e exposição de ideias. Diante disso, vale ressaltar que a escola é um meio imprescindível para a igualdade social, na medida em que possibilita o acesso ao saber sistematizado e a concomitante formação para a participação social (BRASIL, 2002).

Por fazer parte da vida das pessoas, assuntos que envolvem genética e bioética adentram espaços científicos, a escola, a família e a sociedade como um todo, porém, são discutidos com superficialidade. No contexto da genômica médica, uma pessoa que pretende fazer *“reprodução assistida, diagnóstico pré-natal, diagnóstico pré-implantação, seleção de embriões”*, precisará ter acesso a informações básicas sobre o genoma humano para ter o poder da escolha, da decisão (ZATZ, 2011). Goldenberg (2008) comenta que dentre os avanços na medicina diagnóstica, podem-se citar os biochips (que são microarranjos de DNA para representação de um genoma) e a técnica de hibridação e há muitos que estão à margem dessas informações. A hibridação de ácidos nucleicos marcados com fluoróforos poderá ser usada, por exemplo, na prevenção e no tratamento de neoplasias. A autora ressalta que *“as possibilidades e perspectivas descritas acima estão mais próximas da realidade do que da ficção científica e em um espaço tão curto quanto uma década poderemos estar vivendo o que antevemos”* (GOLDENBERG, 2008, p.41).

A farmacogenômica e a nutrigenômica são outras áreas de conhecimento



que surgiram no contexto pós-genômico (século XXI) e serão relevantes na promoção da saúde e no tratamento de doenças crônicas como hipertensão, diabetes e câncer (FIALHO; MORENO; ONG, 2008). Logo, embutidos nesses temas estarão questionamentos relacionados ao biodireito, a bioética, ao preconceito, a disponibilidade e o custo dessa medicina para a população em geral, pois são grandes desafios de nossos dias (ZATZ, 2011; GOLDENBERG, 2008) e que são comumente ignorados no meio escolar.

A Declaração Universal de 1997 feita pela UNESCO sobre o Genoma e os Direitos Humanos respalda nos dois primeiros artigos que, num sentido simbólico, o genoma humano representa um patrimônio da humanidade e que a todo indivíduo, independentemente de seu conjunto genético, é devido o respeito à sua singularidade e diversidade. Portanto, diante das expectativas, implicações e direitos relacionados à vida humana fica impossível não ressaltar que as perspectivas do genoma para o século XXI alcançam o campo educacional. Logo, privar a população do acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos de seu tempo, é negligenciar o direito à cidadania (HOBBSAWM, 1995). Nesse contexto, estudos têm mostrado que, ao passo que a escola negligencia esses ensinamentos, espaços de educação informal e meios diversos de comunicação se apropriam dessa função, divulgando, cada vez mais, temas ligados ao Genoma Humano (RAMOS *et al.*, 2012; ZATZ, 2011). Nesse contexto, importa mudar o foco da aprendizagem para uma visão na qual os estudantes precisam fazer parte da sociedade sem que se sintam reféns dela, o que vem ao encontro da TASC (MOREIRA, 2005).

Nas palavras de Postman e Weingartner, ainda que a sociedade já estivesse, na década de 1960, imersa em tecnologias, a escola continuava ensinando “*o conceito de verdade absoluta, fixa e imutável; conceito de certeza (...)*” (*op. cit.*, 1969, p.217).

Nesse ínterim, os resultados encontrados nesta pesquisa podem dialogar com alguns princípios da TASC, como o “*Princípio da Interação Social e do questionamento*” (P1). Esse princípio enfatiza a importância dos estudantes aprenderem a fazer perguntas e a trabalhar em conjunto. Através da atividade proposta foi possível estabelecer um diálogo com os alunos e entre os alunos, viabilizando a interação social, a criação de perguntas e, sobre essas, novas perguntas e novas respostas.

Outro importante princípio dessa teoria diz sobre a importância da não-centralidade do livro de texto e que é preciso priorizar a utilização de diferentes materiais instrucionais no processo de ensino (P2), o que coaduna com o nono princípio (P9) também colocado por Moreira (2011).

Outro princípio não menos importante encontrado nessa teoria (P3) propõe que o estudante seja colocado na posição de perceptor e representador (P3) no processo de aprendizagem. Esse princípio diz que o ser humano percebe o mundo em que está inserido e essas percepções é que permitem as representações pessoais. A

partir de atividades dialógicas, dá-se a oportunidade para que essas representações sejam mostradas, permitindo, no caso de sala de aula, que o professor reconheça o que os alunos sabem sobre determinado assunto e trabalhe de forma compatível. Para tanto, esse princípio vai na “contramão” do método tradicional de ensino que coloca o estudante como receptor. Através dessa atividade proposta foi possível coadunar com esse princípio.

Outro princípio colocado por Moreira (2011, p. 239) como facilitador da aprendizagem significativa crítica é o princípio da não utilização do quadro de giz, da participação ativa do aluno e da diversidade de estratégias de ensino (P9). Para Moreira (2011), ao utilizar apenas o livro de texto e/ou no quadro de giz, o professor pode estar dizendo ao estudante que tudo que está contido nesses recursos é verdade absoluta e imutável. Ao passo que o contato do estudante com recursos didáticos diversificados e dialógicos pode mudar essa percepção possibilitando a ocorrência da aprendizagem significativa crítica.

Para Postman e Weingartner (1969) um ensino que não dispõe de estratégias para a participação dos estudantes resulta em indivíduos passivos, inflexíveis e com percepções inadequadas sobre a natureza do próprio conhecimento científico. Segundo esses autores *“A teoria da aprendizagem subversiva (ou crítica) é aquela que permitirá ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela”* (op. cit., p.4). Afinal, é pela interação social que docentes e discentes compartilham significados e avançam em busca de novos questionamentos produzindo o conhecimento.

Logo, os resultados encontrados nesta pesquisa coadunam-se com princípios apresentados na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica em consonância com PBL ao entender que a formação escolar precisa estar voltada para a participação do indivíduo no processo de aprendizagem. Afinal, somente um ensino focado na formação de uma postura crítica pode preparar os jovens para a sociedade contemporânea, pois mais que saber conceitos é preciso saber o que fazer com eles (MOREIRA, 2011).

## 5 | AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

ANDO, N.; SAITO, Y.; TAKEMURA, K.; TAKADA, F.; IWAMITSU, Y. **Journal compilation** - clin genet printed in Singapore, p. 75-81, 2008.

- ARAZ, G.; SUNGUR, S. Problem-Based Learning. Effectiveness of Problem-Based Learning on Academic Performance in Genetics. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 35, n. 6, p. 448-451, 2007.
- BAHAR, M.; JONSTONE, A. H.; HANSELL, M. H. Revisiting Learning Difficulties in Biology. **Journal of Biological Education**, v 33, p.84-86, 1999.
- BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2002.
- CARRIÓ, M.; LARRAMONA, P.; BAÑOS, J. E.; PÉREZ, J. The effectiveness of the hybrid problem-based learning approach in the teaching of biology: a comparison with lecture-based learning. **Journal of Biological Education**, v. 45, n. 4, p. 229-235, 2011.
- FIALHO, E.; MORENO, F. S.; ONG, T. P. Nutrição no pós-genoma: fundamentos e aplicações de ferramentas ômicas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 6, p. 757-766, nov./dez., 2008.
- FONTOURA, H. A. Tematização como proposta de análise de dados na pesquisa qualitativa. In: FONTOURA, H. A. (org.) **Formação de professores e diversidades culturais: múltiplos olhares em pesquisa**. Niterói: Intertexto, p. 61-82, 2011.
- GOLDENBERG, S. Perspectivas da Genômica na Medicina do Século XXI Perspectivas da Genômica na Medicina do Século XXI Perspectivas da Genômica na Medicina do Século XXI. Instituto Carlos Chagas (ICC-FIOCRUZ) e Instituto de Biologia Molecular do Paraná; Curitiba, PR, Brasil. **Gazeta Médica da Bahia**, v. 78 (Suplemento 1), p. 40-41, 2008.
- HOBSBAWM, E. **A Era dos extremos**. O breve século XX – 1914-1991. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- INFANTE-MALACHIAS, M. E.; PADILHA, I. Q. M.; WELLER, M.; SANTOS, S. Comprehension of basic genetic concepts by brazilian undergraduate students. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 657-668, 2010.
- KARAGOZ, M.; ÇAKIR, M. Problem Solving in Genetics: Conceptual and Procedural Difficulties. **Educational Science: Theory & Practice**, v.11, n. 3, Summer, 2011.
- LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. **Ciência e Ambiente**, v. 26, p.149-156, 2003.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª Edição. ampliada. São Paulo: EPU, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, nº 6, pp. 83-101, 2005, com o título Aprendizaje Significativo Crítico. 1ª Edição, em formato de livro, 2005; 2ª Edição 2010; ISBN 85-904420-7-1.
- PAIXÃO JUNIOR, V. G; ALBERTINI, L. S; MUNHOZ, C. M; PUCCINI, C. L. Prática de ensino de genética no contexto PIBID. **Rev. Simbio-Logias**, v. 8, n. 11, Dez 2015.
- PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; NUNES, W. M. C. Saber científicos e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do Ensino Médio sobre Transgênicos. **Ciência & Educação**, v.14, n.1, p.135-146, 2008.
- POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. **Teaching as a subversive activity**. New York: Dell Publishing Co., 1969.
- RAMOS, F. P.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; SILVA, M. R. Os acontecimentos pós-genômicos:

formações discursivas em ambientes informais. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 406-430, 2012.

RIFKIN, J. O. **Século da Biotecnologia**. São Paulo: Editora Makron Books, 2005.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. a construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 2, 2005.

TEKKA, Y. A.; ÖZKAN, Ö.; SUNGUR, S. **Biology concepts perceived as difficult by turkish high school students lise öğrencilerinin zor olarak algıladıkları biyoloji kavramları**. hacettepe üniversitesi eğitim fakültesi dergisi 21 : 145-150, 2001.

TEMELLI, A. Lise öğrencilerinin genetik ile ilgili konulardaki kavram yanlışlarının saptanması. **Kastamonu Education Journal**, v.14, n.1, March, 2006.

VOET, D.; VOET, J.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2002.

WILLIAMS, S. M.; BEATTIE, H. J. Problem Based Learning in the clinical setting – A systematic review. **Nurse Education Today**, 2008.

ZATZ, M. **Genética: escolhas que nossos avós não faziam**. São Paulo, Globo, 2011.

## A COMPETIÇÃO DE PONTES DE MACARRÃO PARA ALUNOS INGRESSANTES NO CURSO DE ENGENHARIA: UM INÍCIO AO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS

Data de aceite: 13/01/2020

### **Cristiano Roberto Martins Foli**

Universidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
cristiano.foli@docente.unip.br

### **Daniela Albuquerque Moreira Madani**

Universidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
daniela@unip.br

### **Eduardo Mikio Konigame**

Universidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
eduardo.konigame@docente.unip.br

### **Fernando Silveira Madani**

Universidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
madani@ig.br

### **Frederico Silveira Madani**

fUniversidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
rederico@madani.adv.br

### **Joares Lidovino dos Reis Junior**

Universidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
joares.junior@docente.unip.br

**RESUMO:** O ensino em engenharia envolve desenvolver competências necessárias ao exercício profissional em um mundo em

constante evolução, sendo observadas aqui as seguintes competências: trabalho em equipe; liderança; comunicação; análise e solução de problemas. Dentro da abordagem de Metodologias Ativas a Aprendizagem Baseada em Projetos pode ser usada para iniciar essas competências em alunos dos primeiros semestres do curso de Engenharia. Nesse trabalho investigamos como o projeto de Pontes de Macarrão pode ser um ponto de partida para o desenvolvimento de competências em alunos de Engenharia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pontes de Macarrão. Competências. Ensino em Engenharia.

### THE SPAGHETTI BRIDGES COMPETITION TO BEGGINERS STUDENTS IN ENGINEERING: A START POINT TO DEVELOP SKILLS TO THE FUTURE ENGINEER

**ABSTRACT:** The Engineering teaching involves de development of skills necessaries to the professional in a world of constant changing. Inside of Actives Methodologies the Project Based Learning could be used do start developing these skills for beginners students in Engineering. At this work we investigated how the project of Spaghetti Bridges could be a start point of developing these skills to the future

engineer.

**KEYWORDS:** Spaghetti Bridge, Skills, Engineering Teaching.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em nossa sociedade atual as transformações são cada vez mais dinâmicas e estão vinculadas ao desenvolvimento tecnológico e científico. Dentre as várias áreas do conhecimento a Engenharia é amplamente impactada por esse avanço. Assim, os profissionais que trabalham em “Engenharias” necessitam desenvolver novas competências profissionais para atuarem em ambiente cada dia mais desafiador, marcado por tecnologias em constantes mudanças (MEC-2002). A formação de um “Engenheiro” deve portanto contemplar a preparação e fundamentar o desenvolvimento nesse contexto.

Com relação a formação em Engenharia, o Conselho Nacional de Educação (CNE) definiu em 2002 as competências e habilidades requeridas a formação de um engenheiro (MEC-2002), dentre elas:

- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- Atuar em equipes multidisciplinares;
- Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Essas competências e habilidades devem ser desenvolvidas através de disciplinas, trabalhos acadêmicos, visitas técnicas, projetos multidisciplinares, trabalhos de iniciação científica, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.

Reforçando e ampliando as competências e habilidades, em 2018, A ABENGE publicou a proposta: “Inovação na Educação em Engenharia – Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Engenharia”. De acordo com a proposta a resolução do CNE de 2002 era centrada no desenvolvimento de conteúdos a serem ministrados para a formação em Engenharia. Por isso, foi proposto nesse documento que o perfil do engenheiro deve substanciá-lo para atuar em quaisquer das 3 áreas (de competências) a seguir:

- a) Atuar em todo o “ciclo de vida” e contexto do projeto de produtos e de seus componentes, sistemas e processos produtivos, inclusive inovando-os – “Engenheiro Projetista e Inovador”;
- b) Atuar em todo o “ciclo de vida” e contexto de empreendimentos, inclusive na sua gestão e manutenção – “Engenheiro Empreendedor e Gestor”;
- c) Atuar na sua na formação de outros engenheiros e profissionais que atuem na cadeia produtiva de projetos de produtos e de empreendimentos

–“Engenheiro Educador”.

Para que esse perfil seja atendido, de acordo com a proposta (ABENGE-2018) algumas competências vinculadas a Engenharia devem ser desenvolvidas, tais como:

- Analisar e compreender os usuários das soluções de engenharia e seu contexto, para formular os problemas de engenharia de forma a conceber soluções desejáveis;
- Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos matemáticos, computacionais ou físicos, validados por experimentação;
- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços) componentes ou processos;
- Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares;
- Ser capaz de aprender de forma autônoma, de forma a lidar com situações e contextos desconhecidos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência e da tecnologia;

O presente trabalho tem por objetivo mostrar que a competição de “Pontes de Macarrão”, proposta a alunos ingressantes no curso de Engenharia é um projeto para o início do desenvolvimento dessas competências. Investigamos as opiniões de alunos que participaram do projeto e, suas considerações a respeito das competências.

## 2 | A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Um dos objetivos da formação profissional é proporcionar ao estudante desenvolver e praticar atividades que possam representar a realidade da sua futura profissão (BARBOSA; MOURA, 2013).

Aprendizagem ocorre quando o estudante se envolve ativamente das discussões em sala de aula e para isso é necessário que ele esteja plenamente interessado pelo processo e perceba os benefícios que estas ações lhe proporcionarão. Com isso ele passa a ser o protagonista da sua aprendizagem (MASSON et al., 2012).

Para a Aprendizagem Baseada de Projetos (ABP) acordo com Masson (2012) o escopo de cada projeto deve possuir objetivos bem definidos, mas o estudante é que desenvolve os meios para atingir esses objetivos, contando com o apoio do professor para direcionamento e esclarecimento de dúvidas durante o processo de desenvolvimento do trabalho.

Para Santos et al. (2007) a metodologia ABP é caracterizada da seguinte forma:

- a) O projeto deve ser o foco da disciplina e o conteúdo precisa ser desenvolvido em torno dele, ou seja, é o meio pelo qual os estudantes possuem contato

com o conteúdo.

- b) O projeto deve gerar indagações que demandarão a reflexão do estudante.
- c) Deve ser um processo evolutivo que ofereça desafios aos estudantes, que deverão resolvê-los para que possam evoluir.
- d) Os estudantes devem ter autonomia para desenvolver o projeto, dentro do escopo que lhes foi solicitado.
- e) Devem reproduzir situações da vida real, para que possam ser abordadas questões reais de uso.

Assim, entendemos que o projeto de “Pontes de Macarrão” pode ser usado dentro da metodologia de APB para o início do desenvolvimento de competências necessárias ao futuro engenheiro de acordo com a resolução do CNE (MEC-2002) e a Proposta da ABENGE (2018).

### 3 | A COMPETIÇÃO DE PONTES DE MACARRÃO

A competição de Pontes de Macarrão teve sua origem no Canadá, nos anos de 1980, na Universidade de Okanagan. A partir dessa experiência essa competição se espalhou pelo mundo e, atualmente é realizada em mais de 50 países com alunos do ensino fundamental, médio e superior.

No Brasil destaca-se como pioneiras a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (GONZÁLES, 2005) e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Para esse trabalho, foi estudado a competição realizada na Universidade Paulista, campus São José dos Campos-SP. Nessa instituição a competição é realizada desde 2008 com a coordenação do Núcleo de Pesquisas em Engenharias (NUPE).

No estudo apresentado os alunos estavam cursando uma disciplina vinculada ao estudo da Estática. Assim, mesmo que para o projeto não fosse necessário o desenvolvimento de cálculos estruturais, eles tinham condições de compreender a física vinculada ao equilíbrio.

Para o projeto os alunos deveriam construir uma ponte usando somente macarrão e cola, respeitando os parâmetros dimensionais de projeto fornecidos pela Tabela 1.

	Mínimo	Máximo
Capacidade de Carga	37 N	----
Comprimento	----	----
Largura	5 cm	12 cm
Altura	----	50 cm



Vão a ser vencido	50 cm
Diâmetro máximo da viga/ coluna	(1,0±0,1)cm
Número de cargas aplicadas	1 (uma)

Tabela 1 – Parâmetros dimensionais para o projeto

Fonte: Autores

Quanto aos parâmetros estruturais o projeto deveria ter:

- I) pelo menos uma treliça;
- II) Ter mais de um tipo de elemento estrutural.

A figura 1 mostra a medida da massa de uma das pontes desenvolvidas por um dos grupos de alunos.

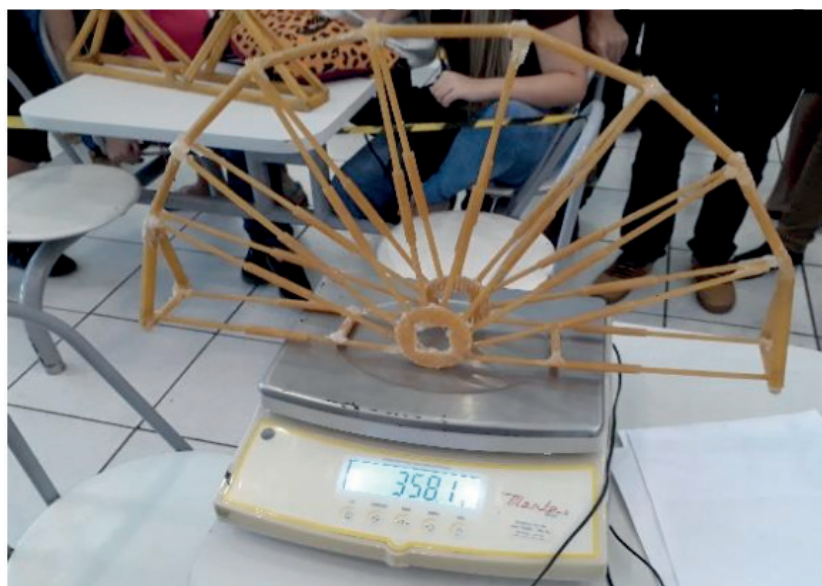


Figura 1. Medida da massa da ponte de um dos grupos participantes do projeto Pontes de Macarrão.

Fonte: Autores.

A figura 2 mostra o ensaio destrutivo realizado para determinar o fator, de acordo com a equação 1, da ponte de um dos grupos participantes do projeto.



Figura 2. Ensaio para medir o fator da ponte de um dos grupos participantes. A foto foi editada para não permitir a identificação visual dos alunos participantes.

Fonte: Autores.

Para verificarmos qual das pontes apresentaria o melhor desempenho, foi definido o parâmetro chamado de fator que pode ser calculado de acordo com a equação 1 abaixo:

$$fator = \frac{\text{carga suportada (Kg)}}{\text{massa da ponte (Kg)}} \quad (1)$$

Apesar dos objetivos pedagógicos do projeto os alunos também puderam apresentar seus projetos durante um período denominado “Jornada da Engenharia” competindo para determinar qual projeto apresentaria o maior fator, “Equação 1”.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente trabalho buscou determinar através das opiniões dos alunos participantes do projeto se algumas competências apresentadas em (MEC-2002) e Proposta (ABENGE-2018) estavam sendo iniciadas no desenvolvimento do projeto de Pontes de Macarrão, baseado na metodologia ABP.

A tabela 2 a seguir fornece a relação entre a questão apresentada aos alunos e a competência relacionada na pesquisa, projeto, desenvolvimento e construção da ponte de macarrão.

Pergunta	Competência vinculada
1. Para desenvolver sua ponte, você e seu grupo trabalharam juntos?	- Atuar em equipes multidisciplinares CNE (2002). - Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares; Diretrizes (2018).

<p><b>2. Para desenvolver a sua ponte, você e seu grupo se preocuparam em conhecer, pesquisando, alguns tipos de estruturas para tentar decidir qual seria a mais viável em termos de execução?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos; CNE (2002).</li> <li>- Analisar e compreender os usuários das soluções de engenharia e seu contexto, para formular os problemas de engenharia de forma a conceber soluções desejáveis; Diretrizes (2018).</li> <li>- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços) componentes ou processos; Diretrizes (2018).</li> </ul>
<p><b>3. Para desenvolver a sua ponte, você e/ou seu grupo fizeram uso do software livre sobre estruturas de pontes de macarrão ou de alguma outra ferramenta que pudessem auxiliar a execução?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas; CNE (2002).</li> <li>- Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional; CNE (2002).</li> <li>- Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos matemáticos, computacionais ou físicos, validados por experimentação; das Diretrizes (2018).</li> <li>- Ser capaz de aprender de forma autônoma, de forma a lidar com situações e contextos desconhecidos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência e da tecnologia; das Diretrizes (2018).</li> </ul>

Tabela 2. Relação de perguntas e Competências vinculadas no projeto de pontes de macarrão.

Fonte: Autores

A figura 3, a seguir, mostra o percentual de respostas para a primeira pergunta apresentada na Tabela 2. Essa figura indica que para aproximadamente 80% dos grupos participantes houve o trabalho em grupo na maior parte do desenvolvimento do projeto. Assim, estariam desenvolvendo a competência vinculada, de acordo com a Tabela 2.



Figura 3. Percentual de respostas para a pergunta 1.

Fonte: Autores.

A figura 4 abaixo mostra o percentual de respostas para a segunda pergunta apresentada na Tabela 2. Novamente, aproximadamente 80% dos grupos participantes procuraram pesquisar e conhecer diferentes estruturas antes de decidir qual seria a mais viável em termos de execução e que estivesse de acordo com os parâmetros dados na Tabela 1.

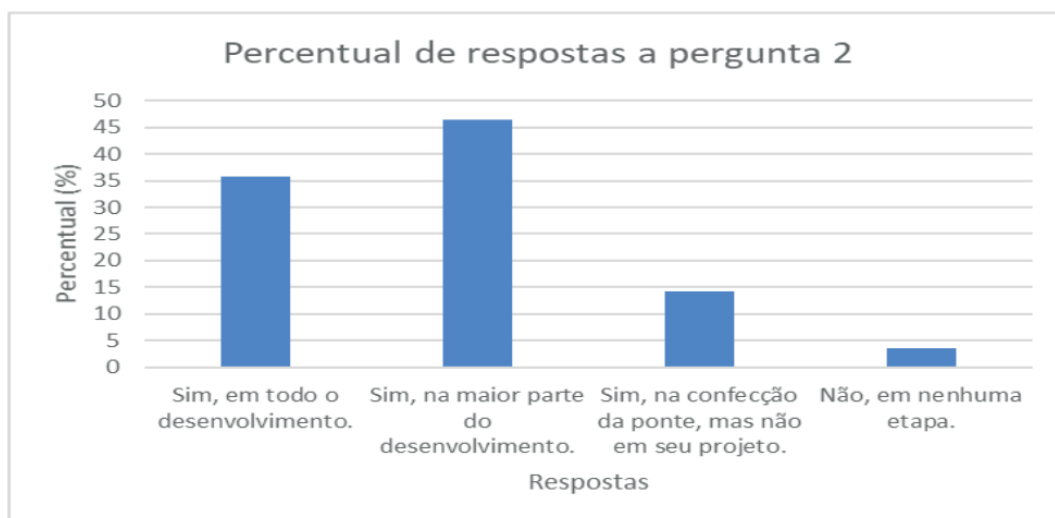


Figura 4. Percentual de respostas para a pergunta 2.

Fonte: Autores.

Na sequência, a figura 5, mostra o percentual de respostas para a terceira pergunta apresentada na Tabela 2. Os resultados apresentados nessa figura indicam que aproximadamente 50% dos grupos participantes não procuraram buscar novas ferramentas que os auxiliassem na execução do projeto. Apenas, se preocuparam em executá-lo. Durante as orientações aos grupos, foi colocado que existe um software que ajuda no projeto da ponte e poderia ser usado no seu desenvolvimento. Entendemos que por serem alunos ingressantes no curso de Engenharia, a maioria dos alunos participantes ainda não estava habituada a usar ferramentas computacionais.

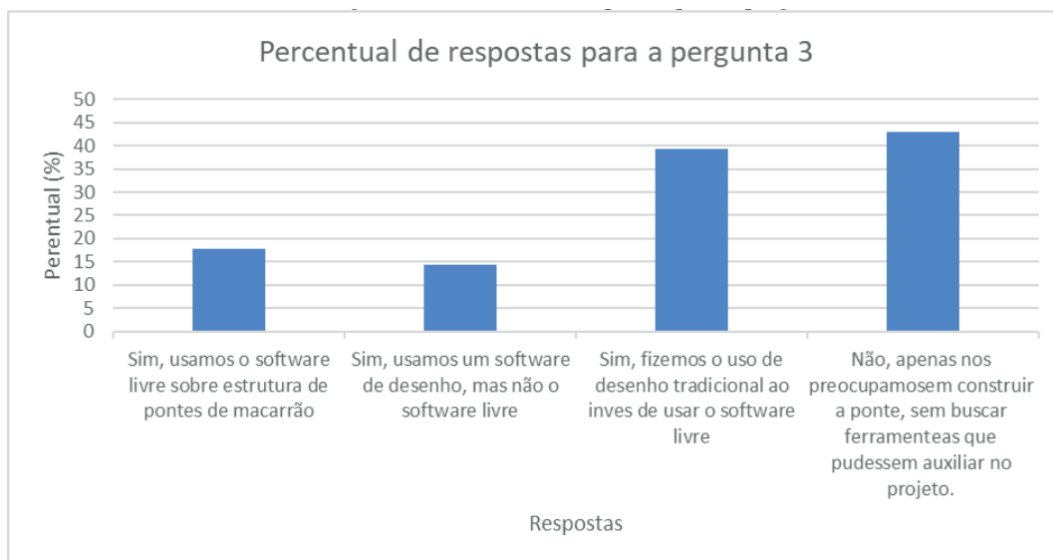


Figura 5. Percentual de respostas para a pergunta 3.

Fonte: Autores.

## 5 | CONCLUSÕES

O presente trabalho mostrou que o projeto de Pontes de Macarrão usado dentro da metodologia de ABP pode ser um iniciador de competências necessárias ao egresso do curso de Engenharia.

Os resultados mostrados nas figuras 3,4 e 5 indicam, na percepção dos alunos participantes, que algumas das competências indicadas em CNE (2002) e Diretrizes (2018) começaram a ser desenvolvidas nos alunos.

As principais competências desenvolvidas foram: trabalho em equipe; liderança; comunicação; análise e solução de problemas.

Restando como perspectiva para futuros trabalhos o desenvolvimento da comunicação escrita, em consonância com a norma acadêmica, como competência esperada do egresso do curso de engenharia.

Assim, estruturados nesses resultados, compreendemos e propomos que o projeto de “Pontes de Macarrão” pode ser um projeto de início de desenvolvimento de competências necessárias ao futuro engenheiro.

## REFERÊNCIAS

ABENGE: PROPOSTA DE DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA O CURSO DE ENGENHARIA– ABENGE MEI/CNI, ABENGE, Brasília, 2018.

BARBOSA, Eduardo Fernandes, MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. In B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, maio/ago. 2013.

GONZÁLES, L.A.G., MORSH, I.B., MASUREO, J.R. Didactic Games in Engineering Teaching – Case: Spaghetti Bridge Design and Building Contest. Proceedings of COBEM, Ouro Preto, 2005.

MASSON, Terezinha J. et al. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL). Belém, set. 2012. In: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2012.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO-RESOLUÇÃO CNE/CES 11/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.

SANTOS, David M. B. et al. Aplicando Project-Based Learning no estudo integrado de engenharia de software, análise e projeto de sistemas e banco de dados. Bahia, 2007. In: XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2007.

## OS USOS/SIGNIFICADOS DAS MATEMÁTICAS NO COTIDIANO DE UM PRODUTOR DE FARINHA À LUZ DA TERAPIA WITTGENSTEINIANA

Data de aceite: 13/01/2020

### **Isnaele Santos da Silva**

Secretaria de Estado de Educação, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM/UFAC). Rio Branco - Acre

### **Simone Maria Chalub Bandeira Bezerra**

Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Rio Branco – Acre

### **Denison Roberto Braña Bezerra**

Secretaria de Estado de Educação, Mestre em Educação (MED/UFAC)  
Rio Branco - Acre

### **Mário Sérgio Silva de Carvalho**

Universidade Federal do Acre, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM/UFAC). Rio Branco - Acre

### **Elizabeth Silva Ribeiro**

Instituto Federal do Acre, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM/UFAC). Rio Branco – Acre

### **Ivanilce Bessa Santos Correia**

Universidade Federal do Acre, Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática. (MPECIM/UFAC). Rio Branco–Acre

### **Thayane Benesforte Silva**

Secretaria Estadual de Educação, Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM/UFAC). Rio Branco – Acre

### **Raimundo Nascimento Lima**

Protege, Graduando no Centro Universitário Uninorte. Rio Branco - Acre

### **Maria Almeida de Souza**

Instituto Federal do Acre, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM/UFAC). Rio Branco – Acre

### **Ismael Santos da Silva**

Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Mestrando em Ciências Ambientais (UFAC).  
Cruzeiro do Sul – Acre

**RESUMO:** Este texto faz parte de um recorte da pesquisa defendida no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Federal do Acre (MPECIM/UFAC), intitulada “ O encontro com outro modo de ver o ensino da Matemática”, que traz alusão na terapia filosófica wittgensteiniana e na desconstrução derridiana, com o intuito de ampliar o aporte de significação dos usos/significados da “Matemática”, problematizando seus usos e significados em práticas decorrentes das profissões, iniciando todo processo no meu âmbito familiar com meu pai, na produção de farinha, especificamente no processo de medição da mesma, investigando, pesquisando e dialogando com outros usos literários e de outras práticas culturais que não aquela escolar. É importante esclarecer que nos orientamos nessa investigação pela terapia desconstrucionista e pela visão wittgensteiniana

da Matemática, percurso teórico de pesquisa em Educação Matemática ainda iniciante, por isto mesmo, um tanto incipiente, mas que quem escolhe trilhá-lo necessita de muita leitura e de muita fundamentação. O Produto Educacional oriundo dessa pesquisa trata-se de uma, “Coletânea de atividades práticas de mobilização de culturas matemáticas do agricultor na produção da farinha, do pedreiro, da costureira e da vendedora autônoma”. Dessa forma, busca-se desmitificar as práticas matemáticas, nos revelando ser um conjunto diverso e heterogêneo de práticas culturais relacionadas aos usos/significados da Matemática, com diferentes linguagens, e não, exclusivamente, como práticas especializadas do matemático profissional, sendo produto da atividade humana ao longo dos tempos nas diversas formas de vida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Usos/Significados. Matemáticas. Produtor de Farinha.

## THE USES / MEANINGS OF MATHEMATICS IN THE DAILY OF A FLOUR PRODUCER IN THE LIGHT OF WITTGENSTEINIAN THERAPY

**ABSTRACT:** This text is part of a piece of research defended in the Professional Master's Degree in Science and Mathematics Teaching at the Federal University of Acre (MPECIM / UFAC), entitled “The encounter with another way of seeing Mathematics teaching”, which alludes to therapy. Wittgensteinian philosophical philosophy and in the deridian deconstruction, in order to broaden the meaning of the uses / meanings of “Mathematics”, problematizing its uses and meanings in practices arising from the professions, starting the whole process in my family with my father, in the production of flour, specifically in the process of measuring it, investigating, researching and dialoguing with other literary uses and cultural practices other than school. It is important to clarify that we are guided in this investigation by the deconstructionist therapy and the Wittgensteinian view of Mathematics, a theoretical course of research in Mathematical Education still in its infancy, which is somewhat incipient, but whoever chooses to follow it needs a lot of reading and much reasoning. The Educational Product derived from this research is a “Collection of practical activities of mobilization of mathematical cultures of the farmer in the production of flour, mason, seamstress and autonomous seller”. Thus, we seek to demystify mathematical practices, revealing us to be a diverse and heterogeneous set of cultural practices related to the uses / meanings of mathematics, with different languages, and not exclusively as specialized practices of professional mathematicians, being the product of the activity. over time in the various life forms.

**KEYWORDS:** Uses/meanings. Mathematics. Flour Producer.

### 1 | INTRODUÇÃO

Na busca de evidenciar a importância do estudo das Matemáticas, e não querendo aqui sobrepor nenhuma sobre a outra, é importante ressaltar que tantas profissões como a, do pedreiro, do carpinteiro, do eletricista, do arquiteto, do encanador, da costureira, do produtor de farinha, dentre a de outros profissionais, se envolvem



nos processos que usam o conhecimento cultural e próprio, e constantemente, no conhecimento matemático. Diante dessa premissa essa pesquisa veio com esse objetivo de evidenciar significação das matemáticas na vida desses profissionais e nesse recorte inicial mais especificamente iremos evidenciar o produtor de farinha.

O ensino de Matemática pode se tornar interativo com a utilização das Matemáticas aplicada às atividades e nas profissões do dia a dia, revelando uma nova concepção da disciplina, sobretudo no que se refere ao próprio conhecimento cognitivo do aluno, em que as suas práticas culturais contribuem para o desenvolvimento do raciocínio lógico, indicando seu nível de colaboração na formação intelectual, social e pessoal.

Nas atividades envolvendo, por exemplo, a construção civil, o professor consciente de sua função educativa estará fazendo com que o ensino se torna mais abrangente, envolvente e interdisciplinar, assim assumindo uma nova condição em relação ao processo de ensino deixando de ser um mero transmissor para se tornar orientador na construção de um conhecimento com reais significados, podendo mostrar o uso da modelagem, uma das tendências de Educação Matemática, em atividades práticas.

O aluno aprende participando, problematizando, tomando atitudes diante de fatos, vivenciando sentimentos e escolhendo procedimentos para atingir seus objetivos. Dessa forma tende a assimilar com maior profundidade os conteúdos matemáticos significando-os no uso em momentos de atividades como defende Wittgenstein.

Ao trabalhar com uma proposta envolvendo as práticas matemáticas o aluno pode vir a desenvolver a criatividade e poderá apresentar uma motivação maior pelas aulas. Além disso, o professor nessa perspectiva consegue envolver os aspectos social, cultural e econômico, ajudando a formar um cidadão mais consciente do meio profissional e escolar que está submerso.

Enfim, deve ficar claro ao aluno que a Matemática não é pronta e acabada, não existe um pensamento abstrato e nem concreto, não existe mente ou cognitivo que aprende, este é o modo cognitivista de se referir ao conhecimento e ao ato de aprender. Para Wittgenstein, a terapia leva a compreensão, ao esclarecimento, a ampliação do conhecimento, ao desfazer equívocos, ao destituir o significado/conceito de unicidade, de essencialidade, de universalidade e não a uma construção metafísica do conhecimento como pensam as abordagens cognitivistas.

Entendo matemática como uma estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo de sua história para explicar, para entender, para manejar e conviver com a realidade sensível, perceptível, e com seu imaginário, naturalmente dentro de um contexto natural e cultural (D'AMBROSIO, 2015, p. 82).

Refletindo a Matemática com uma disciplina, e sendo ela tão presente no desenvolvimento da atividade humana, traremos como instrumento de percurso terapêutico desconstrucionista os usos/significados da Matemática que são abordados na vida de um produtor de farinha. Neste estudo inicial destacaremos etapas da produção da farinha relacionando essas etapas com a matemática desse produtor e a matemática vista em alguns momentos escolarmente.

Ao ponderarmos a Matemática no entendimento de Wittgenstein, quanto uma atividade na linguagem, como um jogo de linguagem, compreendê-la constitui jogar seus jogos de linguagem nas práticas culturais que os mobilizam para conseguir seus objetivos. Problematizar os jogos de linguagem das práticas culturais e das práticas escolares pode expandir o entendimento sobre os conceitos. Como se fosse uma maneira terapêutica de compreender os diferentes usos dessas práticas culturais.

As práticas culturais desenvolvidas no espaço da sala de aula, poderão incluir a linguagem matemática trazida pelos estudantes de seu grupo cultural privado. Essa atitude poderá provocar nos estudantes uma vontade intrínseca de expressar como são resolvidos os problemas matemáticos no seu entorno familiar, essas expressões vão se integrando com as expressões dos outros estudantes presentes na sala e todas com as expressões do professor, que já não utiliza a mesma linguagem formal utilizada inicialmente, agora há um novo jogo regrado que identifica esse novo grupo cultural. É possível que os conhecimentos escolares e os conhecimentos trazidos pelos estudantes se integrem e se transformem em jogos de linguagem, de tal maneira, que todos do grupo possam compreender (GHEDIN, 2018, p. 43).

Deste modo, permitindo a melhor compreensão dos temas expostos sobre a Matemática e, dessa forma, descrever suas ações através de jogos de cena à luz da terapia desconstrucionista, emanada em estudos de Wittgenstein e Derrida nos faz significar no uso em atividade o que está manifesto.

Percorrer usos/significados diferenciados da expressão matemática no âmbito das disciplinas de formação, dialogicamente entrelaçados aos usos feitos na literatura podem levar a desconstrução de usos privilegiados dessa expressão nas práticas de formação e esclarecer outras formas de usos não presentes ou destituídas do status científico atribuído somente aos usos ditos curriculares. (BEZERRA, 2016, pg. 120).

Práticas Culturais, a noção de Matemática e de conceito baseia-se na abordagem filosófica da linguagem de Wittgenstein, que considera a Matemática como uma atividade na linguagem. Como, para ele, os significados da linguagem estão nos usos que se fazem dela nos jogos de linguagem das diferentes formas de vida, o mesmo se diz da Matemática e seus conceitos. “Por que eu não deveria dizer que o que chamamos de matemática é uma família de atividades com uma família de propósitos?” (WITTGENSTEIN, 1999, IF, § 7).

Refletindo os dizeres wittgensteinianos, a pesquisa em tela apresenta, todo o percurso e discussão dos usos/significados da Matemática nas profissões com base,

em encenações narrativas da linguagem que se metamorfoseiam nos rastros de toda pesquisa, baseado pelas produções das cenas ficcionais em forma de diálogo, que aconteceram no Vale do Juruá na cidade de Cruzeiro do Sul /AC.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa em que se fez uso da terapia desconstrucionista, tendo como precursores Wittgenstein (1999) e Derrida (1991), procurando significar a Matemática nas práticas culturais que dela participam. Evidenciado na prática de medição da farinha conceitos matemáticos oriundos da Matemática do dia a dia de um agricultor de Cruzeiro do Sul – AC.

A cena apresentada a seguir é constituída por um diálogo ficcional entre a pesquisadora Isnaele, e seu pai o produtor de farinha. Neste diálogo, procuramos percorrer os rastros do meu âmbito familiar desde a escolha do terreno para a plantação até a farinha pronta para consumo.

## 2 | RETORNANDO AO LAR: UM DIÁLOGO DE VOZES ENTRE PAI, UM PRODUTOR DE FARINHA E SUA FILHA UMA APRENDIZ DE MATEMÁTICA

**Isnaele** (chega em Cruzeiro do Sul, AC com os pensamentos mais tranquilos e conversa com seu pai, um produtor de farinha) – *Pai, estou aqui percorrendo os rastros dos usos da matemática no nosso âmbito familiar. Isso me remete a momentos marcantes no que tange o uso do conhecimento matemático na prática da produção de farinha, desde do cultivo da terra até todo o processo para deixar a farinha pronta para o consumo, minha paixão por matemática cultural e tudo que envolve a matemática possivelmente algo que herdei do senhor meu pai, pois mesmo não tendo cursado nem o primário o senhor sempre muito hábil com os cálculos e sua matemática além de uma sala de aula. Lembro-me de quando o senhor fazia seus cálculos e em seguida pedia para confirmamos se estava correto mesmo, e sempre a conta que ele fazia sempre batia com o resultado exato. Assim, esse diálogo com meu pai é baseado no uso da linguagem, no uso da expressão Matemática em Práticas Culturais e os diálogos ficcionais.*

**Bezerra** (expõe seu pensamento sobre a terapia filosófica e sobre sua pesquisa, 2016, p. 30) - *Penso que a terapia filosófica propõe justamente esclarecer o uso das palavras. Assim, esclarecer o uso da linguagem é ampliar a compreensão do fenômeno em estudo. Wittgenstein não estava preocupado em definir “o que é” uma determinada palavra ou conceito, mas “como” se dá seu uso nos diversos jogos de linguagem/práticas culturais. Conforme se percebe nas leituras que temos realizado, o objetivo da terapia não seria, portanto, “o de revelar algo que o leitor deveria descobrir, mas sim, fazê-lo refletir sobre outros significados que podem já estar contidos naquilo que o leitor conhece, e que serão abertos através dos deslocamentos das palavras em diferentes usos”, ou melhor, o objetivo é “abrir novas possibilidades e novas*

visões, através de uma prática terapêutica, que possam auxiliar no desdobramento das principais questões abordadas” (RODRIGUES, 2014, p. 07;). Praticar a terapia filosófica wittgensteiniana implica em não buscar uma essência, um único sentido. Foi pelo uso da linguagem como atividade, significado no modo wittgensteiniano de conceber a linguagem, que foi se constituindo todo o processo de significação dos diálogos ficcionais desenvolvidos nesse texto. Penso que o aspecto positivo da terapia seja desestabilizar a estabilização do sentido único ampliando ao máximo as possibilidades de significar (Miguel, 2015e, p. 215) e no caso de minha pesquisa desestabilizar o sentido único de matemática usado escolarmente.

**Isnaele** (entusiasmada) – *É exatamente esse pensamento e ideia que trago para nossa pesquisa.*

**Levi** (toma a palavra) – *Filha até que a farinha de mandioca esteja pronta para o consumo e comercialização, são necessárias diversas etapas. A primeira etapa da produção é a preparação da “capoeira” (terreno) em que serão plantadas as manivas de mandioca como mostra a figura 1.*



Figura 01: Cultivo da terra, plantação da maniva e roça crescida alguns centímetros.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

**Isnaele** (retoma a palavra) – *Pai, existe um período adequado para plantar a mandioca?*

**Levi** (pensativo) – *Sim filha existe, aqui na região amazônica como temos basicamente duas estações predominantes que é verão (sol) e inverno (chuva), nós procuramos sempre plantar em junho que é uma época no verão e aí vamos torcendo para sempre que possível dar uma chuvinha para a terra não ficar tão seca, esse período é escolhido por que quando o inverno chegar já está uma roça mais firme para aguentar algumas chuvas do inverno e também não pegamos o período da alagação, pois antes dele chegar fazemos a colheita.*

**Isnaele** (interrompe o pai e retoma a palavra) – *como funciona esse processo do plantio matematicamente para o senhor meu pai?*

**Levi** (olhando para o horizonte de suas plantações, toma a palavra) – *filha, eu costumo trabalhar por quadras, que é a mesmo hectare. Para o plantio são usados os ramos das plantas já colhidas que devem ser cortados em tamanhos iguais, que medimos com a mão e não pode passar desse tamanho, pois se cortado de*

forma correta a planta brotará para cima e a raiz para o lado. Para essa fase do processo são cortados vários ramos da mandioca colhida e feitos os feixes, a cada 100 ramos consideramos um feixe. Em cada ramo é encontrado um “olhinho”, ele é uma pequena marca na ponta de cada ramo e é onde a planta brota. Desta maneira, os ramos devem ser plantados com os “olhinhos” todos voltados para o mesmo lado para que as raízes não ocupem o mesmo espaço. Além disso filha cada “maniva” (pedaço do ramo) é plantado com um espaçamento em média de 90 cm, que é medido de acordo com a passada ao abrir uma pequena cova na terra para colocar a “maniva” dentro e cobrir, chamada também de beliscão na terra e não pode passar de 3 cm de profundidade, senão, a mandioca não nasce, pois, a raiz cresce muito fina, se plantar corretamente pode vim a crescer pés de mandioca com até 10kg. Segue a figura 2.



Figura 02: Ramos da mandioca, feixes de manivas e pedaços da maniva.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

**Isnaele** (admirada, retoma a fala) – *Pai e tem uma precisão para essas medidas que faz na terra?*

**Levi** (toma a fala) – *Os centímetros de profundidade são medidos pela força que se coloca na enxada, as vezes é necessário mais de um beliscão na terra, para que todas as covas fiquem do mesmo tamanho. Com relação a distância é difícil errar pois é são grandes quantidades de covas, sendo que é um trabalho repetido por inúmeras vezes. E com relação a quantidade de manivas usadas a cada quadra fazemos uma estimativa, em uma quadra leva em média 50 feixes tenho 100 ramas cada, pode notar que dar 150 sacos de farinha de 50 kg cada, uma matemática ótima. Pois um hectare ou quadra são 10 mil metros quadrados, aí dar para saber quantas covas vão dar, quantos pés de mandioca, e nós dividimos que dar exatamente o que queremos. As vezes até sobra ou falta um pouco. Porém a nossa matemática não perde.*

**Isnaele** (pede a fala e retoma) – *Pai, percebo na sua fala a utilização da Matemática para realizar alguns cálculos, mas que a “sua Matemática” diverge em*

*certos aspectos do que é utilizado na escola. Um exemplo é quando o senhor fala que não ocorre prejuízo quando perde alguns pés de mandioca, pois alguns pés perdidos não interferem na grande quantidade que será colhida. Além disso, para calcular os feixes os cálculos foram feitos “de cabeça”, sem uso de calculadora. Achei isso muito interessante. E após esse processo qual sequências temos para de fato termos a farinha para comercialização?*

**Levi** (sorrir e toma a fala) – *Ah filha, após o plantio, durante o período de espera é necessário todo um cuidado com a terra, é preciso capinar o terreno, em média 4 a 5 vezes durante a fase do crescimento da planta, e aí então quando der em média os nove meses é hora da colheita. Durante a colheita iniciamos o processo fazendo a separação das raízes do caule. Os caules, os chamados “ramos ou manivas”, são guardados para a próxima plantação. As mandiocas depois de separadas são colocadas no “caçuré” (uma cesta de cipó), carregadas até a carroça com o boi e transportada para a casa de farinha. Na figura 3 vemos esse processo. Vide Figura 03.*



Figura 03: Mandioca pronta para colheita; tirando a mandioca da terra; separando a mandioca dos ramos; mandioca sendo levada para casa de farinha na carroça com o boi.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

**Isnaele** (retoma a palavra) – *Pai é possível saber a quantidade de farinha que será produzida, sabendo a quantidade de mandioca arrancada e colhida?*

**Levi** (entusiasmado toma a palavra novamente) – *Tem sim. A gente calcula de acordo com a quantidade de mandioca que coletamos, por exemplo, uma carroça cheia e bem “estaqueada” (mandiocas maiores como forma de parede acima para caber mais), como essa que coletamos dar em média 3 sacos de 50 quilos cada. E chegamos a esse valor porque temos a prática de muitos anos, demos somamos quantas carroças foram levadas até a casa de farinha ou carradas, assim é possível sabermos quantos sacos de farinha serão produzidos com aquela quantidade de mandioca, neste caso, foram 5 carroças nesse dia e cada uma dará 3 sacas ( 3 + 3 + 3 + 3 + 3) resultando em 15 sacos de farinha de 50 quilos cada um.*

**Isnaele** (retoma a palavra) – *Então essa “sua matemática” vivenciada*

diariamente vem dos seus usos e costumes. E agora o que ainda necessário nesse processo?

**Levi** (toma a palavra mais uma vez) – Bem, agora para a mandioca ficar pronta e ser transformada em farinha é necessário fazer toda a raspagem da casca com o auxílio de uma faca. Esse trabalho é feito pela família ou raspadeiras que contratamos, após a raspagem ela é lavada e cevada, sendo transformada em uma massa, essa massa é empresada para escorrer toda manipuera (líquido extraído da massa). Figura 4 mostra esse processo.



Figura 04: Raspagem da mandioca; lavagem da mandioca; cevagem da mandioca e a massa para colocar na prensa.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

No dia seguinte pegamos essa massa e cevamos novamente e aí sim inicia-se o processo de torragem de massa, transformando-a em farinha. Nesse processo minha filha, nós jogamos uma certa quantidade de massa crua na chapa para escaldarmos e em seguida o processo de secagem da mesma, a farinha é peneirada de acordo com critério encomendado ou a gosto e os caroços são moídos para posteriormente ser misturados na farinha, como mostra a figura 05 a seguir.



Figura 05: Massa cevada; Torragem da massa; Farinha sendo peneirada e pronta para medir.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

**Isnaele** (retoma a fala) – Pai, e como o senhor faz para medir ou pesar a farinha?

**Levi** (toma a fala) - Filha desde muito novo eu já via meus avós e meu pai com minha madrasta usarem uma lata para medirem cada “paneiro” de farinha ou a

“quarta” de farinha, então filha precisamos colocar 4 latas em um saco para dar “uma Saca de farinha”, sendo que ela terá 50 quilos. Essa foi a maneira que encontramos para fazer a medição e pesagem da farinha, já que nunca tínhamos uma balança.

**Isnaele** (Ouvindo isso perguntei) – *Mas Pai, pode explicar melhor esse processo?*

**Levi** (Meu pai atento e entusiasmado, responde) – *Sim filha, como você viu o processo da farinha é extenso, muitas etapas e todas elas nós nos utilizamos de conhecimentos que aprendemos com nossos pais, eu nunca tive a oportunidade de estudar (fala isso com lágrimas nos olhos), mas sempre procurei aprender observando os mais velhos, essa Matemática que usamos aqui é diferente da que você aprendeu na escola, essa aqui é a Matemática criada por nós mesmo para podemos sobreviver e não sermos enganados pelos compradores, e esse processo de medir é o último antes de ir para comercialização. Lembro-me que ficava me perguntando como que aquela lata de tinta de 18 litros, com a borda adaptada com madeira para facilitar o manuseio media certinho a “saca” de farinha e pesava exatamente 50 kg.*

**Isnaele** (retoma a fala) - *Pai, como o senhor calcula o quanto de quilos cabe nessa lata?*

**Levi** (toma a fala) – *Muito simples se a “saca” cheia tem 50 kilos e eu uso 4 (quatro) latas dessas e concluo que cada lata tem em média 12,5 kilos, pois eu faço a soma das 4 (quatro) latas. Com mostra a figura 06 a seguir.*



Figura 06: lata usada na medição da farinha; lata cheia de farinha para encher a saca; saca sendo cheia.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

**Isnaele** (atenta a tudo e admirada) – *Meu pai, o senhor um homem muito simples que não teve oportunidade de estudar pois precisava trabalhar na roça, mas sempre muito hábil com os números, desde o momento da plantação até a finalização do processo ele usa Matemática, claro da forma dele, na medição do terreno para o plantio, a distância de uma “covinha” para outra na hora de plantar, na hora de capinar, quantos “eitos” ele vai tirar naquele dia, ou quando já está madura para o cultivo, a maneira de arrumar, carregar, e todo processo mesmo usa Matemática. O cálculo feito pelo matemático seria diferente do cálculo feito pelo agricultor, o senhor*



usa o “olhometro” como o senhor diz, eles usam a ideia de quantidade, de medidas. É muito interessante ver a maneira como a Matemática é tão presente na vida de um agricultor e muitas vezes, raramente a percebe. Nessa situação da medição da farinha essa lata quando vamos calcular matematicamente, precisamos das medidas dela, e como eles usam a madeira para deixá-la firme na borda, deixando assim mais larga, não é preciso calcular o famoso “cálculo” que é essa sobra acima, pois o resultado já dar sem perdas. Sendo necessário calcular o Volume ( $V = a*b*c$ ), transformar esse volume em litros pela regra de três, descobrir a densidade ( $D = m/v$ ) da farinha e depois achar a Massa ( $M = d*v$ ). Assim, sendo possível demonstrar que o teor e rigor matemático também está presente na vida do agricultor.

**Levi** (Meu pai surpreso, toma a palavra) – Sério minha filha? Nossa nunca pensei que eu era um matemático nato (brincou ele), sabe minha filha, essa é uma profissão um tanto pesada e cansativa, muitas etapas para chegarmos a esse ponto final, e eu sempre gostei de cálculos mentais, fazer orçamentos e aqui fazendo farinha não é diferente, mas claro do meu jeito meio bruto de fazer conta.

**Isnaele** (com os olhos cheio de lágrimas, retoma a fala) – Pai é assim mesmo, a Matemática tem vários caminhos e esse caminho é sobre os usos / costumes e habilidades que o senhor traz consigo desde os seus antepassados e que uma maneira indireta ou direta nos transmitiu esse amor pelas exatas, porque da sua maneira o senhor faz muita matemática diariamente. Pai, olha aqui eu fiz o cálculo, observa aqui, a lata e suas medidas e o cálculo. Vide figura 07.

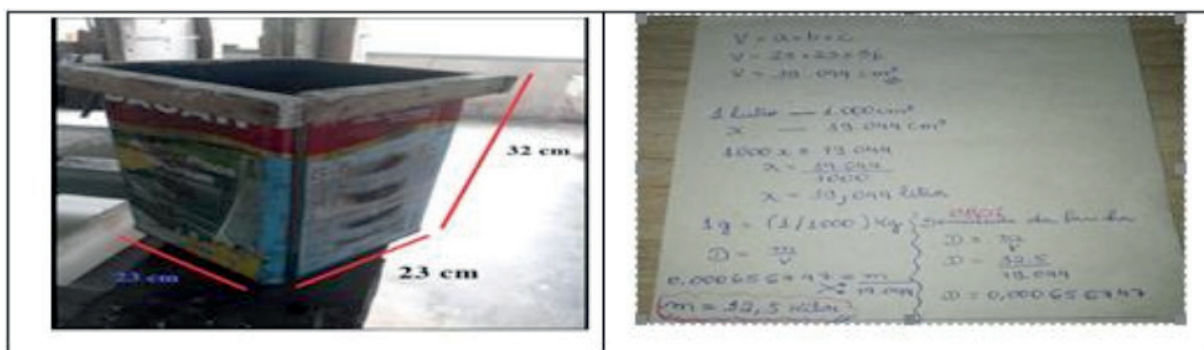


Figura 07: Medidas da Lata e o cálculo demonstrando que realmente das 12, 5 kg.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Esta maneira do meu pai usar e lidar com a Matemática me lembra os PCN (2000) da matemática que diz, “A atividade matemática escolar não é ‘olhar para as coisas prontas e definitivas’, mas a construção e a apropriação de um conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar sua realidade” (PCN Matemática, 2000, p.19).

Diante disso, sendo a pesquisa interessada na descrição nos usos, tal descrição visa desfazer confusões filosóficas, como, por exemplo, agregar significados a

referências extralinguísticas, ou práticas matemáticas diferentes, tidas no âmbito interno da Educação Matemática, a uma referência unitária. Assim, em Investigações Filosóficas, Wittgenstein realça o “conceito de significado como uso” não existindo uma teoria sistemática do significado baseado no uso. Wittgenstein é incisivo no apelo ao conceito de uso é “intencionalmente amplo pela razão de que usos de expressões são tão diversos quanto os jogos de linguagem em que elas ocorrem e, portanto, sua variedade não pode ser capturada por uma fórmula única” (GRAYLING, 2002, p.98).

### 3 | CONCLUSÃO

O ato narrativo que inspirou nossa pesquisa foi o diálogo ocorrido entre uma estudante de matemática e seu pai um produtor de farinha, que sempre utilizou da sua Matemática para desenvolver seu trabalho, mesmo sem nunca ter ido à sala de aula.

Prognostica-se que a terapia desconstrucionista dos usos/significados da Matemática que tem relevância nessa pesquisa venha esclarecer e mostrar como as vivências culturais podem possibilitar a construção de um legado de transformação na maneira de significados matemáticos.

Não se trata nessa pesquisa de medir quão método é mais eficaz, apenas queremos mostrar que é possível desconstruir para construir, que existe outras óticas para olhar a Matemática, tirando aquela ideia de uma Matemática única e universal, mas trazer nessa perspectiva um conjunto de significados nas práticas culturais e nos jogos de cena por meio da linguagem que se familiarizam.

No percurso vivenciado em momentos das disciplinas do mestrado e nas reuniões no grupo de pesquisa GEPLIMAC, bem como na 4ª mostra - “Viver Ciência - 2018”, buscamos desconstruir o modelo datado como o único modelo a ser seguido no que tange o modelo disciplinar do ensino de Matemática, firmado na teoria que a Matemática é única e que não abre parênteses para outros saberes, que é algo universal e transferível, levando essa pesquisa a notar que os saberes matemáticos vão além da crença pregada de unicidade, mas que existem outras maneiras de ensinar e aprender essa disciplina.

Contanto, não se trata de uma pesquisa verificacionista, nem tão pouco prescritivas, não buscamos aqui apontar caminhos e nem tão pouco julgar o que é melhor ou pior, o que é certo ou errado, mas descrever os sentidos dados a ‘Matemática’ nas profissões do produtor de farinha e dessa forma descrever suas ações através de jogos de cena à luz da terapia desconstrucionista emanada em estudos de Wittgenstein e Derrida.

A partir daqui abrimos reflexões para outras cenas que serão apresentadas em outro momento oportuno, após a reflexão desse episódio com alunos da EJA para que a partir daqui continuemos o diálogo com as suas profissões, sejam o *pedreiro*, a *costureira* e a *vendedora autônoma*, contadas na dissertação “*O Encontro com Outros Modos de Ver o Ensino da Matemática*” e disponibilizada em breve no link, <http://www2.ufac.br/mpecim/menu/dissertacoes>, frente ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática resultando como Produto Educacional a ser disponibilizado para ser utilizado nas escolas de Ensino Básico e Formação Inicial de Professores de Matemática a “*Coletânea de atividades práticas de mobilização de culturas matemáticas do agricultor na produção de farinha, do pedreiro, da costureira e da vendedora autônoma*”.

#### 4 | AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Linguagens, Práticas Culturais em Ensino de Matemática e Ciências – GEPLIMAC/UFAC, ao qual somos membros, pelas contribuições, discussões e reflexões frente ao tema abordado.

#### REFERÊNCIAS

BEZERRA, Simone Maria Chalub Bandeira. **Percorrendo usos/significados da matemática na problematização de práticas culturais na formação inicial de professores.** Tese de doutorado. UFMG, Rede Amazônia de Educação em Ciências e Matemática, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Cuiabá, 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Parte I, II, III e IV. Brasília: MEC, 2000.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática:** elo entre a tradição e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

DERRIDA, Jacques. **Margens da Filosofia.** Campinas: Papirus, 1991.

GHEDIN, Leila Márcia. **Usos/Significados da Etnomatemática Mobilizados na Formação Inicial de Professores de Matemática no Instituto Federal de Roraima – IFRR.** Tese de doutorado. UFMG, Rede Amazônia de Educação em Ciências e Matemática, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Cuiabá, 2018.

GRAYLING, Anthony Clifford. **Wittgenstein.** Tradução de Milton Camargo Mota. São Paulo: Edições Loyola, 2002. 157 p.

WITTGENSTEIN, Ludwig. **Investigações Filosóficas.** Tradução de José Carlos Bruni. São Paulo: Nova Cultural, 1999. (Coleção Os pensadores).

## GRANDEZAS E MEDIDAS: DA HISTÓRIA DA BALANÇA À CONTEXTUALIZAÇÃO CURRICULAR

Data de aceite: 13/01/2020

**João Pedro Mardegan Ribeiro**

Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC/USP), São Carlos – SP

**RESUMO:** O presente trabalho foi fundamentado com base em revisões bibliográficas em obras disponíveis em museus, bibliotecas, livros e artigos científicos disponíveis virtualmente. Este apresenta como fim uma análise teórico-metodológico acerca da importância dos aspectos das grandezas e suas unidades de medida no que diz respeito às práticas de ensino e aprendizado de matemática, e faz uma relação desta com a história da balança. Com base nos documentos curriculares oficiais brasileiros, e também em teóricos da área da matemática, foi feita uma análise crítica no que diz respeito a abordagens das Grandezas e Medidas na educação básica. Assim, as características do campo de pesquisa desenvolvido, assim como os documentos de orientação curriculares, livros didáticos e paradidáticos das escolas públicas, e os teóricos da área de educação, como Fiorentini e Lorenzato (2006), definem esta pesquisa como bibliográfica.

**PALAVRAS-CHAVE:** História da balança; educação matemática; revisão bibliográfica.

### GREATNESS AND MEASUREMENTS: FROM BALANCE HISTORY TO CURRICULAR CONTEXTUALIZATION

**ABSTRACT:** The present work was based on bibliographical reviews of works available in museums, libraries, books and virtually scientific articles. This paper presents as a theoretical and methodological analysis about the importance of the aspects of the quantities and their units of measurement in relation to the teaching and learning practices of mathematics, and makes a relation of this with the history of the balance. Based on the official Brazilian curriculum documents, as well as mathematical theorists, a critical analysis was made with regard to the approaches of the Greatness and Measures in basic education. Thus, the characteristics of the research Field developed, as well as the curricular guidance documents, textbooks and paradigmatic books of public schools, and education theorists such as Fiorentini and Lorenzato (2006), define this research as bibliographic.

**KEYWORDS:** Scale history; mathematical education; literature review.

### 1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte de um dos projetos desenvolvidos pelo grupo de Educação

Matemática do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo. O projeto de nome: Os aspectos históricos no ensino das grandezas e suas medidas na Educação Básica foi realizado por três agendes, uma professora da USP, um aluno de Iniciação científica e uma professora da rede pública responsável pelas ilustrações, e foi financiado pela Pró-Reitoria de Graduação da USP. Em linhas gerais, o projeto aborda uma investigação histórica acerca das Grandezas e suas unidades de medida, com ênfase na história da balança.

De fato, temos que a balança hoje exerce um papel substancial no dia a dia, uma vez que torna o processo comercial mais eficiente, e está presente também dentro dos laboratórios científicos a fim de fazer uma abordagem mais eficaz, e de certo, significativa dos dados experimentais. De fato, observa-se hoje que os aspectos da medição estão de maneira substancial integrados ao nosso dia a dia, mas estes também contribuíram no processo histórico de evolução da humanidade.

Considerando os aspectos gerais, pode-se afirmar que fazer uma contextualização entre a História da Ciência com o conteúdo conceitual em sua forma bruta, auxilia no processo gradual de construção do conhecimento pelos alunos, de modo que possibilita a formação de um espírito crítico e faz com que o conhecimento, teorias e práticas científicas sejam desmistificadas, ocorrendo assim, o que se denomina de desmistificação da ciência.

O presente capítulo tem como finalidade expor o resultado de uma pesquisa acerca dos aspectos históricos das grandezas e suas unidades de medida com ênfase na histórica da balança, e como uma abordagem científica e cultural destes contribui significativamente no processo de ensino e aprendizado das mais distintas áreas do conhecimento na educação básica. O campo de pesquisa desenvolvido, integrado a documentos curriculares oficiais brasileiros, seja de orientação de conteúdo e práticas, como também os livros didáticos e paradidáticos das escolas públicas, e teóricos da educação, classificam esta pesquisa como bibliográfica.

## **2 | A SUBJETIVIDADE DO ALUNO E AS PERSPECTIVAS NA EDUCAÇÃO**

Uma das tarefas mais difíceis para o professor hoje, em todas as áreas do conhecimento, é, de fato, despertar no aluno o interesse em querer aprender. Não são poucos os casos de relatos de professores em que percebemos que é dito que os alunos estão cada vez mais desinteressados em aprender, e ainda mais, criam aversão a conteúdos frente a abordagens específicas. O poder está na mão dos professores. De fato, o professor é o detentor da mais profunda filosofia da escola, é ele quem pode potencializar o aluno frente a perspectivas de conteúdos conceituais, procedimentais, e atitudinais integradas a sua disciplina.

Questões referente a perspectivas da subjetividade no processo de ensino e

aprendizado podem ser compreendidas com base nos trabalhos de três grandes teóricos, Paulo Freire, David Ausubel, e Jean Piaget. Paulo Freire busca uma diretriz que denota que o aluno deve aprender para a realidade, uma vez que de fato, a construção do saber vêm atrelado com a perspectiva de vivência do aluno, e que a apropriação do conhecimento é feita de forma gradual e construtiva. Nesta mesma linha, tem-se o modelo construtivista, muito difundido por Jean Piaget, que acrescenta que se o aluno busca o saber, a garantia de uma aprendizagem significativa aumenta, já que de fato, o conteúdo será potencialmente relevante para ele.

Já a teoria da aprendizagem significativa, conhecida por muitos estudos de David Ausubel, enfatiza que o professor, mediador no processo de ensino e aprendizado, deve levar em conta o que o aluno já sabe, e a partir deste princípio criar uma ponte entre o saber primário e o saber real das ciências, uma vez que a mudança conceitual, ou em outras palavras, o aumento de ganho conceitual deve ser realizado de maneira gradual e potencialmente revelador, para que assim o conhecimento tenha onde se encaixar na realidade do aluno. Unificando o pensamento destes três grandes teóricos da área de educação e psicologia, percebe-se que para eles os laços entre a subjetividade e a educação estão cada vez mais atrelados devido a mudanças nas características temporais e culturais da sociedade, assim, o conteúdo ensinado pelo professor deve ser de ordem significativa para o aluno, para que assim ele consiga criar uma ponte entre o saber adquirido em sala, com sua realidade de inserção.

Quando o homem compreende a sua realidade, pode levantar hipóteses sobre o desafio dessa realidade e procurar soluções. Assim, pode transformá-la e o seu trabalho pode criar um mundo próprio, seu Eu e as suas circunstâncias (FREIRE, 1979, p 30-31)

Uma vez que a velocidade de apropriação do conhecimento é diretamente dependente do sujeito da ação e que varia conforme o perfil de cada um, respeitar a subjetividade no que diz respeito aos parâmetros da Educação é um dever de quem trabalha em ambientes formativos. Os alunos apresentam perfis que os diferem dos demais, assim, um conjunto de alunos, ou seja, as turmas, também apresentam distinções, com isso a didática docente deve estar entrelaçada com o perfil dominante desta turma e as particularidades que nela tem.

Uma forma de chamar a atenção dos alunos dos mais distintos perfis subjetivos é por meio da contextualização. A contextualização no que diz respeito às ciências exatas como a física, química e a matemática é levar para a sala de aula pressupostos que diz respeito à História e Filosofia das Ciências. Abordar a história da ciência não é somente transformar a aula das ciências em uma aula de história padrão, mas sim, desmistificar a ciência, e ensinar aos alunos a sua natureza em suas mais distintas formas.

### 3 | A EDUCAÇÃO E HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DAS GRANDEZAS E MEDIDAS

A matemática, considerada uma das linguagens universais, está presente em todas as práticas das relações humanas, e foi substancial para o processo de evolução da sociedade como um todo, em outras palavras, ela interliga todos os processos da práxis humana. Uma vez considerada uma linguagem universal, é importante que o professor de matemática consiga criar momentos de potencial nos alunos, despertando nestes o interesse em participar das interações com os conteúdos inerentes a esta área para que assim, o sujeito objetivo da inferência, consiga fazer uma apropriação do conhecimento que o faça, quando inserido ativamente na sociedade, uma interação e construção da sociedade de maneira substancial.

De fato, os conteúdos que tangem a área de matemática são de extrema relevância, uma vez que explica o mundo a nossa volta, e insere nos alunos conhecimentos que possibilitam a interação com a sociedade de forma crítica e pontual. Toda a filosofia da matemática requer uma análise mais humanizada no que diz respeito a sua inserção e contribuição com o mundo das práticas e interações. Qualquer atividade exercida, seja a qualquer hora do dia, os pressupostos matemáticos, mesmo que básico, estão presente, e se faz necessário. O cidadão não é ativo e independente se não conhece a matemática.

Um dos grandes desafios que norteiam a educação matemática é, de fato, fazer uma interação da matemática com os alunos para desenvolver competências nestes, necessárias para o exercício pleno da cidadania. Uma vez que para o aluno aprender, é de suma importância que os professores potencializem nos alunos a habilidade pela leitura, a escrita e que estas interajam com o conteúdo matemático, para que assim eles consigam compreender como funciona a sociedade e criem valores que a fundamentam.

Analisando os documentos curriculares oficiais da matemática, de fato, observa-se que os conteúdos inerentes à matemática do ensino fundamental trata de ações que realizamos no dia a dia, todavia, devido a forma e estética da abordagem feita pelo professor, o conteúdo pode acabar se tornando algo muito abstrato, difícil e confuso, o que faz com que os alunos criem aversão a estes conteúdos. Com esta perspectiva em mente, tem-se que abordar aspectos inerentes à história da matemática integradas a conteúdos desta área em aulas, pode potencializar o processo de aquisição do conhecimento, e também tornar a aula de matemática algo mais interessante, já que de fato, haverá compreensão da importância de aprender tais princípios matemáticos.

Tendo em vista os parâmetros supracitados, há espaço ao que se refere à

História da matemática. Abordar esta em sala de aula fundamenta que a matemática foi, e ainda é, um dos pilares da evolução da humanidade, uma vez que sustenta cada vez mais o desenvolvimento científico e tecnológico. Visto isso, os parâmetros das grandezas e suas unidades de medida, vieram, dentro da história da matemática, como uma ferramenta que tornou a base para que padrões mais eficientes no comércio, na produção de bens de consumo, e no desenvolvimento científico fossem mais expandidos e enaltecidos frente a sua importância e significância.

O homem primitivo começou a fazer as primeiras medidas para o uso em atividades agrícolas, e ao passar do tempo, estes perceberam que estas eram fundamentais, especialmente para as atividades comerciais. Com o avanço da ciência e tecnologia, as grandezas e suas respectivas unidades de medida, mostraram-se de suma importância para análises mais concisas no que diz respeito a quantificação dos dados. Sendo assim, os conteúdos inerentes aos aspectos das Grandezas e Medidas trazem grandes contribuições, já que possuem diversas relações com as mais distintas áreas das atividades humanas.

#### **4 | UMA VISÃO DE SIGNIFICÂNCIA ACERCA DOS PARÂMETROS DAS GRANDEZAS E SUAS UNIDADES DE MEDIDA**

Kula (2012), Silva (2004) e Crease (2013) fazem uma discussão em seus trabalhos acerca da importância da medição como fator substancial para o desenvolvimento da humanidade, como também interligam aspectos da comunicação, considerando que pesos, escalas e medidas estão de maneira substancial integradas à nossa vida. Desenvolvem também a história da invenção da rede mundial de pesos, instrumentos de medição e balanças, da qual muitas atividades e transações diárias dependem nos dias de hoje.

Crosby (1999), discute que a evolução e inovação nos meios de medição deu aos europeus uma perspectiva de uma abordagem mais quantitativa da realidade e que contribuiu e deu subsídio para a exploração e conquista de novas terras. Hogben (1958), Caraça (1984), Boyer (1994), Eves (1995) e Lima e Moises (1998) também discutem sobre a importância dos aspectos matemáticos correlacionados as grandezas e medidas. De fato, atravessando os séculos, desde o nascimento da civilização, a história da matemática nos mostra que desde os povos mais antigos, os seres humanos vêm improvisando e criando meios de medição para atender as necessidades temporais. Hoje, quase todos os países do mundo adotam um Sistema Internacional de Unidades, denominado SI, que facilita a comparação entre os objetos de análise.

Tendo em vista as análises teóricas, percebe-se que a evolução dos processos de medição ocorreu tendo em vista as perspectivas regionais e locais de cada povo



devido à necessidade da contagem de certos objetos e bens comuns a sobrevivência. A construção histórica dos conceitos matemáticos nos parâmetros correlacionados as perspectivas do ensino e aprendizado, ao longo dos séculos, veio por meio das necessidades humanas estabelecidas ao longo da história, e alguns conteúdos continuam fazendo parte da grade curricular porque fazem parte da necessidade de aprendizado para uma construção gradual da sociedade. Desta forma, tem-se que a matemática contribui de maneira eficiente para a solução de problemas relevantes para o convívio social (Moura, 2001).

De fato, a matemática pode ser compreendida como uma grande manifestação cultural diversificada, uma vez que ao longo do processo de evolução histórica da sociedade, ela vem integrando valores, costumes e crenças. No que diz respeito aos aspectos das grandezas e suas unidades de medida, Pires (2000, p.32) destaca que estas apresentam grande relevância social, uma vez que estamos diariamente envolvidos em situações onde devemos mensurar o tempo, a temperatura, o comprimento, a massa e capacidade. Com isso em mente, este tema proporciona uma vasta gama de abordagens de situações com as quais podemos e conseguimos articular diversos campos da matemática.

No início de uma abordagem sobre o tema Grandezas e Medidas, o estudante logo pode associar com atividades do seu dia a dia, uma vez que a vida é uma constante medida. Seja na área de humanas, naturais e exatas, nas Artes e nas biológicas, usamos os parâmetros das Grandezas e medidas para muitas atividades. Logo, os aspectos históricos do ensino das grandezas e suas unidades de medida podem ser abordados em sala de aula para que este conteúdo tenha uma contextualização com processos humanos e também de aplicabilidade.

## **5 | UMA ANÁLISE TEÓRICO-METODOLÓGICO DOS DOCUMENTOS CURRICULARES OFICIAIS BRASILEIROS**

O desenvolvimento dos conceitos de grandezas e suas respectivas unidades de medida é indicado nos documentos curriculares oficiais brasileiros, seja nos PCNs (Brasil, 1998), como também no Currículo do Estado de São Paulo (São Paulo, 2012). No que tange a perspectivas históricas dos conceitos de grandezas e medidas e suas aplicações na Educação há falta de referenciais sobre este tema. De fato, uma boa visão histórica acerca da matemática, como das ciências em geral, mostra ao aluno que ela foi, e é construída por problemas de uma ordem prática, oriunda de necessidades temporais da sociedade. Olhar a matemática com uma visão humanística favorece a uma contribuição significativa no que se refere a perspectivas de ensino e aprendizado em matemática.

Tendo em vista os elementos supracitados, estas perspectivas entram em

parceria com o que é dito nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998), uma vez que este indica que é importante relacionar etapas da história da matemática com a evolução da humanidade, uma vez que ultrapassa a esfera social e forma um panorama global sobre o desenvolvimento e a evolução dos conceitos que serão aprendidos. No currículo do Estado de São Paulo (São Paulo, 2012), é citado que é contando histórias que os significados são construídos, já que ainda que seja possível ensinar os conteúdos conceituais tais como eles são apresentados aos alunos, é de suma importância considerar que eles se transformam, já que possuem uma história, e é por meio dos pressupostos históricos que adquirimos uma compreensão mais visível acerca dos significados dos conceitos mais fundamentais.

Referente aos aspectos das medidas, quantificações, grandezas e escolas, é citado nos PCN (Brasil, 1988) sobre a importância dos alunos aprenderem a selecionar, e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, e também representar dados, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados, usando de maneira efetiva os aspectos das grandezas e suas unidades de medida.

Já nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental da área de matemática, referente aos aspectos das grandezas e medidas, há um bloco expandido que infere sobre a importância desta para o contexto social do aluno, e como o conhecimento destes contribui para a construção da sociedade. Tendo em vista a vida em sociedade, os parâmetros que norteiam as grandezas estão substancialmente integradas a quase todas as atividades humanas, sendo assim, desempenham um papel muito importante no currículo de matemática.

Por fim, também nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1988), no que se refere às atividades desenvolvidas nesta área, é destacado a contribuição que estas podem trazer referente à compreensão de conceitos relativos ao espaço e também as formas. E assim, os aspectos das grandezas podem levantar contextos muito rico para o trabalho com os significados dos números, tal como das operações que pode ser integradas a aspectos históricos. E também há uma abordagem acerca da importância de proporcionar aos alunos experiências que permitam que estes ampliem sua compreensão sobre os aspectos de medição, percebendo que as medidas são muito importantes para descrever e comparar fenômenos que nos rodeiam.

## 6 | HISTÓRIA DA BALANÇA

As sociedades primitivas não tinham muita necessidade de pesar objetos, deste modo, se precisavam de um artigo uma da outra, elas recorriam à troca direta. Na antiguidade não havia a facilidade de pesagem que temos nos dias de hoje. Ou

seja, eles trocavam os bens conforme a comparação entre eles, sem utilizar padrões de peso bem definidos. Com base nos parâmetros descritos na literatura, tem-se que a primeira maneira que os homens antigos utilizavam para medir, e de certa maneira, quantificar os objetos, eram simples, utilizavam partes do próprio corpo como instrumento. Com isso, percebe-se que os povos comparavam a massa de dois objetos equilibrando-os um em cada mão, e para determinar o peso, utilizavam a sensação que cada objeto causava em seus braços. Esta foi a primeira forma de pesagem, denominada comparação corpórea, já que se baseava na sensação que cada objeto causava em cada indivíduo.



Figura I: O homem e a comparação de massas com o simples uso das mãos

Fonte: Elaborado por Debora Francisca de Oliveira

De certo, no momento que o homem começou a viver em aglomerados, e estes estavam crescendo, a necessidade de uma medição e pesagem mais eficiente dos objetos cresceu também. Quando esta sociedade começou a trocar os bens necessários à sua sobrevivência foi necessário uma maneira de medir massa que não ficasse restrita a sensação corpórea, devido a sua grande imprecisão e grande subjetividade, uma vez que fraudes eram muito comuns. Por volta do ano 5000 a.c,

os egípcios cientes da preciosidade e importância do ouro, perceberam que não poderia trocá-lo usando uma comparação corpórea, assim inventaram uma balança para o pesarem. Logo, ao Egito é atribuído como berço da origem da balança. Tendo estas perspectivas em mente, outros povos perceberam a importância da balança e ela se materializou (RHEINBOLDT, 1988).

A balança dos egípcios é conhecida devido aos monumentos fúnebres, especialmente nos descritos no Livro dos mortos. Segundo os egípcios no coração do homem habitava a alma, e portando toda a fonte de emoção, vitalidade, sapiência, coragem e intelecto. Ou seja, quando uma pessoa falecia, ela ia para a sala das duas verdades onde seu coração era pesado em comparação ao peso da verdade (pluma da deusa Maat). Esta balança consistia de dois braços iguais, tendo uma alavanca de madeira cujas extremidades se penduravam dois pratos por uma corda amarrada a um suporte fixo. A alavanca era suspensa no meio simplesmente por uma corda amarrada a um suporte fixo (RHEINBOLDT, 1988).

Por volta do ano 2000 a.c houve um grande avanço na estrutura da balança, e este consistia no modo de prender as cordas de suspensão dos pratos ao travessão. Perto das extremidades da alavanca era feito um furo vertical que partia da superfície em cima e percorria até a metade do diâmetro, e no lado oposto, longitudinalmente a partir da extremidade, fazendo com que os dois se encontrassem em ângulo reto. As cordas eram introduzidas por cima nessa perfuração retangular e pressas. Com isso, por consequência do peso dos pratos, as cordas conseguiam se manter sempre em contato com as extremidades da alavanca fazendo com que a desigualdade dos braços fosse facilmente corrigida. Na China e na Índia, esta balança ainda está presente (RHEINBOLDT, 1988)

Nos monumentos figurados podemos observar representações das balanças gregas, conhecidas como stathmós datados da Antiguidade. Uma das representações da balança pode ser vista em uma pintura de um corpo cirenaico datado do século VI a.c, que atualmente se encontra presente no gabinete de medalhas da biblioteca nacional de Paris. Nesta figura está presente o rei Arcesílaos II, de Cirene (reinou de 560 a 550 a.c) onde este está vigiando, a bordo de um veleiro, a pesagem do sílphion (uma planta medicinal extinta), que era a planta mais cara à época. Esta balança consistia em quatro cordas que saíam da extremidade do travessão e seguravam os pratos, a alavanca ficava suspensa em uma verga do navio, e era feita por meio de uma haste amarrada no centro da alavanca com cordas.

Na época de Ptolomeu, de 306 a 30 a.c, em Alexandria, é datado o aparecimento de uma balança de mão. Esta consistia de um anel metálico que percorria um furo transversal situado no centro da alavanca servindo de ponto de apoio de travessão, e este anel era preso em um gancho metálico. Já na era cristã foi inventada a suspensão do travessão em um garfo, onde o garfo era pendurado, ou de certa

forma, segurado pela mão, permitindo que fosse fixado no meio do travessão um ponteiro que era voltado para cima.

Por volta do ano de 200 a.c na Magna Grécia, há registro do aparecimento de uma balança de braços desiguais e ponto de apoio fixo, que possuía um peso cursor. Esta foi denominada de balança romana. A balança em questão possuía uma alavanca com um peso fixo em uma das extremidades, e na outra, havia um gancho, onde podia pendurar a carga. Já a balança dos romanos, de braços iguais, denominada de trutina, apresenta grandes representações em monumentos figurados, e pode ser observada desde exemplares encontrados em escavações, principalmente em Pompéia, que foi soterrada nas erupções do Vesúvio em 79d.c, até em relevos de Igrejas.

Em meados do século XVII, houve uma grande expansão das atividades metalúrgicas, o que fez com que as balanças se tornassem mais sensíveis a pequenas variações de massa, deste modo o sistema de peso foi regulamentado. Nos arredores do ano de 1760 começou a surgir trabalhos de química quantitativa, e esta foi fundamentada no emprego de balanças. (RHEINBOLDT, 1988, p.175).

Hoje encontramos balanças das mais distintas formas e finalidades, tais como: balança analítica, utilizada em laboratórios científicos, indústrias e cozinhas industriais; balança check-out, que é responsável pela pesagem de alimentos; a balança computadorada, que além de efetuar o peso, calcula o preço final de uma mercadoria baseada no preço; a balança contadora, responsável por pesar e fazer contagem de peças; a balança etiquetadora, que imprime etiquetas baseadas no peso dos produtos, a balança industrial, responsável pela pesagem e contagem de peças industriais e verificação de falta ou sobra de produtos; a balança pesadora, que são aquelas que apenas pesam o produto; e a balança de pessoas, responsável por pesar as pessoas de um modo geral. Essas balanças, em maioria, são constituídas de materiais eletrônicos, e não são mais manuais como nos tempos passados.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão bibliográfica indica que a primeira maneira que os homens antigos utilizaram para medir as grandezas eram simples, usavam partes do próprio corpo. De fato, nos tempos antigos, os povos comparavam a massa de dois objetos equilibrando-os um em cada mão (Museu escolar de Vouzela, s/d), a partir da sensação que cada objeto causava em seus braços. A partir do momento em que o homem passou a viver em grupos, e estes grupos cresciam, a necessidade de medir com mais eficiência também aumentava. Assim, no momento em que começaram a fazer a troca de bens necessários a sua sobrevivência, foi necessária uma maneira

de medir massa que não ficasse restrita a sensações corpóreas.

RHEINBOLDT (1988, p.153) indica que a invenção da balança é de autor desconhecido e nada se sabe acerca da época em que foi criada. Atribui como berço desse instrumento extracorpóreo o Egito pré-histórico. A partir do momento em que o ouro foi sendo considerado um metal cada vez mais valioso, por volta de 5000 a.c, surgiu à necessidade de comparar/pesar os metais preciosos com mais precisão e assim, a balança materializou-se (Museu escolar de Vouzela, s/d). Assim, ao longo do tempo, os povos foram fazendo modificações nas balanças a fim de torná-las mais eficientes para sua utilização, com o objetivo de atender as necessidades vigentes. Distintas balanças foram criadas ao longo do tempo, sendo que atualmente visualizamos apenas um dos pratos da balança, já que o outro foi substituído por vários mecanismos que não ficam expostos aos nossos olhos.

Nossa pesquisa nos indica também que, seja no ensino fundamental na área de matemática, como também no ensino médio, os documentos oficiais orientam sobre a história do conceito de Grandezas e Medidas e a importância das práticas de ensino e aprendizado destes. Entendemos que parte da história deste conceito, de certo, aquela que privilegia a relação entre o instrumento corpóreo e o extracorpóreo, seja também a balança de dois pratos, evidencia a comparação entre dois objetos e que esta comparação foi parte significativa da evolução da sociedade no que diz respeito às trocas de bens necessários a sobrevivência. Comparação esta também que foi ficando invisível aos nossos olhos com o desenvolvimento do instrumento “balança”, cada vez mais sofisticado, onde um dos braços ficou invisível.

Deste modo, tem-se que abordar aspectos históricos em sala de aula, principalmente em aulas de ciências e matemática, colabora com a compreensão das medidas na educação básica e as relações dela com o cotidiano. Uma vez que a história da matemática favorece uma construção gradual do saber no aluno, já que traz o brilhantismo das realizações das atividades humanas. Deste modo, de maneira geral, os aspectos desta ordem, traduzem uma versão mais coerente e coesa da matemática, não restringindo a mesma a abstrações, e sim, expõe que esta, apesar de ser uma ciência exata, necessita de condições temporais e também sociais.

## REFERÊNCIAS

**Apontamentos sobre as Antigas Medidas de Peso, Volume e Comprimento.** Museu Escolar de Vouzela. Coleção Museológica. O Patrimônio Escolar. Disponível em: <http://slideplayer.com.br/slide/1813337/>. Acesso em 8 de Maio de 2018.

BOYER, Carl (1974) **História da Matemática**, trad. Elza S. Gomide. São Paulo, Editora Edgard Blucher Ltda.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: Matemática**. Brasília: MECSEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1998.

CARAÇA, B. J. (1984) **Conceitos Fundamentais de Matemática**, 1ª Edição, Lisboa, Livraria Sá da Costa Editora.

CREASE, Robert P (2013) **A Medida do Mundo - A Busca Por Um Sistema Universal de Pesos e Medidas**. Trad. George Schlesinger; revisão técnica Diego Vaz Bevilaqua. 1ed. Rio de Janeiro. Zahar.

CROSBY, Alfred W. (1999) **A mensuração da realidade: a quantificação e a sociedade ocidental, 1250 - 1600**. Tradução Vera Ribeiro. São Paulo: Editora Unesp. (UNESP/Cambridge)

EVES, H. (1995) **Introdução à História da Matemática**. Trad. Editora da Unicamp.

FIORENTINI, Dario e LORENZATO, Sérgio (2006) **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados, (Coleção Formação de Professores).

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. 15 ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1979.

HOGBEN, L.(1958) **Maravilhas da Matemática**, trad. Paulo M. da Silva, Roberto Bins e Henrique C. Pfeifer, Rio de Janeiro, Editora Globo.

KULA, Witold (1980) **Las medidas y los hombres**. Traductor Witold Kuss. Madrid: Editorial Siglo XXI de España. Reimpresión, septiembre de 2012

LIMA, I. C. & MOISES, R. P. (1998) **A fração: A repartição da Terra**. São Paulo: Ciarte, 1998.

MOURA, M. O de. **A Atividade de Ensino como ação formadora**. In. CASTRO, A. D. de; CARVALHO, A. M. P. de (orgs.). **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning. P. 143-162. 2001.

PIRES, Célia Maria Carolino. **O Que Ensinar em Matemática**. São Paulo: PUC, 2000.

RHEINBOLDT, H. **HISTÓRIA DA BALANÇA e a vida de J.J Berzelius**. São Carlos: Livro, 1988. 293 p. Acesso em: Biblioteca da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

SÃO PAULO (ESTADO) Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Matemática e suas tecnologias** / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Nilson José Machado. – 1. ed. atual. – São Paulo: SE, 2012.72 p.

SILVA, Irineu (2004) **História Dos Pesos e Medidas**. São Carlos: EdUFSCar.

## A IMPORTÂNCIA DO CICLO BÁSICO DAS ENGENHARIAS NA COMPREENSÃO DOS PROCESSOS DE UM SISTEMA MARÍTIMO DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO: UM EXEMPLO DE INTERDISCIPLINARIDADE

Data de aceite: 13/01/2020

### **Hildson Rodrigues de Queiroz**

- 1) Petróleo Brasileiro S.A - PETROBRAS  
Rua General Canabarro, 500 - Maracanã  
20.271-205 – Rio de Janeiro – RJ
- 2) UNISUAM - Engenharias  
Avenida Paris, 84 - Bonsucesso  
21.041-020 – Rio de Janeiro – RJ

### **Geraldo Motta Azevedo Junior**

- 1) UNISUAM - Engenharias  
Avenida Paris, 84 - Bonsucesso  
21.041-020 – Rio de Janeiro – RJ
- 2) Universidade Santa Úrsula – Coordenação das Engenharias  
Rua Fernando Ferrari, 75 – Botafogo  
22.231-040 – Rio de Janeiro – RJ

### **Flávio Maldonado Bentes**

- 1) FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo  
Av. Presidente Antônio Carlos, 251 – Centro-  
20.020-010 – Rio de Janeiro – RJ
- 2) UNISUAM - Engenharias  
Avenida Paris, 84 - Bonsucesso  
21.041-020 – Rio de Janeiro – RJ

### **Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega**

- 1) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow  
Rua General Canabarro, 229 – Maracanã

20.271-110 – Rio de Janeiro – RJ

- 2) Universidade Santa Úrsula – Coordenação das Engenharias

Rua Fernando Ferrari, 75 – Botafogo

22.231-040 – Rio de Janeiro – RJ

### **Franco Fattorillo**

UNISUAM - Engenharias

Avenida Paris, 84 - Bonsucesso

21.041-020 – Rio de Janeiro – RJ

**RESUMO:** O ciclo básico é um período do curso muito importante para os alunos de engenharia, pois é nesta fase que toda base de conhecimentos físicos e matemáticos necessários ao perfeito entendimento das disciplinas do ciclo profissional é apresentada aos estudantes. É durante o ciclo básico também que ocorre o maior percentual de evasão nos cursos de engenharia. Torna-se então um desafio mostrar ao aluno que os conceitos extenuantes de Cálculo e Física que estão sendo apresentados, fazem parte do arcabouço necessário para o completo entendimento de disciplinas do campo profissional, conseqüentemente, importantes para a sua formação como engenheiro e ainda mantê-lo motivado. A proposta desse trabalho é, por meio da interdisciplinaridade característica da indústria do petróleo, apresentar uma contextualização dos conceitos de Física, Cálculo, Termodinâmica e Fenômenos de



Transporte, presentes nas fases de exploração e produção de um sistema marítimo de produção de petróleo, como resultado de uma estratégia de metodologia ativa de aprendizagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Petróleo. Ciclo básico das engenharias. Interdisciplinaridade. Metodologias ativas de aprendizagem. Sistema marítimo de produção de petróleo.

## THE IMPORTANCE OF THE BASIC CYCLE OF ENGINEERING TO UNDERSTANDING THE PROCESSES OF PETROLEUM PRODUCTION MARINE SYSTEMS: AN INTERDISCIPLINARITY EXAMPLE

**ABSTRACT:** The basic cycle is a period of fundamental importance for engineering students, because it is at this stage that every physical and mathematical knowledge base necessary for the perfect understanding of the subjects of the professional cycle is presented to the students. It is also during the basic cycle that the highest percentage of evasion occurs in engineering courses. It is then a challenge to show the student that the strenuous concepts of Calculus and Physics being presented are part of the framework necessary for the complete understanding of professional disciplines that are important for his training as an engineer, and still keep them motivated. The proposal of this work is, through the interdisciplinarity characteristic of the oil industry, to present a contextualization of the concepts of Physics, Calculus, Thermodynamics and Transport Phenomena, existing in the phases of exploration and production of a maritime oil production system, as a result of an active learning methodology strategy.

**KEYWORDS:** Oil; Basic cycle of engineering; Interdisciplinarity; Active learning methodologies; Maritime oil production system.

### 1 | INTRODUÇÃO

Buscar novas alternativas de abordagem dos conceitos referentes aos conteúdos das disciplinas do ciclo básico das engenharias, diferentes do método tradicional de aulas expositivas, é uma necessidade nos dias atuais. Há estratégias de metodologias ativas de aprendizagem que podem ser utilizadas para criar esse ambiente de aprendizagem ativa em sala de aula. Dentre as estratégias que podem ser aplicadas, podemos destacar o estudo de casos em áreas profissionais específicas (BONWELL; EISON; 1991). Esta estratégia é utilizada nesse trabalho e o estudo de caso abordado refere-se à área da engenharia de petróleo, mais especificamente um sistema marítimo de produção de petróleo, desde a fase de pesquisa e busca por acumulações de hidrocarbonetos até a exploração do petróleo em uma unidade estacionária de produção (UEP).

Um sistema de produção petrolífero *offshore* percorre um longo caminho desde as pesquisas e descoberta do Reservatório (fase de exploração) até a operação do sistema propriamente dita (fase de produção). São ditas *offshore* as unidades

produtoras de petróleo instaladas fora da costa, ou seja, no mar, sejam elas de superfície ou submarinas. Aproximadamente um terço da produção mundial de óleo cru é feita *offshore*. No Brasil esse número chega a mais de 80% (MORAIS, 2013).

Chama-se Reservatório a rocha porosa e permeável (interconexão dos poros) cujos hidrocarbonetos (líquido ou gás) estão presentes em seus poros. Na Figura 1 temos um corte 2D de microtomografia de uma rocha reservatório arenítica. As regiões de cor preta constituem a região porosa da rocha, onde se encontram os hidrocarbonetos. A parte sólida da rocha, na cor cinza, é chamada de matriz.

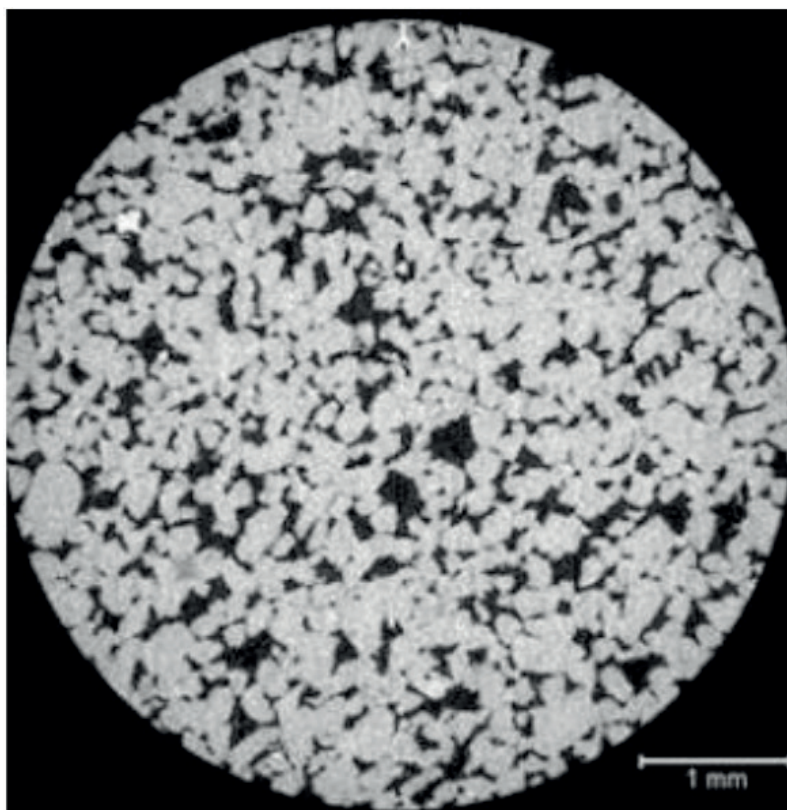


Figura 1 – Microtomografia de reservatório arenítico.

Fonte: Palombo *et al.* (2015)

A fase dos estudos e investimentos para se obter uma jazida de petróleo é chamada de Prospecção e envolve métodos geológicos e geofísicos aplicados em bacias sedimentares (THOMAS *et al.*, 2001). Após os estudos de prospecção, localizam-se, na bacia sedimentar, as regiões mais propensas a conter acumulações de petróleo, ou seja, reservatórios de óleo ou gás. Os métodos geofísicos de prospecção, de maneira geral, possuem suas bases teóricas contidas nas disciplinas de Física Básica lecionadas nos primeiros semestres dos cursos de engenharia.

Para verificar a existência do reservatório e se ele tem potencial econômico de produção, perfura-se um poço numa localização definida a partir dos estudos geológicos e geofísicos da fase de prospecção, chamado de poço exploratório. Durante a perfuração deste poço, é realizada a avaliação da formação, ou seja, análises e

testes para obtenção das características da rocha e dos fluidos presentes em seu interior. São coletados cascalhos (fragmentos da rocha), que retornam junto com o fluido de perfuração, que são avaliados por profissionais da Geologia, além da realização de testes de pressão, de formação e perfilagens para obtenção de dados como pressão estática do reservatório, porosidade, identificação de zonas de óleo e gás, entre outros.

Após a perfuração, o poço precisa ser completado. A completação é a instalação de equipamentos no poço para que ele opere em segurança. De maneira mais completa:

“Para colocar um poço de petróleo a produzir, primeiramente é necessário que sejam instalados, na cabeça e no interior do poço, equipamentos que garantam sua segurança, que permitam medições de variáveis importantes (pressão e temperatura, por exemplo), a manutenção do poço e a regulação da vazão dos fluidos produzidos. A esta primeira etapa dá-se o nome completação do poço. A completação tornará o poço pronto para a produção.” (GAUTO *et al.*, 2016, p.108).

Com o poço completado, ele é interligado à UEP, também denominada de plataforma de produção, para que o petróleo inicie seu escoamento a partir da rocha reservatório, sendo elevado através da coluna de produção (poço) e escoado pelas linhas submarinas até a plataforma, para que seja realizado seu processamento primário, ou seja, separação e tratamento do óleo, gás e água produzidos. Está formado o sistema marítimo de produção de petróleo. Nessa fase de escoamento do óleo (meio poroso, coluna de produção e linhas submarinas), são necessários conhecimentos de mecânica dos fluidos, transferência de calor e termodinâmica para que se possa obter a garantia de escoamento, ou seja, área responsável pela manutenção da produção do petróleo sem que ocorram intercorrências (formação de hidrato e parafina, por exemplo) durante seu trajeto até a UEP.

## **2 | EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DAS BASES FÍSICAS E MATEMÁTICAS EM UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO OFFSHORE**

Abaixo apresenta-se o estudo de caso, como estratégia de metodologia ativa de aprendizagem, demonstrando algumas etapas presentes nos sistemas marítimos de produção de petróleo, cujas bases teóricas estão diretamente ligadas às disciplinas básicas dos cursos de engenharia.

### **2.1 Método Geofísico de Prospecção – Sísmica de Reflexão**

O passo inicial para a descoberta de uma acumulação de petróleo se constitui numa fase de estudos e análises de bacias sedimentares chamada de prospecção. A prospecção envolve métodos geológicos e geofísicos. Com relação aos métodos

geofísicos, o mais utilizado na indústria do petróleo é o Método Sísmico de Reflexão, pois ele é o que fornece as melhores feições geológicas de subsuperfície, após a etapa de processamento dos dados de aquisição.

O processo de prospecção baseado na sísmica de reflexão pode ser dividido em etapas, a saber: aquisição, processamento e interpretação. Nesse trabalho, vamos analisar apenas a etapa de aquisição, em virtude de sua relação com a Ondulatória e Óptica Geométrica, conceitos pertencentes à Física Básica lecionada nos cursos de engenharia.

Conforme Figueiredo (2007), a aquisição dos dados é realizada por meio da geração de ondas elásticas artificiais de pequena duração, em torno de 200 ms, em determinados locais da região a ser mapeada. No caso de levantamentos marítimos, essas perturbações são geradas por meio de canhões de ar comprimido.

As ondas sísmicas geradas se propagam na água, adentram à subsuperfície e, ao atingir uma região de separação de duas rochas de características físicas diferentes, parte da onda incidente refrata através da nova rocha e parte da onda incidente reflete, sendo captada pelos hidrofones (sensores de captura da energia da onda refletida), ver Figura 2.

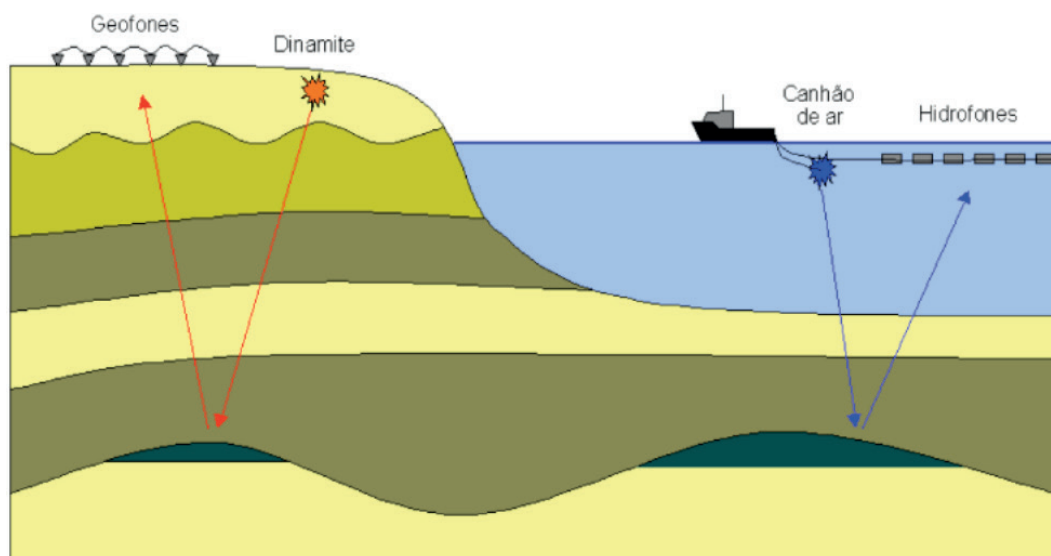


Figura 2 – Modelo representando a aquisição sísmica.

Fonte: Figueiredo (2007)

De acordo com a explicação acima sobre a etapa de aquisição, do método sísmico de reflexão, percebe-se que, apesar de seu funcionamento não requerer teorias muito complexas, para o seu perfeito entendimento, o conhecimento das propriedades das ondas mecânicas deve estar bem sedimentado, mostrando mais uma vez a importância das matérias do ciclo básico da engenharia.

## 2.2 Gerenciamento do Reservatórios

A principal tarefa da engenharia de reservatórios é o desenvolvimento e gerenciamento de campos produtores de petróleo, buscando maior produtividade, mas respeitando os limites físicos, econômicos e tecnológicos (MEZZOMO, 2000). Inerente ao gerenciamento do reservatório, encontra-se a tarefa de acompanhar a pressão em seu interior, pois ela é a responsável por expulsar os fluidos em seu interior e, conseqüentemente, pela produção de óleo e gás. Para acompanhar a pressão no interior do reservatório, dispõe-se da equação da difusividade hidráulica, dada por:

$$\frac{1}{\eta} \frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial z^2}, \quad (\text{a})$$

onde  $\eta$  é a constante de difusividade hidráulica, representada por:

$$\eta = \frac{K}{\phi \mu c_t}, \quad (\text{b})$$

onde  $K$  é a permeabilidade absoluta,  $\phi$  é a porosidade,  $\mu$  é a viscosidade e  $c_t$  é a compressibilidade total. A equação da difusividade hidráulica é uma equação diferencial parcial de segunda ordem, é obtida por meio das equações da continuidade (Princípio de Conservação da Massa), Lei de Darcy (escoamento em meio poroso) e uma equação constitutiva associada ao fluido (ROSA; CARVALHO; XAVIER; 2006). Essa equação é fundamental para elaboração do modelo de simulação computacional do escoamento monofásico de óleo no interior do reservatório. Como a obtenção de uma solução analítica para este tipo de equação não é geralmente conseguida, necessita-se de um método numérico para obter sua solução computacional (LIBARDI; ROMERO; 2014).

A partir do exposto acima, percebe-se a gama de assuntos relacionados a disciplinas básicas da engenharia presentes no contexto. Dos quais, podemos citar: equações diferenciais (Cálculo), métodos numéricos para solução de equações diferenciais (Cálculo Numérico), escoamento em meio poroso e equação da continuidade (Fenômenos de Transporte).

## 2.3 Elevação e escoamento do petróleo até a UEP

Os primeiros relatos do uso de dutos para transporte de óleo cru datam de 1859 nos Estados Unidos. Com o passar dos anos, o transporte dutoviário de óleo e gás se mostrou como sendo o meio mais eficiente, confiável e barato (GUO et al., 2005).

Os dutos flexíveis podem ser utilizados em múltiplas aplicações, incluindo produção de óleo, injeção de água, injeção de gás e injeção de substâncias químicas

em um reservatório de óleo e gás (REDDA, 2010)

O petróleo ao sair da rocha reservatório adentra à coluna de produção (poço produtor) e após chegar na cabeça do poço, escoamento através da *flow line*, que é a tubulação de escoamento dos fluidos que está assentada no leito marinho. Após cumprir esse trecho do duto de escoamento, os fluidos iniciam seu escoamento pelo trecho que descola do leito marinho e faz uma catenária até chegar à plataforma de produção. Este trecho do duto de escoamento é chamado de *riser* (Figura 3).

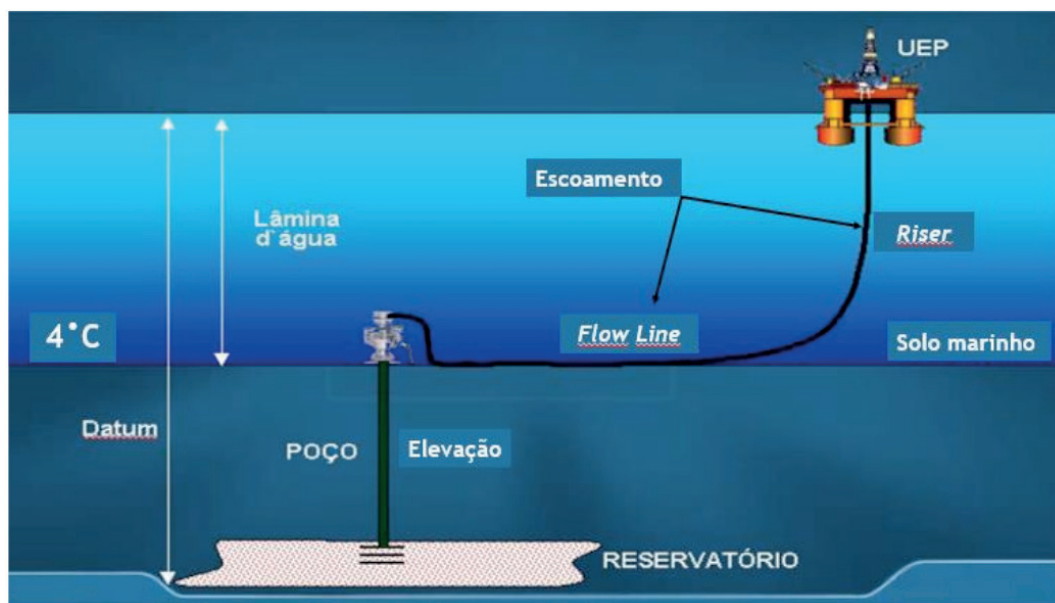


Figura 3 – Esquema de elevação e escoamento dos fluidos em sistemas marítimos de produção de petróleo.

Fonte: adaptado pelos autores (2019).

A escolha do *riser* mais adequado para o desenvolvimento da produção será baseada em critérios como condições ambientais, perfil de correntes submarinas, profundidade e *layout* do campo, excursão e movimento da unidade flutuante, número de *risers*, carga máxima do sistema de suspensão do *riser*, facilidade e custo de instalação (DOLINSKI, 2009).

Em um reservatório de óleo subsaturado (pressão do reservatório maior do que a pressão de bolha do fluido), normalmente o fluxo de saída do meio poroso para entrada no poço é bifásico óleo-água, devido a existência de aquíferos adjacentes. À medida em que o petróleo escoamento em direção à UEP, sua pressão diminui e, quando atinge o valor da pressão de bolha do óleo, o gás que se encontra dissolvido no óleo começa a se desprender, formando um fluxo trifásico (óleo, gás e água). O comportamento termodinâmico dos fluidos de reservatório é obtido através do Diagrama de Fases pressão – temperatura, conforme mostrado na Figura 4.

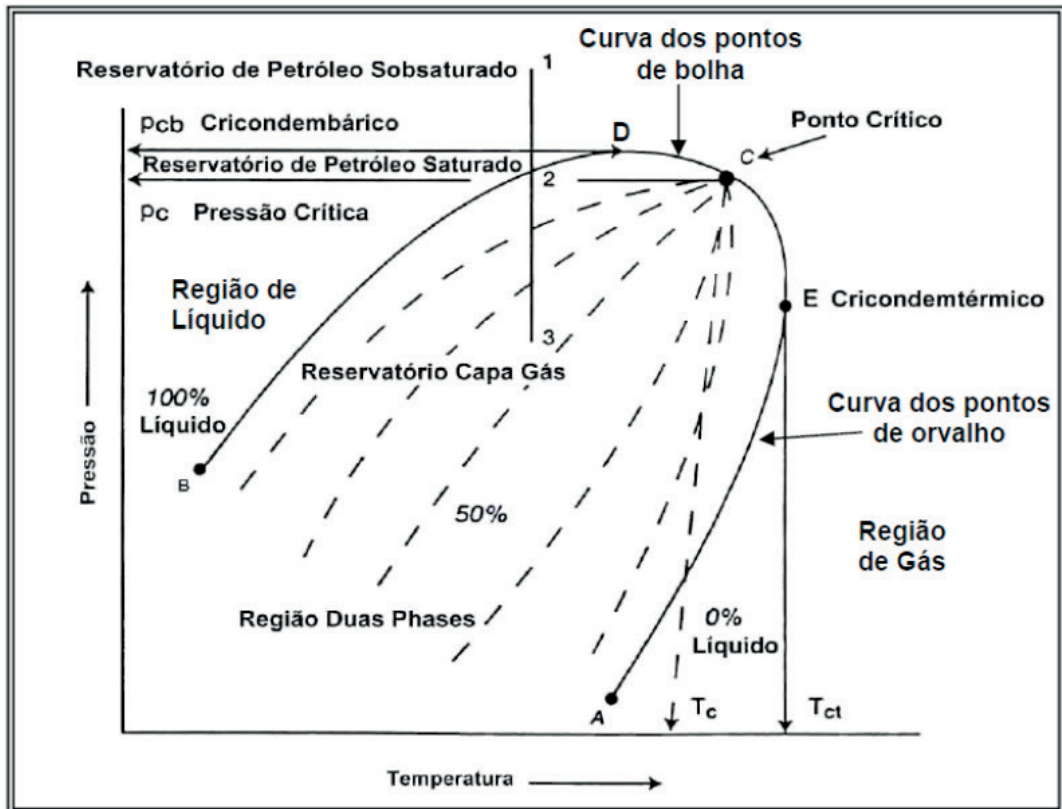


Figura 4 – Diagrama de Fases Pressão-Temperatura do fluido de reservatório.

Fonte: Guiteras (2003).

Conforme Rodrigues (2011), as atividades de previsão, prevenção, mitigação e remoção de depósitos orgânicos e inorgânicos, além de outros fenômenos que possam interromper parcial ou totalmente a capacidade de escoamento de um sistema de produção, são chamadas de garantia de escoamento. Como a temperatura da água no fundo do mar gira em torno de 4 °C e, segundo Queiroz (2007), “A formação de fases sólidas nos dutos de transporte de hidrocarbonetos é geralmente associada ao resfriamento ou a queda da temperatura do fluido a valores menores de certos valores críticos”, constata-se que os longos trechos de escoamento do petróleo no leito marinho, representa um problema de garantia de escoamento.

A fim de evitar a perda excessiva de calor do petróleo devido às transferências de calor por convecção, devido o escoamento, e condução através da parede do duto, uma vez que sua temperatura externa é da ordem de 4°C, utiliza-se a estratégia de se isolar termicamente a região externa do duto submarino, atenuando a perda de calor ao longo de sua parede. É importante destacar que esta camada isolante cumpre uma dupla função, a de isolamento, propriamente dita, bem como também de proteção à corrosão.

Como a temperatura do petróleo no interior do duto é superior à temperatura externa, o fluxo de perda de calor é orientado de dentro do duto para fora, uma vez que o fluxo de calor vai da temperatura maior para a menor ( $T_{s,1} > T_{s,2}$ ). Inicialmente

por convecção entre a corrente de fluido e a parede interna do duto e por condução ao longo da espessura da tubulação, conforme a Figura 5.

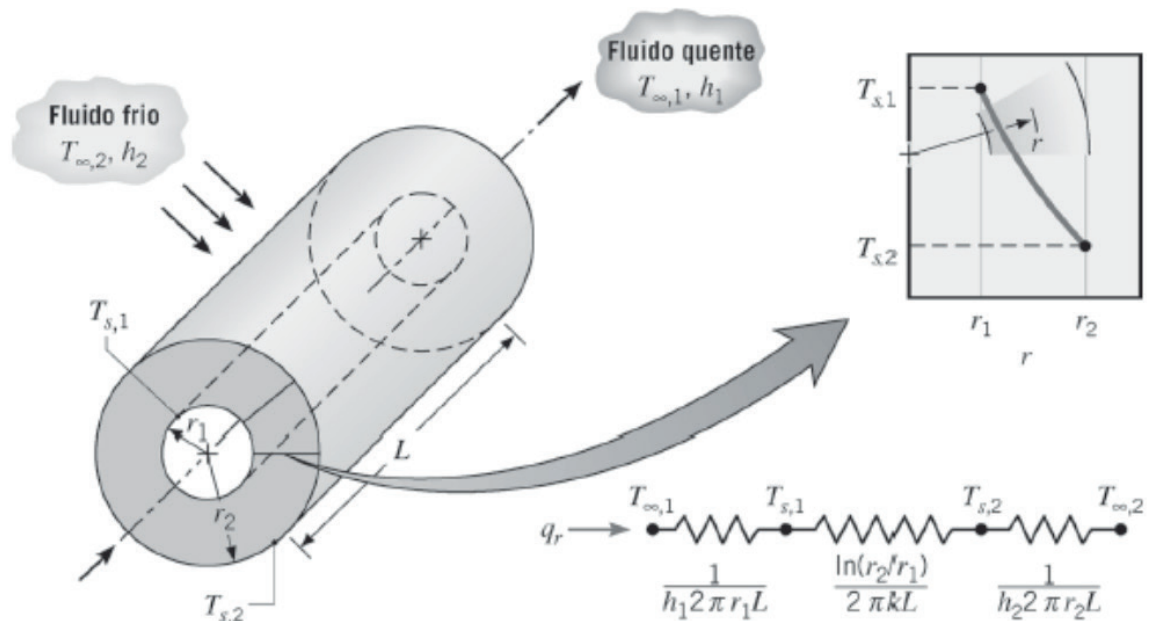


Figura 5 – Duto circular com condições convectivas na superfície

Fonte: Incropera (2017)

A taxa de transferência de calor na condução térmica é regida pela Lei de Fourier e na convecção é regida pela Lei do Resfriamento de Newton, Incropera (2017), conforme, respectivamente, as equações abaixo.

Lei de Fourier:

$$q_r = -k(2\pi rL) \frac{dT}{dr} \quad (3)$$

Sendo:

$k$  – condutividade térmica do material do tubo;

$L$  – comprimento do tubo;

$dT/dr$  – gradiente de temperatura na direção  $r$ ;

$r$  – posição ao longo da direção radial.

Lei do Resfriamento de Newton:

$$q_r = h \cdot A \cdot (T_\infty - T_s) \quad (4)$$

Sendo:

$h$  – coeficiente de transferência de calor por convecção;

$A$  – área de troca térmica;

$T_\infty$  – temperatura do fluido;

$T_s$  – temperatura da superfície externa do duto.

Sendo assim, tem-se uma modelagem matemática que leva em consideração o cálculo por resistências térmicas, que simplifica o cálculo tanto na condução, como na convecção, uma vez que a resistência térmica total é o somatório dos



valores parciais. Em decorrência do material utilizado no isolamento (com baixa condutividade térmica), busca-se reduzir a quantidade de calor para o meio externo, uma vez que este (isolante) oferecerá uma alta resistência térmica se comparado com o material metálico da tubulação que, por sua natureza, possui valores de  $k$  elevados e, conseqüente, baixa resistência térmica.

## 2.4 Processamento Primário de Petróleo na UEP

O petróleo, após deixar a rocha reservatório e escoar pela coluna e duto de produção, chega a Unidade Estacionária de Produção e será submetido ao processamento primário de produção. Na planta de processamento primário as fases são separadas e tratadas. Conforme Gauto *et al* (2016), tratar a fase óleo significa baixar o teor de água e frações leves para que seja transportado de forma segura até a refinaria; tratar a fase gás é promover a máxima remoção possível de umidade e contaminantes do gás (principalmente  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ ) para que o gás seja comprimido na UEP e exportado em gasodutos até os terminais/unidades de tratamento de gás natural. Tratar a fase água consiste em condicioná-la para descarte no mar ou reinjeção na rocha reservatório, como método de recuperação secundária.

A primeira separação de fluidos na planta de processamento primário ocorre em um vaso de pressão denominado separador de produção. Quando a planta é mais complexa, normalmente o separador de produção é trifásico, ou seja, promove a separação inicial das 3 fases. Ao longo do processo ocorrem mais separações das fases em outros equipamentos estáticos. Um dos princípios responsáveis pela separação inicial das fases é a diferença de massa específica, assunto tratado no capítulo “propriedades dos fluidos”, normalmente abordado nas disciplinas de Física Básica e Fenômenos de Transporte.

O gás por ter uma massa específica menor do que a massa específica da fase líquida, se desprende da mistura por meio de um bocal situado região superior do vaso e as fases líquidas se separam na parte inferior do vaso. Como água e óleo são imiscíveis e a água possui massa específica maior, por decantação a fase água vai para o fundo do separador, onde há um bocal para direcioná-la ao seu processo de tratamento. O óleo também possui sua saída no fundo do separador trifásico, entretanto sua saída ocorre pela câmara acúmulo de óleo, obtida por meio de uma placa vertedoura instalada no fundo do vaso e que separa essa câmara da região de acúmulo da fase líquida, conforme podemos observar na figura 6.

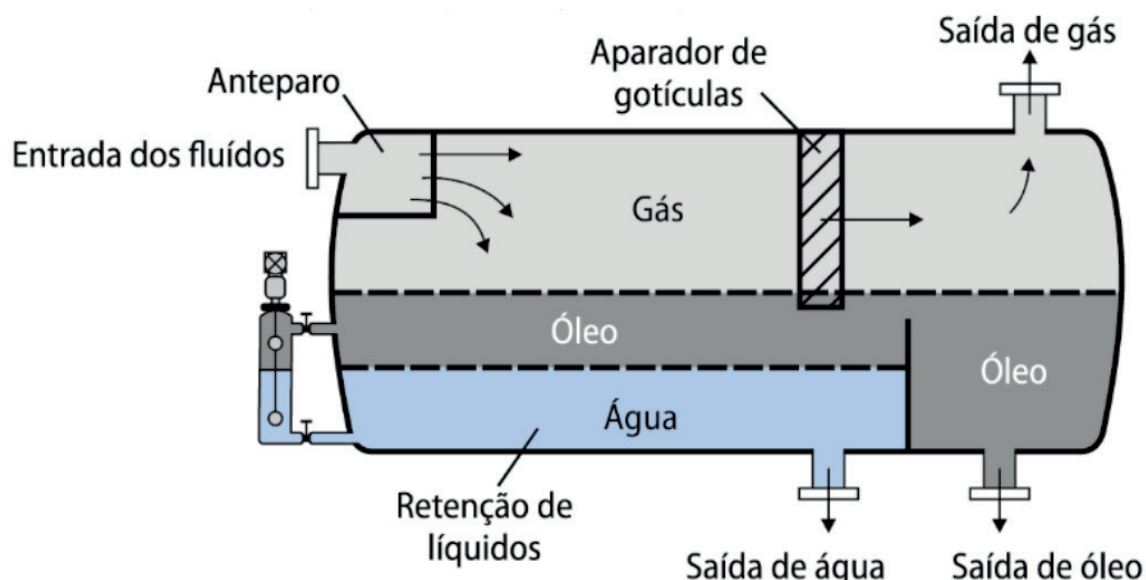


Figura 6 – Representação de Separador Trifásico

Fonte: Gauto *et al* (2016)

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou, através de um estudo de caso contextualizado da indústria do petróleo (sistema marítimo de produção de petróleo), demonstrar que os conhecimentos obtidos no ciclo básico das engenharias são tão importantes quanto os adquiridos nas disciplinas do ciclo profissional, pois se aqueles não estiverem bem sedimentados, haverá maior dificuldade para se adquirir as competências necessárias para se tornar um engenheiro. A análise desse sistema mostrou que uma base sólida dos conhecimentos básicos é de suma importância para a plena compreensão dos fenômenos envolvidos em problemas de engenharia.

Outro objetivo deste trabalho foi fornecer subsídios para atender ao que é preconizado nas novas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharias, notadamente em seu artigo 6º, incisos §6º e §7º. Dentro deste contexto, é fundamental que sejam estimuladas atividades acadêmicas de síntese de conteúdos e de integração dos conhecimentos adquiridos pelo discente ao longo de seu curso. Além disso, devem ser desenvolvidas estratégias metodológicas para a aprendizagem ativa, como forma de se promover uma educação mais centrada no aluno. Além disso, também é preconizado nas novas Diretrizes que o egresso de engenharia deve possuir a competência de adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em suas práticas.

Como facilitador para aplicação de metodologias ativas ao ensino de engenharia, podem ser utilizados Estudos de Caso associados ao sistema estudado nesse trabalho. Esses estudos devem abranger análises relacionadas às disciplinas do ciclo básico, tais como os Cálculos, as Físicas, Fenômenos de Transporte,

Termodinâmicas, entre outras.

## REFERÊNCIAS

BONWELL, C.; EISON, J. Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. **ERIC Digest**, Washington DC, Publication Identifier: ED340272, 1991.

BERGMAN, Theodore *et al.* **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC editora, 2017.**

DOLINSKI, Anderson; Projeto de Dutos Flexíveis para Aplicação Submarina. In: FREIRE, José Luiz de França; Engenharia de Dutos. Rio de Janeiro: Transpetro; ABCM, 2009. Cap 17 p.17.1-17.31

FIGUEIREDO, Aurélio Moraes. Mapeamento Automático de Horizontes e Falhas em Dados Sísmicos 3D baseado no algoritmo de Gás Neural Evolutivo. 2007. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

GAUTO, Marcelo Antunes *et al.* **Petróleo e Gás: Princípios de Exploração, Produção e Refino.** Porto Alegre: Bookman. 2016.

GUI TERAS, Oscar Hernán Jalil. Metodologia para o Desenvolvimento de Análise Global para o Desenvolvimento de um Campo de Gás Natural. 2003. 285 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

GUO, Boyun; SONG, Shanhong; CHACKO, Jacob; GHALAMBOR, Ali; Offshore Pipelines. 1 ed. Oxford: Gulf Professional Publishing, Elsevier, 2005. 281p.

LIBARDI, C.C; ROMERO, O.J.; Desenvolvimento de um simulador numérico para o estudo do escoamento de petróleo em meios porosos. **Latin American Journal of Energy Research**, São Mateus, n.1, p. 10-20, 2014.

MEZZOMO, Cristina Cledia. Otimização de Estratégias de Recuperação para Campos de Petróleo. 2001. 129 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica – Departamento de Engenharia de Petróleo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

MORAIS, José Mauro de; **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore.** 1ed. Brasília: Ipea, Petrobras, 2013. 424p.

PALOMBO, L.; ULSEN, C.; ULIANA, D.; COSTA, F.R.; YAMAMOTO, M.; KAHN, H.; Caracterização de rochas reservatório por microtomografia de raios X. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=481547288007> . Acesso em: 06 mai. 2019.

QUEIROZ, Deni Lemgruber. Influência da Convecção Natural no Resfriamento de Dutos Submarinos de Petróleo e Gás. 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

REDDA, Mahmoud; OffshoreBook – **An introduction to offshore industry.** 1ed. Danmark: Offshore Center Danmark, 2010. 117p.

RODRIGUES, Bruno Fontes. Análise de Processamento Submarino na Produção de Óleo e Gás: as Novas Perspectivas sem o Uso de Plataformas. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

ROSA, Adalberto José; CARVALHO, Renato de Souza; XAVIER, José Augusto Daniel. **Engenharia de reservatórios de petróleo.** Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2006.

THOMAS, José Eduardo *et al.* **Fundamentos da Engenharia de Petróleo.** Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2001.

## ATIVIDADES DE CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E PROCESSOS PELO ENGENHEIRO: A ETNOGRAFIA COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA

Data de aceite: 13/01/2020

Data de submissão: 21/10/2019.

### Brenda Teresa Porto de Matos

Universidade Federal de Santa Catarina, *campus* de Blumenau, Departamento de Engenharia de controle e automação

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8081081244402332>

### Marilise Luiza Martins dos Reis Sayão

Universidade Federal de Santa Catarina, *campus* de Blumenau, Departamento de Engenharia de controle e automação

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6870080805428165>

**RESUMO:** O presente artigo tem por objetivo apresentar os resultados preliminares de uma investigação de cunho sociotécnico e etnográfico, visando à compreensão do trabalho do engenheiro no seu espaço de trabalho, lançando um olhar interdisciplinar sobre os processos de concepção e desenvolvimento de processos e produtos. Trata-se de uma pesquisa de campo, na qual são investigadas questões que se remetem à *ação técnica* do engenheiro em algumas empresas têxteis e metalúrgicas da região do Vale do Itajaí. Discute-se o contexto da formação em engenharia na atualidade, que enseja adotar o método etnográfico no âmbito das empresas como uma ferramenta para entendermos a dinâmica

do espaço laboral em que o engenheiro está inserido. Por meio desse recurso, associado a entrevistas, busca-se apreender as práticas observadas, no que tange a objetos técnicos e não técnicos, para se utilizar tal conhecimento no ensino de engenharia, considerando a tecnologia e as inovações tecnológicas como resultantes de toda uma rede de relações. Esse *método* pode ser uma importante estratégia para a formação de engenheiros ao permitir aos estudantes a oportunidade de descobrirem, no ambiente industrial, a real complexidade das tarefas que envolvem sua profissão e os mecanismos sociotécnicos que nele operam. Os resultados preliminares indicam que a ação técnica, empreendida pelos engenheiros-alvo desta investigação, desenvolve-se dentro de uma rede de relações entre objetos, cujos porta-vozes são pessoas ou grupos sociais. Nessa medida, suas práticas demandam habilidades e competências de liderança, relacionamento interpessoal, trabalho em equipes multidisciplinares, comunicação, dentre outras, e o conhecimento delas pode lastrear discussões em sala de aula e ampliar o horizonte dos estudantes de engenharia acerca da complexidade do seu trabalho profissional. As tecnologias, sob a forma de máquinas, instrumentos, protocolos ou processos de trabalho, têm uma função social, que decorre dessas tessituras de relações entre objetos,

indivíduos e sociedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Engenharia. Etnografia. Sociotécnica. Estratégias de formação.

**ABSTRACT:** This article aims to present the preliminary results of a socio-technical and ethnographic investigation, in order to understand the work of the engineer in his workspace, taking an interdisciplinary look at the design processes as well as the product and process development. This is a field research, which investigates issues related to the technical action of the engineer in some textile and metallurgical companies in the Itajaí Valley region. Nowadays, the context of engineering education is discussed, instigating the adoption of the ethnographic method within companies as a tool to understand the dynamics of the work-space in which the engineer is inserted. Through this resource, coupled with interviews, we seek to acquire the observed practices, regarding technical and non-technical objects, to use this knowledge in engineering education, considering technology and technological innovations as the result of a whole network of relationships. This method can be an important strategy for training engineers in the industrial environment, by allowing students the opportunity to discover the real complexity of the tasks involved in their profession and the socio-technical mechanisms that operate within it. Preliminary results indicate that the technical action undertaken by the target engineers of this investigation develops within a network of relationships between objects whose spokespersons are people or social groups. As such, their practices demand leadership skills and competencies, interpersonal relationships, multidisciplinary teamwork, communication, etc. Their knowledge can support classroom discussions and broaden engineering students' perspectives about the complexity of their professional work. Technologies, in the form of machines, instruments, protocols or work processes, have a social function, which derives from these sets of relationships among objects, individuals and society.

**KEYWORDS:** Engineering. Ethnography. Sociotechnical. Formation strategies.

## 1 | INTRODUÇÃO

No momento atual de nosso país, o engenheiro é um dos profissionais que, talvez, mais careça de disciplinar a imaginação a fim de desempenhar o seu papel de agente ativo de mudanças sociais e de desenvolvimento, no sentido amplo do termo (econômico, social, político, ambiental, etc.). É com base nessa afirmação que o presente artigo se configurou, tendo como objetivo apresentar alguns resultados preliminares de uma investigação de cunho sociotécnico ainda em desenvolvimento, voltada à compreensão do trabalho do engenheiro no seu espaço de trabalho. Trata-se de uma pesquisa de campo, de caráter etnográfico, na qual investigamos questões que remetem à atuação do engenheiro em quatro empresas da cidade de Blumenau e região do Vale do Itajaí, três têxteis e uma de usinagem e fundição, lançando um olhar sociotécnico sobre o trabalho desse profissional, quando na concepção

e desenvolvimento de processos e/ou produtos. Por meio de estudos de caso e entrevistas, estamos acompanhando a atividade de engenheiros em seu ambiente de trabalho e envolvendo a intervenção em campo de três bolsistas de Iniciação Científica e duas estagiários, todos estudantes das engenharias da Universidade Federal de Santa Catarina, *campus* de Blumenau, orientados pelas professoras do projeto, que são da área de Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia.

No âmbito da investigação ainda em curso, pretende-se, neste artigo, discutir o contexto da formação em engenharia na atualidade, que ensejou adotar o método etnográfico no âmbito das empresas como uma ferramenta para entendermos a dinâmica do espaço laboral em que o engenheiro está inserido. Sua utilização já se consolidou em estudos acerca da natureza da construção do conhecimento científico, perpetrados por pesquisadores como Bruno Latour e Michel Callon, entre outros, mas é novidade para o estudo das organizações empresariais e industriais, no que tange à engenharia.

Nesse sentido, três questões são aqui contempladas: a) apresentar os desafios atuais colocados à formação em Engenharia, principalmente naquilo que remete à formação na perspectiva sociotécnica e à esperada pelas empresas; b) refletir sobre as especificidades de uma etnografia em contextos em que trabalho, inovação, conhecimento, ciência e tecnologia interagem rotineiramente; c) identificar contribuições que o método pode trazer para a formação em Engenharia.

## **2 | OS DESAFIOS DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA NA PERSPECTIVA SOCIOTÉCNICA E DAS EMPRESAS**

As antigas diretrizes de 2002 (BRASIL, 2002) evidenciaram que o engenheiro a ser formado deveria ter uma atitude cooperativa, dialógica e interacionista, dotado de conhecimentos técnico-científicos e sociotécnicos que o capacitassem a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando os aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, e com uma visão de mundo que ressaltasse o valor social da atividade, a sustentabilidade socioambiental e a qualidade de vida. Já as novas diretrizes, instituídas em 24 de abril de 2019 (BRASIL, 2019), como resultado da revisão proposta pela Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE), além de manterem diversos pressupostos do documento anterior, indicam a importância da aproximação dos alunos com a prática e com o mercado de trabalho, ou seja, a busca por uma formação específica, alinhada com as necessidades do mercado e da sociedade, que garanta a empregabilidade dos egressos ou seu êxito enquanto empreendedores.

Os Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia (ECTS) ou a relação Ciência,

Tecnologia e Sociedade (CTS), que vieram se desenvolvendo particularmente a partir dos anos 1980, constituem hoje um campo de trabalho crítico em relação à imagem redentora, essencialista e linear da ciência e da tecnologia. A prioridade desses estudos é analisar os processos de produção, inovação e difusão dos conhecimentos científicos e dos objetos técnicos, tratando a ciência e a tecnologia de forma integrada com os aspectos histórico-sociais, políticos e econômicos, ou seja, como conjuntos sociotécnicos. Nesse sentido, os ECTS passaram a considerar, na atuação dos engenheiros, as demandas sociotecnológicas, tendo em vista que a tecnologia é uma dimensão fundamental para a compreensão das dinâmicas de inclusão e exclusão social, no âmbito das especificidades socioculturais e políticas locais e regionais.

Além dos desafios postos pelas políticas educacionais do país para os cursos de graduação em engenharia e pelos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia, estamos também diante de desafios que nascem das novas estruturas sociais contemporâneas, em particular, do avanço científico e tecnológico, que modifica as complexas relações sociais, tornando-as, ao mesmo tempo, mais intensas e mais efêmeras. O conhecimento científico vem sendo gerado muito rapidamente e, ao mesmo tempo, crescem e se diversificam os meios de distribuição dessas informações. Na esfera econômica, a competição ultrapassa fronteiras nacionais e deixa a economia do país muito vulnerável às mudanças econômicas internacionais. Levando-se em conta as transformações sociais e políticas que têm provocado na sociedade brasileira o interesse expresso de reduzir injustiças sociais e orientar ações no sentido de ampliar a inclusão social, a formação de engenheiros requerida, diferentemente do que poderíamos designar como uma visão tradicional de formação, implica incluir aspectos até agora pouco explorados. Não se discutia, neste contexto, qual engenheiro seria preciso formar e para quê.

De acordo com Linsingen (2015), tais mudanças têm afetado profundamente o homem, o meio ambiente e as instituições sociais e alterado hábitos, valores e tradições que pareciam imutáveis. No que tange especificamente à engenharia, estão mais elevadas as qualificações exigidas para a ocupação de postos de trabalho, pressionando as instituições de ensino a atenderem a essas demandas. De fato, há de se considerar que a formação de engenheiros está historicamente vinculada ao modelo linear de desenvolvimento, para o qual mais investimento em ciência produziria mais desenvolvimento tecnológico, que, por consequência, alavancaria o crescimento econômico e produziria mais desenvolvimento social.

No que se refere às empresas, algumas habilidades têm sido bastante requeridas dos engenheiros em formação, não sendo suficiente apenas um engenheiro que tenha feito uma excelente graduação, com amplo conhecimento teórico. Tal aspecto é importante, mas atualmente já não basta. O estudante deve buscar outras experiências

que possam enriquecer seu currículo, entre elas atividades como estágio ou trabalho voluntário. A limitação dos estudantes apenas ao mundo universitário tem sido uma barreira dificultadora de investimento em potencialidades. As organizações querem funcionários praticamente prontos, que não exigem altos gastos com treinamento e adaptação às rotinas de trabalho.

Entre as habilidades requeridas estão: ter uma boa comunicação; foco no aprendizado, ou seja, estar aberto a se capacitar e acompanhar as tendências do mercado; dominar idiomas, minimamente o inglês; saber trabalhar em equipe, pois o profissional terá envolvimento com várias pessoas de diferentes experiências e personalidades, o que pressuporá agir com maturidade e bom senso; priorizar o planejamento, evitando ao máximo os desperdícios, ou seja, saber planejar de maneira estratégica; trabalhar com eficiência e adotar as melhores práticas, como medidas valiosas para se alcançar o reconhecimento em uma corporação, aliadas à capacidade de inovar. Todas essas características atualmente requeridas são encampadas na perspectiva sociotécnica, tendo em vista que o que se apresenta em termos de formação é que o engenheiro é muito mais do que um mero detentor e desenvolvedor de tecnociência.

Como atender a esse perfil? Disciplinas de cunho sociotécnico, assim como voltadas à inovação e ao empreendedorismo, foram e estão sendo incorporadas aos currículos dos cursos, por meio de atividades de cunho extensionista, práticas curriculares voltadas para o desenvolvimento regional e a interação, mas precisamos de mais pesquisa sobre os novos conteúdos e processos de ensino-aprendizagem, tendo em vista que esse novo perfil de engenheiro é um desafio.

Nessa direção e para refletirmos quanto à possibilidade do alcance desses objetivos, a obra organizada por Dominique Vinck (2013), *Engenheiros no cotidiano: etnografia da atividade de projeto e de inovação*, apresenta a concepção de que o engenheiro não é apenas um profissional que atua baseando-se estritamente em técnicas ou métodos de base científica, e isso é uma questão importante quando problematizamos a formação em engenharia. A tecnologia que resulta do seu trabalho, assentada na matemática, é reinserida no contexto social no qual ele atua. E ela não se afigura apenas como um penduricalho desse contexto: a tecnologia produzida pelos engenheiros é parte da sociedade e, em parte, a condiciona. Nossa sociedade atual é uma sociedade técnica. No mundo real, o engenheiro é um ator importante, mas participa de uma rede maior, feita de uma diversidade de atores, que extrapola o escritório de engenharia e avança sociedade adentro (VINCK, 2013).

E aqui, digamos mais, o próprio universo que corresponde à empresa em que atua o engenheiro é imerso em uma rede também complexa de relações entre elementos humanos e não-humanos. Desse modo, representar de forma mais ampliada o trabalho do engenheiro possibilita uma nova compreensão do ambiente



onde a engenharia se desenvolve (indústrias, escolas, entidades de ciência e tecnologia, governos) e, a partir dela, o entendimento dos rumos do desenvolvimento tecnológico, das mudanças na indústria e o funcionamento dos chamados sistemas sociotécnicos e de como se desenvolvem por meio de inovações.

Para aprofundar o conhecimento sobre essa problemática desafiante, consideramos que é necessário investigar a atuação do engenheiro no seu campo tradicional de trabalho, a empresa, para lançarmos um olhar sociotécnico sobre esse campo, o que significa buscar compreender como se articulam, *in loco*, as práticas e princípios relativos à sua atividade técnica com os aspectos “não-técnicos” (humanos, organizacionais, éticos, políticos e sociais). Ao interagirmos com a realidade do universo empresarial e com as regras internas que regem o trabalho do engenheiro por meio de processos de ensino-aprendizagem e da pesquisa, fortalecemos as relações entre universidade e empresas, assim como se pode redefinir, repensar nossas práticas de ensino, qualificando a formação de nossos estudantes. Nesse caso, a etnografia aplicada à engenharia pode se configurar como uma interessante estratégia de formação, quando coloca o aluno frente a frente com a prática, nas suas diversas complexidades.

### 3 | ETNOGRAFIA E ENGENHARIA

Ao investigarmos a construção de fatos científicos e artefatos tecnológicos, podemos seguir por vários caminhos diferentes. Um deles, hegemônico, traçado e patrocinado pelos modernos, leva-nos a verificar a construção de fatos e artefatos como sendo um empreendimento marcado por dicotomias - tais como verdade-falsidade, racionalidade-irracionalidade, sucesso-fracasso entre outras - que buscam categorizar seus produtos, serviços e/ou resultados como exclusivamente pertencendo a um lado ou outro dessas dicotomias, sendo tais lados comumente considerados polos opostos e incomensuráveis. Um caminho alternativo propõe reunir aquilo que o pensamento moderno separou: natureza e sociedade. É o caminho que busca investigar a construção de fatos e artefatos como um tecido inteiriço, onde não é possível separar o “técnico” do “social” e, por conseguinte, não atribui a um deles maior importância ou sobredeterminação com relação ao outro (LATOURET; WOLFGAR, 1997).

Para se pensar na indissociabilidade entre o “técnico” e o “social”, segundo Cukierman (2011, p. 212), “é preciso pensar em mudar o ângulo de aproximação do problema, percebê-lo por um novo enquadramento [...] um enquadramento em que o ‘técnico’ e o ‘social/cultural’ constituem um movimento de co-modificação”. Ao calibrarmos tal ângulo de aproximação de forma a obtermos maior riqueza de

detalhes, possivelmente perceberemos o quanto os elementos constitutivos do tecido estão justapostos, levando-nos a enxergá-lo como um tecido inteiriço, sem costuras, porém sem desconsiderar as nuances que lhes são próprias, conferindo-lhes singularidade. Somente será possível enxergá-lo dessa forma se lançarmos um olhar sociotécnico sobre o mesmo. Ao acompanharmos a construção de um artefato tecnológico sob uma abordagem sociotécnica, devemos analisá-lo como uma rede sociotécnica - como híbrido - não sendo mais possível categorizá-lo como algo puramente técnico ou puramente social. Para tal tarefa, a etnografia vem à tona como uma importante metodologia de abordagem da rede.

Para os Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia (ESCT), o uso da etnografia significou uma virada importante nesse campo, marcando o rompimento de um grupo de autores com as abordagens estruturalistas ligadas a Robert Merton (1973) e sua sociologia da ciência. Esse grupo encampou um programa de estudos da ciência que levou em conta a produção do conhecimento no seu núcleo mais “duro”, o interior do laboratório (KNORR-CETINA, 1990; LATOUR; WOOLGAR, 1997; SISMONDO, 2004). Essa virada marcou também o crescimento dos ESCT nas últimas décadas como um campo disciplinar institucionalizado, reorganizando seu foco em torno de estudos de caso e sugerindo o paradigma socioconstrucionista como sua principal fronteira de expansão.

Parte importante desse movimento foi a incorporação da etnografia no estudo das práticas científicas a partir de fins dos anos de 1970. Segundo Karin Knorr-Cetina (1983), ela mesma pioneira nessa apropriação, a abordagem etnográfica de práticas científicas colaborou para abrir a “caixa preta” do método científico. Ela cita, dentre as inovações trazidas por estudos etnográficos da ciência, a abordagem construtivista do conhecimento científico e uma reiteração do caráter contextual da prática científica. Enquanto a primeira tem sido relevante nos debates acerca da ciência experimental como prática de construção de verdades e de conhecimento, a segunda traz para o estudo social das ciências aquilo que a circunda: o tempo-espaço no qual se inscreve. A passagem de uma análise minuciosa da produção do conhecimento tal qual ocorre na sua prática, consagrada por autores como Bruno Latour, Michael Lynch, Steve Woolgar e Karin Knorr-Cetina, para o contexto social na qual se insere inaugurou a ponte entre o interior do laboratório e seu entorno, uma orientação cada vez mais relevante nos ESCT, justamente na sua interseção com a etnografia.

O estudo etnográfico do laboratório, em nosso caso dos engenheiros no seu campo de trabalho, qual seja a indústria, tornou-se uma ocasião para investigar a atividade científica e tecnológica como uma prática social especialmente pertinente ao propósito de gerar informações sobre os processos sociais de raciocínio e argumentação em geral. A observação dos aspectos particulares da “vida de

laboratório” pode oferecer sua contribuição teórica mais efetiva: a de que a tecnologia não se distingue de outras práticas sociais, como postula a epistemologia, em função de uma superioridade derivada da racionalidade intrínseca a tal atividade. O engenheiro, como qualquer outro ator social, é alguém que se utiliza de estratégias persuasivas que visam garantir a aceitação dos enunciados por ele produzidos. Por isso que também nas empresas tem sido mais comum, segundo Veloso, Lucas e Rocha (2015), o desenvolvimento de estudos etnográficos, a exemplo do estudo realizado nos escritórios da Apple.

Como o caráter simultaneamente descontínuo e complexo dos contextos de trabalho tende a se acentuar nas empresas, dada a sua natureza crescentemente global e fragmentada, entendemos a etnografia como um método importante na formação dos engenheiros, tendo em vista que, na atualidade, a produção de conhecimento é algo que se dá entre setores, áreas de conhecimento, organizações e redes (HOHOLM, 2011). Entender o que é atuar como engenheiro hoje implica que os estudantes, junto com os engenheiros em ação, estranhem um terreno “familiar”, com vistas à “tradução” das interseções aí produzidas, bem como da linguagem e das práticas do contexto social do qual emergem as atividades de concepção e desenvolvimento de processos.

Nesse sentido, a etnografia aplicada ao entendimento da atividade da engenharia nas empresas pressupõe que os atores sejam seguidos pelos pesquisadores, movimento pelo qual se busca perceber como as ideias, o conhecimento e o significado são gradualmente transmutados em atividades de concepção e desenvolvimento de produtos. Cabe ao estudante, engenheiro em formação, no acompanhamento daquele que é o profissional em questão, ter a capacidade para seguir esses atores, identificando as suas intenções, estratégias e compromissos e a forma como eles inscrevem significado nos seus materiais e nas suas atividades (HOHOLM, 2011), nos seus gestos, nas suas interações. Como os processos são transmitidos e construídos na prática é a leitura que o estudante-etnógrafo precisa fazer.

#### **4 | A ETNOGRAFIA DA ENGENHARIA POSTA EM AÇÃO**

O trabalho etnográfico que os estudantes estão realizando assenta-se na observação presencial de engenheiros em quatro empresas da região do Vale do Itajaí, com um olhar sobre os elementos humanos e não-humanos com que atuam e/ou interagem. Entendemos que é pelo trabalho no campo da atuação que poderemos chegar às subjetividades e às dimensões mais relevantes dos objetos de estudo. A realização de uma etnografia centrada na produção de conhecimento passa por investigar as estratégias de associação e dissociação que ligam “os instrumentos (computadores, sistemas operacionais, linguagens de programação), os colegas

(analistas de sistema, programadores, engenheiros), os aliados (Estado, revistas especializadas) e o público (usuários, consumidores)” (SPIESS; MATTEDI, 2010), tentando ao mesmo tempo não perder de vista a “heterogeneidade interna das organizações e contextos de trabalho, as tensões e os espaços de poder, negociação e autonomia que aí se intersectam” (DURÃO; MARQUES, 2001 *apud* VELOSO; LUCAS; ROCHA, 2015).

Com vistas a atender a esses objetivos, os estudantes, antes de adentrarem o campo, foram familiarizados com os conteúdos relativos à perspectiva sociotécnica, qual seja, ao campo dos Estudos sociais da ciência e da tecnologia, devendo, para tanto, terem cursado a disciplina “Ciência, Tecnologia e Sociedade”. Por conseguinte, para empreender a etnografia, foram familiarizados com o projeto de pesquisa, assim como com o método de investigação. No caso específico da inserção na indústria para acompanhar o engenheiro, os estudantes estão seguindo estes princípios:

a) **Preparação:** Uma preparação adequada do processo de identificação de requisitos é fundamental para o seu sucesso. Assim sendo, primeiramente buscaram, por meio de entrevista e visitas técnicas às empresas, colher dados sobre a sua política organizacional e a sua cultura de trabalho. Também se familiarizaram com sua história para, posteriormente, estabelecerem os objetivos iniciais, elaborar questões e obterem acesso e permissão para realizarem entrevistas e observações com os engenheiros e os profissionais com os quais eles se relacionam no cotidiano de seu trabalho.

Foram pesquisadas e descritas a história das quatro empresas que seriam o campo de investigação dos estudantes, buscados os contatos e agendadas datas para as inserções em campo. Três das empresas são da área têxtil, uma do município de Indaial/SC, outra de Rio dos Cedros e a terceira, de Pomerode. A quarta empresa, da área de fundição e usinagem, fica no município de Blumenau. Dois bolsistas estão responsáveis pelo desenvolvimento da pesquisa na empresa de Indaial, um bolsista na empresa de Rio dos Cedros, uma estagiária na empresa de Blumenau e a outra na de Pomerode.

b) **Estudo:** Esta é a principal fase do processo de coleta, onde se realiza o contato direto com os atores que são o objeto do estudo. Para tanto, os estudantes foram orientados a estabelecerem empatias, para, então, realizarem as observações e as entrevistas, a recolherem dados objetivos e subjetivos de modo quantitativo e qualitativo e a seguirem todas as pistas que surgissem durante as visitas, registrando-as. Esta etapa, que ainda está em consolidação, pois pressupõe negociações constantes com as empresas pesquisadas, iniciou com a aplicação de entrevistas semiestruturadas com os engenheiros e visitas técnicas aos espaços de produção das empresas, exigindo que os estudantes, posteriormente, lançassem mão de técnicas voltadas à elaboração de um diário de campo abrangente, para a coleta

dos dados.

Cabe, portanto, a eles, e, de modo particular, às duas estagiárias, proceder à anotação de todo tipo de impressões e sentidos, assim como descrições detalhadas dos ambientes, das pessoas com que entram em contato e das que são observadas, das rotinas, da diversidade de espaços de trabalho e da compreensão da sua relação com a organização do trabalho, do conteúdo e das formas de interação, no sentido, não apenas da integração no terreno, mas também de potencializar o uso e a análise dos espaços físico e social para a compreensão dos processos de concepção e desenvolvimento de processos.

Como se vê, tal etapa corresponde à realização das etnografias propriamente ditas. Os primeiros passos da sua realização construíram-se a partir do uso de diferentes ferramentas e práticas de investigação, cujos materiais ainda estão sendo gerados, pois as interações nas empresas em que estamos pesquisando ainda não encerraram e envolvem diversos atores, que têm por centralidade o engenheiro, mas na sua relação com outros profissionais, como gerentes de marketing ou produção, funcionários ou clientes, governos e instituições financeiras, assim como com os atores não-humanos. Esse trabalho de campo começou em novembro do ano de 2018 e seguirá até o final do ano de 2019.

Na sequência da coleta de dados, buscaremos observar e registrar as rotinas diárias, reuniões de trabalho, eventos promovidos pelas empresas e laboratórios, no que tange às atividades de concepção e desenvolvimento de processos, com vistas a entendermos mais aprofundadamente a complexidade sociotécnica do trabalho dos engenheiros nas empresas. Também serão recolhidas informações sobre as atividades, sobre os membros implicados e projetos das empresas, matérias veiculadas na imprensa, informação organizacional, eventos públicos, informação sobre estratégias de inovação e desenvolvimento, entre outras questões pertinentes ao projeto.

Para o desenvolvimento dessas etnografias estamos levando em conta o contexto em que se inserem. Como estamos penetrando no território das empresas, sabemos das recomendações e cuidados que devemos ter. Para tanto, nossa entrada tem se dado obedecendo a procedimentos formais de encaminhamento de ofício com as solicitações devidas, anexando o projeto de pesquisa. A pesquisa só iniciou com o consentimento prévio das empresas, formalizadas em cartas de aceite, assim como as entrevistas, em acordos de confidencialidade. As etnografias, por sua vez, seguem essa mesma rotina e, por isso, não temos identificados os nomes das empresas. Para a observação do trabalho dos engenheiros nessas empresas, estão sendo consideradas as proposições de Caria (1999), de que a entrada do etnógrafo na unidade de pesquisa deve obedecer a um processo formal e institucional: um horário de trabalho, autorização de entrada e circulação no terreno etnográfico,

restrito à atividade profissional dos funcionários da empresa.

c) **Análise:** Ainda está em fase inicial, mas os estudantes, devidamente orientados, deverão extrair conclusões das observações e, dessa forma, compilar todos os dados recolhidos numa base de dados. Para esta etapa, os Diários de Campo terão papel fundamental, pois constituirão a fonte principal de dados, uma vez que procuram refletir o cotidiano das empresas. Em paralelo, as entrevistas servirão de complementação dos dados colhidos, considerando que constituirão um precioso acervo das etnografias empreendidas pelos estudantes.

d) Na última fase, a da **Especificação**, a partir da compilação da informação recolhida e arquivada, os estudantes, devidamente subsidiados pelas orientadoras, deverão filtrar e interpretar esses dados, para codificá-los e, posteriormente, interpretá-los, registrando na forma de relatórios e de artigos científicos, assim como em comunicações públicas em congressos da área, apresentando as conclusões do estudo realizado.

## 5 | ALGUNS RESULTADOS PRELIMINARES

Um olhar preliminar sobre os dados coletados até aqui junto a um engenheiro e uma engenheira têxteis de uma empresa fabricante de malhas esportivas aponta a relevância do trabalho em equipe, de decisões compartilhadas e participativas, da bagagem advinda da experiência obtida em estágios profissionais durante a graduação, de assumir os desafios de um constante processo de aprendizagem e atualização.

Ambos os profissionais possuem em torno de doze anos de experiência, um atua na área de desenvolvimento de produtos, a outra na área de gestão da qualidade. A empresa, no relato dos interlocutores pesquisados, adota protocolos para as instruções de trabalho e realiza planejamentos estratégicos, com monitoramento de indicadores e direcionamento para resultados, mas resguardando uma visão humanística em relação aos funcionários. O processo decisório ocorre numa cadeia de comando mais horizontal, de forma compartilhada, onde as opiniões discordantes também têm voz. A comunicação ocorre por e-mails, murais, reuniões periódicas e aplicativos de mensagens, e existe um grupo de inovação e melhoria, que aglutina profissionais de vários departamentos e exerce um papel estratégico no intuito de potencializar e inovar processos e produtos.

Indagados sobre a relevância dos conhecimentos apreendidos na universidade, os engenheiros alegaram que o conhecimento mais geral técnico, como os conhecimentos em física, matemática, química, etc., alargou a capacidade de raciocínio lógico, de racionalização e o desenvolvimento pessoal. Contudo, os conhecimentos técnicos têxteis mais específicos (fiação, tecelagem, beneficiamento,

confeção, dentre outros) são os mais usados no cotidiano do engenheiro. As áreas de gestão da qualidade e gestão de pessoas e de equipes de trabalho foram deficientes na universidade ou nem foram ministradas; a experiência profissional e cursos de qualificação posteriores é que vêm agregando bagagem a esses campos.

Acompanhar uma parte da rotina diária de um de nossos engenheiros informantes dentro da empresa tornou-nos possível descobrir mais detidamente a complexidade de sua ação técnica e das cadeias de associações que a embasam, desde o fornecedor de fios até o cliente final ouro ou diamante ou de menor porte, passando pelos trabalhadores do chão de fábrica, tecelões, técnicos de produção, técnicos administrativos, técnicos de laboratório, engenheiros de várias modalidades, administradores, analistas de diversas áreas, supervisores, inspetores da qualidade, diretores, a máquina de puxamento de fios, a máquina de estamparia digital e a máquina rama (mais recentemente adquiridas), a máquina de secagem, o código de ética da empresa, os fios de poliamida importados, em geral, da Ásia, o marketing, as fichas técnicas.

Partimos do setor de controle da qualidade, onde a engenheira chega de manhã e já vê com a supervisora os rolos de malha que ficaram interditados, ou por estarem fora de cor ou com algum problema, que pode ser uma quebra, um furo, uma mancha, um buraco ou outro defeito que obriga a se segregar aquele lote. As tratativas com os colaboradores do setor começam, as urgências primeiro. Percebemos, então, que os protocolos dos processos produtivos não são suficientes para barrar as interdições dos rolos de malha.

Uma das causas pode ter advindo da tinturaria: o padrão de cor não foi atingido para aquela malha preta, então o lote ficou parado aguardando uma análise e decisão sobre seu próximo itinerário. Será reprocessado ou classificado como de segunda qualidade? Avalia-se o tamanho do lote, o tamanho do defeito, não há um padrão exato. E a racionalidade formal ou instrumental (WEBER, 1999), sob a qual se pautam as ações com vistas ao alcance de fins preestabelecidos e que norteia as atividades nas empresas industriais, acentuadamente no âmbito da acirrada disputa a nível nacional e mundial por mercados, pode falhar? Algumas análises envolvem *feeling*, uma sensibilidade dos inspetores de qualidade, o que requer tempo de experiência, tempo de aprimoramento da capacidade perceptiva, não advém das máquinas, das programações, mas do humano...

A agenda da engenheira inclui ainda reuniões para testes de novos produtos, setores da engenharia discordam, novos testes são solicitados pela gestão da qualidade, busca-se prevenir problemas futuros e direcionamento da produção.

De um projeto de estamparia digital localizada participarão a engenharia, o marketing, a qualidade. A estamparia digital é um setor específico. As peças chegam em sacos pretos, pois não podem receber a incidência de luz; um processo longo:

vaporização para fixação da cor com determinada temperatura; análises laboratoriais para se avaliar o deslocamento da cor, testes de encolhimento das malhas, grau de elasticidade, etc.

E o cronograma de visitas a clientes e/ou representantes complementa as pautas daquele dia. Muitas vezes, a reclamação de um cliente requer uma ida pessoal, cada cliente é um cliente, alguns demandam testes específicos para os seus produtos. Às vezes, no Rio de Janeiro, outras vezes no Nordeste, treinamento de representantes, acompanhamento, se necessário, do cliente em sua cadeia produtiva, um diferencial importante, particularmente para os maiores compradores.

A rede do processo produtivo percorre o armazenamento do fio, no mais das vezes vindo da China ou de Taiwan, trabalho de muitas mãos, regras de importação, comércio internacional, navios, *containers*, testes por amostragem dos fios de poliamida. Vemos um pouco da produção da malha, seu corte em lotes, a separação desses lotes e encaminhamento para a tinturaria ou estamparia. Da tinturaria segue para a máquina de secagem, nova etapa de cortes, análises físicas e sensoriais, separação de lotes e, caso haja rejeição de algum deles, novos testes no laboratório de análise de qualidade de onde partimos. Da estamparia digital a malha pode seguir para a máquina de secagem ou para uma unidade em outro município.

A malha da linha fitness é, pois, o nó de uma rede, conectado a inúmeros outros elementos técnicos, por sua vez, ligados a pessoas e grupos sociais diversos, como inspetores da malha produzida, do corte e das análises de qualidade, engenheiros, tecelões, técnicos. Esses atores têm lógicas de ação próprias, no seio dos protocolos e instruções de trabalho normatizadas pela empresa, origens e idades diversas, e são os porta-vozes dos elementos técnicos, sejam as máquinas, sejam seus produtos. As interdições de alguns rolos de malha não são dadas a priori, emergem da complexidade do sistema produtivo e requerem o que os engenheiros chamam de “tratativas”. Um jogo de permanente negociação interna e externamente, de interações em que uma quantidade de variáveis subjetivas também pesa.

Nota-se que a capacidade de mobilizar pessoas para o trabalho em equipe, a capacidade de promover um clima institucional de confiança e participação, a qualificação de profissionais, a responsabilização social e ambiental, dentre outras, afiguram-se como competências e habilidades relevantes.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quisemos, com este texto, desenvolver uma reflexão sobre a aplicação da metodologia etnográfica na análise de atividades de concepção e desenvolvimento de processos e produtos na qual estão envolvidos engenheiros, privilegiando os espaços de realização de seu trabalho, a saber, o contexto das empresas em que



atuam, alinhando brevemente algumas das percepções já emergentes.

É possível aferirmos que a formação do engenheiro atual requer que o aluno esteja cercado por técnicas que desenvolvam sua capacidade de comunicação e trabalho em equipe, participação em grupos para solução de problemas, tudo isso numa interação com as empresas e instituições, regular e planejada. Ou seja, um aprendizado ativo, unindo teoria e prática, com uso intenso dos laboratórios e integração às atividades de pesquisa, em especial aquelas desenvolvidas a partir de casos concretos propostos pela indústria.

Esperamos que as etnografias que estão sendo realizadas se apontem como ferramentas úteis de ensino e aprendizagem na formação em engenharia, na medida em que entendemos que esse método permite não só a compreensão da natureza do trabalho do engenheiro, mas, também, da sua complexidade, ligada a uma intrincada rede sociotécnica, a qual envolve a interação entre humanos e não humanos, nem sempre visíveis e facilmente perceptíveis.

Levando em conta os desafios atuais de formação do engenheiro, que prezam por um perfil de egresso portador de uma atitude cooperativa, dialógica e interacionista capaz de articular conhecimentos técnico-científicos e sociotécnicos, bem como de uma visão crítica, criativa e inovadora voltada às dinâmicas empresariais, e toda a sua complexidade, no sentido das diversas interações em rede, consideramos que a etnografia aplicada às empresas pode se configurar em estratégia de ensino-aprendizagem relevante para a tarefa de aproximação mais qualificada entre a universidade e as empresas.

Desse modo, os benefícios podem ser diversos, tanto para as empresas quanto para a universidade, pois os problemas scrutados por pesquisadores nesse ambiente viabilizam a busca de soluções por meio de pesquisas e estudos para a criação de estratégias diferenciadas de formação. Em um contexto mais geral, a universidade toma conhecimento da realidade socioeconômica e técnica da sociedade, o que se reflete na adaptação dos currículos dos cursos. Consideramos de fundamental importância que estudos dessa ordem sejam desenvolvidos, pois permitem aos estudantes de engenharia a oportunidade de descobrirem, no ambiente empresarial, a real complexidade das tarefas que envolvem sua profissão e os mecanismos sociotécnicos que nele operam. Além disso, essa relação se transforma num potencial suporte ao desenvolvimento científico e tecnológico.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES 11/2002, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 32, 9 abr. 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 80, p. 43-44, 26 abr. 2019. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=26/04/2019&jornal=515&pagina=44&totalArquivos=94>. Acesso em: 16 out. 2019.

CARIA, Telmo. A reflexividade e a objectivação do olhar sociológico na investigação etnográfica. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 55, p. 5-36, 1999.

CUKIERMAN, Henrique Luís. Abrindo mão da polarização entre o técnico e o social/cultural. **Pesquisas e Práticas Psicossociais**, São João de Rei, v. 6, n. 2, ago./dez. 2011. Disponível em: [http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/revistalapi/volume6\\_n2/Cukierman.pdf](http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/revistalapi/volume6_n2/Cukierman.pdf). Acesso em: 15 abr. 2019.

HOLHOLM, Thomas. **The contrary forces of innovation: an ethnography of innovation in the food industry**. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2011.

KNORR-CETINA, Karin. **The manufacture of knowledge: an essay on the constructivist and contextual nature of science**. Oxford: Pergamon, 1983.

LATOUR, Bruno & WOOLGAR, Steve. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 2011.

LINSINGEN, Irlan von. Perspectivas curriculares CTS para o ensino de engenharia: uma proposta de formação universitária. **Linhas críticas**, Brasília, v. 21, n. 45, p. 297-317, maio/ago. 2015.

MERTON, Robert. **The sociology of science: theoretical and empirical investigations**. Chicago: University of Chicago Press, 1973. p. 286-324.

SISMONDO, Sergio. **An Introduction to science and technology studies**. Malden: Blackwell, 2004.

SPIESS, Maiko; MATTEDI, Marcos Antônio. Da associação à dissolução da rede sociotécnica do processador de texto Fácil: subsídios para uma etnografia da tecnologia. **MANA**, v. 16, n.2, p. 435-470, 2010.

VELOSO, Luísa; LUCAS, Joana; ROCHA, Paula. Uma etnografia das práticas e dos processos de produção de conhecimento em empresas e laboratórios. **Sociologia** [online]. v. 29, p. 11-34, 2015. Disponível em: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0872-34192015000100002&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0872-34192015000100002&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 15 ago. 2019.

VINCK, Dominique (org.). **Engenheiros no cotidiano: Etnografia da atividade de projeto e de inovação**. Belo-Horizonte: Fabrefactum, 2013.

WOOLGAR, Steve. Laboratory studies: a comment on the state of the art. **Social Studies of Science**, v. 12, p. 481-498, 1982.

**Agradecimentos:** Agradecemos profundamente aos nossos bolsistas: Jamille Gabriely Bezerra Rodrigues de Melo, Juliana Teixeira Coelho, Leonardo Fabrício Pedroso e Vinícius Henrique dos Santos, por sua dedicação, comprometimento e parceria.

## PROJETO INTEGRADOR DO CURSO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE - INERTIZAÇÃO DE RESÍDUO DE BARRAGEM EM MATERIAL CERÂMICO

Data de aceite: 13/01/2020

### **Leila Figueiredo de Miranda**

Escola de Engenharia – Universidade  
Presbiteriana Mackenzie  
São Paulo – SP

### **Terezinha Jocelen Masson**

Escola de Engenharia – Universidade  
Presbiteriana Mackenzie  
São Paulo – SP

### **Antonio Hortêncio Munhoz Junior**

Escola de Engenharia – Universidade  
Presbiteriana Mackenzie  
São Paulo – SP

### **Alfonso Pappalardo Júnior**

Escola de Engenharia – Universidade  
Presbiteriana Mackenzie  
São Paulo – SP

**RESUMO:** Os projetos integradores na Escola de Engenharia da UPM é uma modalidade de atividade prática onde os discentes correlacionam seus conhecimentos adquiridos durante o curso com o desenvolvimento de atividades onde suas habilidades e competências são exigidas visando a obtenção de resultados que possam ter caráter extencionista. Para atingir-se estes objetivos deve haver uma sinergia entre os docentes orientadores e os discentes para que as interligações dos conteúdos necessários

ao desenvolvimento do projeto garantam uma aprendizagem significativa, resultando na solidificação dos conhecimentos teóricos por meio de atividades práticas e permitam que os alunos empreendam e exerçam o protagonismo de seu desenvolvimento intelectual, conectando-os com as situações vivenciadas em suas comunidades e no seu país. Neste projeto integrador desenvolvido por alunos dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Materiais e Química foi desenvolvido um material cerâmico, contendo rejeito imobilizado proveniente da barragem da cidade de Brumadinho, que recentemente se rompeu. O projeto proporcionou um aprendizado significativo do reaproveitamento/reciclagem, da caracterização e do desenvolvimento de materiais, além de promover as habilidades em trabalhar em equipes multidisciplinares e na gestão de projetos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projetos Integradores. Resíduo de Barragem. Material Cerâmico

INTEGRATOR PROJECT OF THE  
ENGINEERING COURSE OF THE  
PRESBITERIAN MACKENZIE UNIVERSITY  
- INERTIZATION OF DAM RESIDUE IN  
CERAMIC MATERIAL

**ABSTRACT:** The integrative projects in the

School of Engineering of the UPM is a practical activity modality where the students correlate their knowledge acquired during the course with the development of activities where their skills and competences are required in order to obtain results that may be of an extensional nature. In order to achieve these objectives, there must be a synergy between the guiding teachers and the students so that the interconnections of the contents necessary for the development of the project guarantee a meaningful learning, resulting in the solidification of the theoretical knowledge through practical activities and allow the students to undertake and to play the leading role in their intellectual development, connecting them with the situations experienced in their communities and in their country. In this integrative project developed by students of the Civil Engineering, Materials Engineering and Chemistry courses a ceramic material was developed, containing immobilized waste from the Brumadinho dam, which recently broke. The project has provided significant learning in reuse / recycling, characterization and material development, as well as the ability to work in multidisciplinary teams and project management.

**KEYWORDS:** Integrating Projects. Waste of Dam. Ceramic Material.

## 1 | INTRODUÇÃO

Devido a quantidade, facilidade e velocidade com que os estudantes recebem e adquirem as informações existe a necessidade não só das Instituições de Ensino de transmitir o conhecimento, mas de torná-lo significativo por meio do desenvolvimento de atividades que transforme estas informações em conhecimento significativo por meio de uma aprendizagem concreta, tornando-os capazes de identificar, avaliar, reconhecer e questionar, desenvolvendo sua criatividade, análise crítica, atitudes e valores orientados para a cidadania (PERRENOUD, 2000; BRASIL, 1997).

Portanto, há a necessidade de se integrar os conhecimentos nas áreas específicas de cada curso com a prática organizacional, promovendo o desenvolvimento de competências, ou seja, desenvolver a capacidade pessoal do estudante em se mobilizar, articular e colocar em ação os conhecimentos, as habilidades, atitudes e valores necessários para o desempenho eficiente e eficaz de atividades requeridas pela natureza do trabalho e pelo desenvolvimento tecnológico.

Na Escola de Engenharia da UPM, o Projeto integrador (PI) é uma atividade interdisciplinar, regulamentada pelo Projeto Pedagógico de cada curso objetivando estimular o protagonismo estudantil, com criatividade na articulação para a solução de problemas, com eficiente embasamento técnico e científico, de tal forma que:

- Aprimora e incentiva a aplicação dos conceitos, tecnologias e ferramentas metodológicas, desenvolvidas nas matrizes curriculares do curso;
- Proporciona a integração entre as disciplinas, levando o aluno a vivenciar o desenvolvimento de um projeto em equipe, com todos os seus desafios, como

prazos, inter-relacionamento, solução de problemas, entre outros;

- Proporciona experiência de aprendizado orientado aos projetos relacionado com a sua área específica;

- Possibilita o desenvolvimento de atividades práticas (*handson*) que atendem as expectativas dos alunos dessa geração.

O projeto integrador é uma atividade que possibilita ao aluno o desenvolvimento de habilidades como trabalho em grupo, liderança, gestão, busca de soluções, entre outras, promovendo a iniciação científica interdisciplinar ao estabelecer a integração dos conhecimentos desenvolvidos em uma disciplina, de forma articulada com as demais, com uma abordagem que se aproxima, de forma atualizada e contextualizada, dos problemas vivenciados no mundo corporativo, na sua área de formação específica, de forma dinâmica, buscando a integração dos componentes curriculares que compõem os núcleos de conteúdos básicos, específicos e profissionalizantes (SANTOS, 2012).

O processo de ensino aprendizagem fundamentado na interdisciplinaridade aplica metodologias de ensino, priorizando a participação ativa do aluno, como protagonista do processo de ensino aprendizagem e incentiva a construção individual, a coletiva e a criatividade (OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Gardner (2008) as atividades práticas (*handson*) são fundamentais para atender as expectativas dos alunos, com a proposição de desafios e neste contexto, os projetos integradores desenvolvem a disciplina; a síntese; o respeito; a criatividade e a ética.

Assim, os projetos integradores orientados ao desenvolvimento de proporcionam (OLIVEIRA, et al, 2016):

- O desenvolvimento cognitivo (raciocínios, operações mentais, comportamentos, atitudes e posturas;
- A aplicação de conceitos teóricos, atividades, desenvolvimento de vivências pelas atividades práticas e tomadas de decisões;
- O entendimento de que o projeto é o foco principal e é definido a partir das competências e habilidades esperadas;
- A atuação do professor como facilitador da aprendizagem;
- A interdisciplinaridade – integração entre as disciplinas.

Assim sendo, os projetos integradores (PIs) conduzem as mudanças metodológicos em relação as aulas tradicionais, objetivando a redução da fragmentação do ensino, típica do ensino tradicional, com o desenvolvimento de uma metodologia, que valorize a participação de alunos e docentes no processo de aprendizagem. O protagonismo estudantil é incentivado com envolvimento dos alunos em situações de aprendizagem significativas, voltadas ao desenvolvimento

da iniciativa, criatividade, trabalho em equipe, capacidade de julgamento e tomada de decisões em situações do cotidiano de sua área de atuação (SENAC, 2015).

## 2 | PROJETOS INTEGRADORES DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

A Metodologia dos Projetos é uma alternativa pedagógica que privilegia a relação dialógica e aprendizagem coletiva, privilegiando não só o “saber o quê” e do “saber porquê”, mas também o “saber fazer”, o “saber onde” e o “saber quem”, procurando como resultados a eficácia e eficiência, os projetos completos, para atingir os objetivos propostos

Os objetivos dos projetos integradores, implantados nos Cursos de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), são:

- I. Capacidade para resolver problemas concretos por meio de análise crítica, modelando situações reais e promovendo reflexões;
- II. Capacidade de integração e síntese de conhecimentos multidisciplinares ao analisar e resolver problemas;
- III. Capacidade de comunicação e liderança para trabalho em equipes multidisciplinares;
- IV. Capacidade para absorver e desenvolver novas tecnologias, elaborar projetos e propor soluções técnicas e economicamente competitivas;
- V. Capacidade de absorver novas tecnologias e de visualizar, com criatividade, novas aplicações para a Engenharia.

### 2.1 Passos Para Elaboração dos Projetos

Inicialmente, as Coordenadorias dos Cursos de Engenharia, analisam os projetos propostos e os classificam para a sua efetivação, verificando a sua interação com cada um dos cursos e a sua correlação com os demais; as interligações dos conteúdos necessários ao desenvolvimento do projeto que garantam uma aprendizagem significativa, possibilitando o desenvolvimento de competências e habilidades; de futuras ações extensionistas e probabilidade de inovação, propondo a execução dos mesmos, nas seguintes fases:

#### 1<sup>a</sup>) **Planejamento do Desenvolvimento do Projeto**

Organização de ações pedagógicas e objetivos a serem alcançados;

#### 2<sup>a</sup>) **Contextualização**

Apresentação do assunto e redação contextualizada do assunto que será tratado no projeto;

### 3ª) **Desenvolvimento**

De acordo com as condições existentes e as oportunidades que o grupo venha a encontrar (parcerias, demandas específicas do mundo do trabalho, diferenças regionais, entre outros);

### 4ª) **Síntese**

Breve apresentação do desenvolvimento do trabalho e resultados obtidos;

### 5ª) **Entrega do Relatório.**

Após a classificação dos projetos que serão desenvolvidos, o aluno escolhe o projeto que deseja participar, de acordo com a etapa que estiver matriculado, e se inscreve, via Plataforma Moodle. Dependendo do tipo de projeto ele pode reunir alunos de um mesmo curso ou alunos de diferentes cursos da Escola de Engenharia.

As fases de elaboração dos PIs, são constantes do Quadro 1.

	<b>Fase 1:Planejamento</b>	<b>Fase 2: Apresentação do Problema</b>	<b>Fase 3: Desenvolvimento</b>	<b>Fase 4: Relatório e Síntese</b>
Participantes	Coordenação e Professores	Alunos e docentes do PI	Alunos e docentes	Alunos
Época	Antes do início do projeto	Início dos PIs	Ao longo do semestre*	Final do PI
Processos	Classificação. Definição do tema gerador do PI;	Tema do PI Validação do plano de desenvolvimento	Contextualização; Laboratórios a serem utilizados; Execução	Desenvolvimento do Relatório
Resultados	Tema do PI; Plano de desenvolvimento	Relacionar as fases do plano de ação	Acompanhamento do PI	Relatório Final e Avaliação

Quadro 1 – Fases de Elaboração dos PIs

## **3 | PROJETO INTEGRADOR – APROVEITAMENTO DE REJEITOS DA BARRAGEM: IMOBILIZAÇÃO DO REJEITO EM MATERIAL CERÂMICO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL**

Para o desenvolvimento deste projeto integrador, inicialmente foi realizada a seleção dos alunos, dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Materiais da UPM, pertencentes as 4ª etapas dos cursos.

Na reunião inicial, entre os alunos e os professores integrantes do projeto:

1ª) Foi realizada a apresentação sobre os Projetos Integradores (PI);

2ª) O tema gerador do projeto, está totalmente inserido nos eixos pedagógicos dos cursos envolvidos;

3ª) Detalhou-se o projeto, discutindo-se e indicando-se as diretrizes que deveriam ser seguidas para o seu desenvolvimento;

4ª) Os alunos receberam um descritivo das atividades que deveriam ser cumpridas, conforme o Quadro 2. O desenvolvimento do trabalho foi dividido em cinco

etapas, sendo que da segunda etapa a quarta etapa, cada uma foi liderada pelos alunos de cada um dos cursos participantes do projeto.

<b><i>Etapas</i></b>	<b><i>Atividade</i></b>
Etapa I	Levantamento Bibliográfico: caracterização físico-química de materiais, caracterização microestrutural, caracterização mecânica, materiais de construção civil (telhas e tijolos), argilas, cerâmica vermelha;
Etapa II	Caracterização físico-química do rejeito e da argila Taguá utilizada ( <b><i>liderança alunos de Química</i></b> );
Etapa III	Caracterização microestrutural do rejeito e do material obtido ( <b><i>liderança alunos de Engenharia de Materiais</i></b> );
Etapa IV	Caracterização mecânica do material obtido ( <b><i>liderança alunos de Engenharia Civil</i></b> );
Etapa V	Apresentação dos resultados, conclusão e relatório

Quadro 2 - Descritivo das atividades a serem cumpridas no projeto.

\* A argila Taguá foi a argila escolhida para a imobilização do resíduo.

A indicação das lideranças teve como objetivo compartilhar os conhecimentos e habilidades adquiridos nos diferentes cursos envolvidos e adquirir habilidades tanto para o trabalho em grupos interdisciplinares como de gestão de projeto.

### 3.2 Contextualização

O rompimento da Barragem 1 (B1) da Mina Córrego do Feijão no Município de Brumadinho da Empresa Vale do Rio Doce, em 25 de janeiro de 2019, que liberou aproximadamente 14 toneladas de rejeitos no ribeirão Ferro-Carvão, percorrendo 9 km até alcançar o rio Paraopeba, sinalizou um cenário catastrófico levando aos órgãos públicos fiscalizadores a repensarem sobre a segurança das barragens de rejeito que utilizam o método de alteamento à montante.

A ameaça iminente às comunidades que fazem fronteiras a estas construções, culminou na aprovação da Resolução nº 4, de 15 de fevereiro de 2019, que estabelece proibição da utilização deste método construtivo em todo o território nacional. Além da desativação gradual das barragens existentes, até o prazo máximo de trinta meses.

O projeto técnico deverá contemplar obras de reforço ou a construção de nova estrutura de contenção, cujas intervenções deverão obedecer todos os critérios de segurança de modo que não ponham em risco a estabilidade da estrutura.

Desde 2012, a Empresa Arcelor Mittal Mineração implantou um novo sistema de disposição de rejeitos na Mina Serra Azul, em Itatiaiuçu, que elimina o uso de barragem de rejeitos. Neste novo processo, denominado Empilhamento Drenado, os rejeitos passam por um processo de decantação e, em seguida, são dispostos em pilhas em um formato especial, para a drenagem final e não mais depositados em uma barragem em forma de lama

A grande capacidade de produção de minério de ferro da Mina Serra Azul, situada



na região do Quadrilátero Ferrífero (responsável por 60% da produção brasileira), traz uma outra preocupação: como aproveitar de forma consciente o material empilhado. Neste sentido, esta pesquisa está direcionada para o aproveitamento das amostras de rejeito provenientes da Mina Serra Azul para a produção de materiais cerâmicos utilizados na Construção Civil.

### 3.3 Desenvolvimento Do Projeto

A partir do levantamento bibliográfico realizado pelo grupo de alunos do PI foi elaborado um cronograma das atividades práticas a serem realizadas com a finalidade de desenvolver um material cerâmico, contendo o rejeito imobilizado, para ser aplicado em material para a construção civil (tijolos e/ou telhas).

#### 3.3.1 Materiais e Métodos

##### a) Materiais

Para o desenvolvimento deste projeto foram utilizados os seguintes materiais:

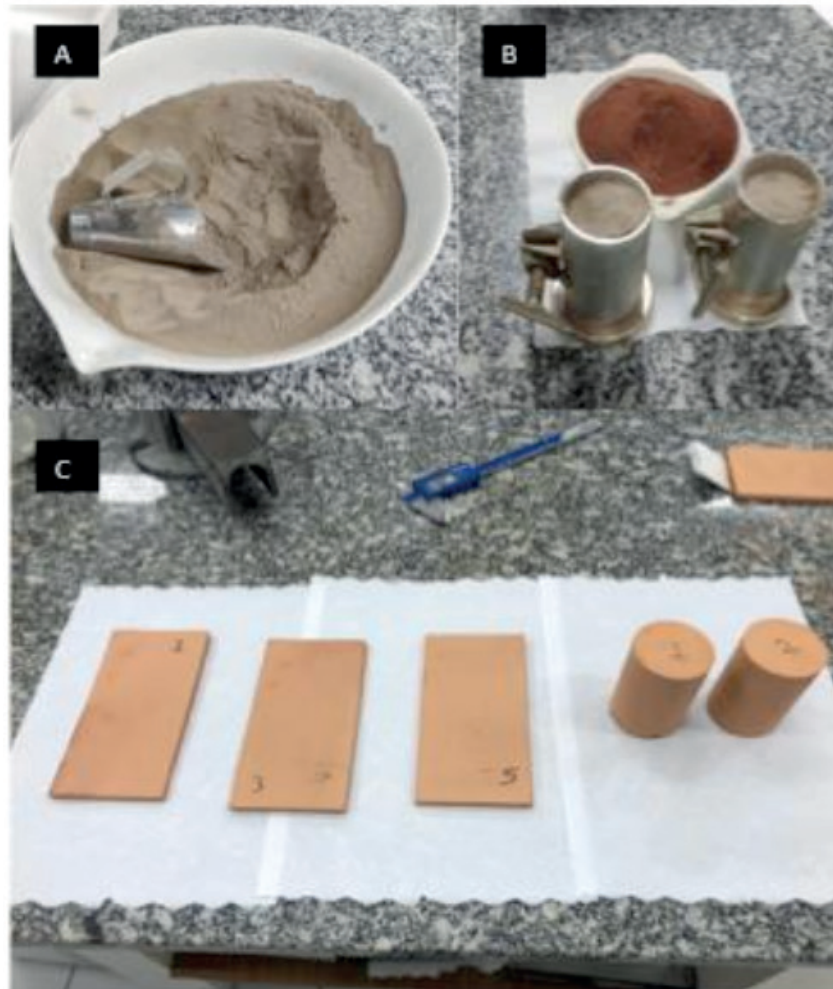
- Rejeito da Barragem 1 (B1) da Mina Córrego do Feijão no Município de Brumadinho da Empresa Vale do Rio Doce, em 25 de janeiro de 2019;

- Argila Taguá fornecida pela Empresa Pascoal Equipamento e Massas Cerâmicas

##### b) Obtenção das Amostras

Utilizou-se a argila Taguá contendo 0 e 3% de rejeito, adicionando-se um volume de água necessário para manter a amostra com 10% de água, com a finalidade de conformação adequada do material cerâmico a ser obtido. Após a mistura dos materiais as amostras foram conformadas por compressão uniaxial (prensa Jundiaí-Ciola com 120kgf) de acordo com os diferentes ensaios a serem realizados. Utilizou-se dois tipos de matriz metálica: a) molde metálico prismático (15,0cmX7,5cmX0,6cm); b) molde metálico cilíndrico (raio= 5cm e altura=10cm). Posteriormente as amostras obtidas foram queimadas passando por dois patamares para atingir a temperatura desejada, sendo o primeiro por 1 hora a 100°C, o segundo por 1 hora a 550°C e por fim por 1h a 900°C.

O Quadro 3 apresenta as matérias primas utilizadas e os corpos de prova obtidos.



Quadro 3 – Matérias primas utilizadas (a) argila Taguá; b) rejeito; c) corpos de prova (CPs) obtidos após a queima (prismáticos e cilíndricos)

c) Caracterização das Amostras:

- **Densidade aparente da argila Taguá e do rejeito:** foram pesados em balança analítica 100mL de cada uma das amostras da argila;

- **Teor de umidade:** as amostras obtidas, contendo 0 e 3% de rejeito, foram analisadas em equipamento para analisar o teor de umidade;

- **Densidade aparente, absorção e água e porosidade das amostras obtidas:** foram determinadas com os corpos de prova (CPs) já ensaiados mecanicamente. Os CPs foram colocados em um bequer, submersos em água por 7 horas a temperatura ambiente. Posteriormente, o conjunto foi aquecido por 5 horas. A seguir, deixou-se o conjunto resfriar até a temperatura ambiente e pesou-se os CPs submersos em água.

- **Absorção de água:**

$$AA = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa seca}} \quad (E1)$$

- **Densidade Aparente:**

$$DA = \frac{\text{massa seca}}{\text{massa úmida} - \text{massa imersa em água}} \quad (E2)$$

- **Porosidade:**

$$P = [(massa \text{ úmida} - massa \text{ seca}) / massa \text{ seca}] \times 100 \quad (E3)$$

**- Lixiviação:**

Realizado de acordo com a norma técnica ABNT NBR 10005:2004:

- a) As amostras foram mantidas em água fervente por 12 horas (8 rotações por minuto);
- b) Posteriormente foi medido o pH e o mesmo corrigido para 5,0;
- c) Em seguida, as amostras foram mantidas por mais 24 horas (8 rotações por minuto) em água fervente;
- d) As soluções obtidas foram mantidas a temperatura ambiente por 48h.

A solução obtida foi filtrada e o lixiviado analisado por absorção atômica;

**- Fluorescência de raios X (FRX):**

É uma análise quali/quantitativa que apresenta os componentes do resíduo.

**- Microscopia eletrônica de varredura (MEV) com EDS do rejeito:** Utilizando um microscópio eletrônico de varredura (Jeol/Ultradrive) com detector EDS, foi realizada a espectroscopia de raios X por dispersão de energia(EDS) para caracterizar química e morfológicamente o rejeito.

**- Espectroscopia de absorção atômica:**

É uma análise quali/quantitativa dos elementos presentes no rejeito.

**- Caracterização mecânica das amostras obtidas**

⇒ A flexão em três pontos foi realizada segundo a norma técnica ASTM 790-94 / ASTM 790-94;

⇒ A compressão axial foi realizada segundo a norma técnica ABNT NBR 5739 (2007).

**- Propagação de onda**

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Densidade Aparente Da Matéria Prima e da Massa Cerâmica Após a Queima

A densidade aparente obtida para a argila Taguá foi de 1,17 g/cm<sup>3</sup>, e para o rejeito foi de 1,25 g/cm<sup>3</sup>. A densidade aparente das amostras após a queima foi de 1,24 g/cm<sup>3</sup> para ambas composições. Observa-se que o rejeito, adicionado na concentração estudada, praticamente, não interfere na densidade aparente das amostras obtidas.

### 4.2 Teor de Umidade Inicial, Absorção de Água E Porosidade Após a Queima

O teor de umidade inicial médio das amostras contendo 0 e 3% de rejeito foi de 4,9±0,1%. Observa-se que o rejeito, praticamente, não interfere no teor de umidade das amostras obtidas.

Portanto, para as amostras serem conformadas, foi adicionado água para chegar-se a um teor de umidade de 10%.

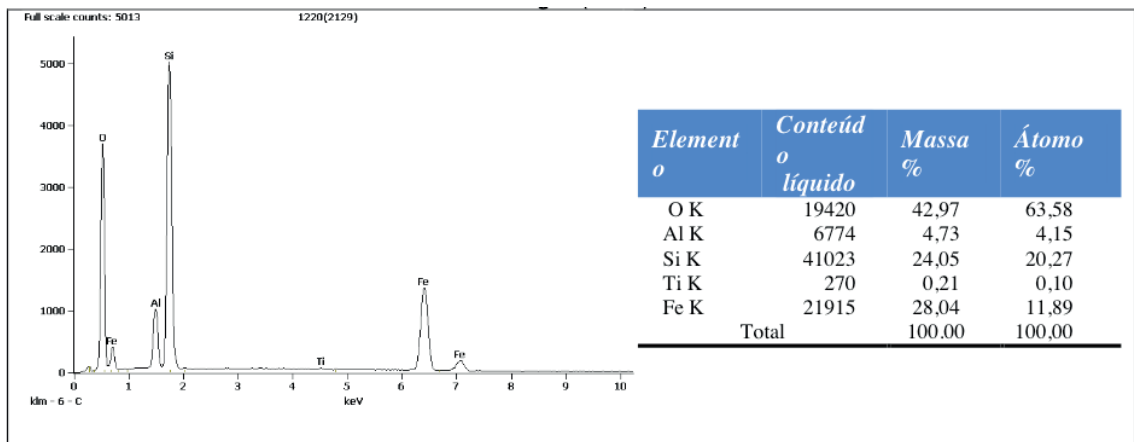
Após a conformação e queima das massas cerâmicas obtidas a absorção de água foi de 6,0% para as amostras contendo argila Taguá pura e de 7,0% para as amostras contendo 97% de argila Taguá com 3% de rejeito.

A porosidade do material cerâmico obtido foi de 2,60 para as amostras contendo argila Taguá pura e de 3,4% para as amostras contendo 97% de argila Taguá com 3% de rejeito.

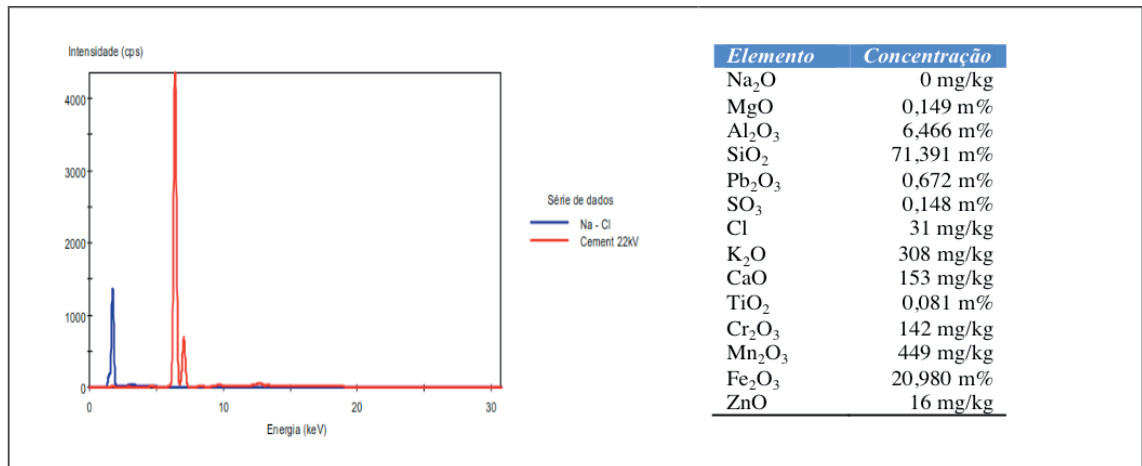
### 4.3 Espectroscopia de Raios X Por Dispersão de Energia (Eds) E Fluorescência de Raios X (FrX) Do Rejeito

Os resultados obtidos nos ensaios de espectroscopia de raios X por dispersão de energia (EDS) de fluorescência de raios-X realizados com amostras de rejeitos estão apresentados nos Quadros 4 e 5.

Por meio dos resultados obtidos (Quadros 4 e 5), pode-se observar que pela técnica de fluorescência de raios X foi possível detectar um maior número de metais presentes nas amostras de rejeito, sendo que esta técnica foi mais adequada para a caracterização química da amostra.



Quadro 4 - Resultados obtidos nos ensaios de espectroscopia de raios X por dispersão de energia (EDS).



Quadro 5 - Resultados obtidos nos ensaios de fluorescência de raios-X.

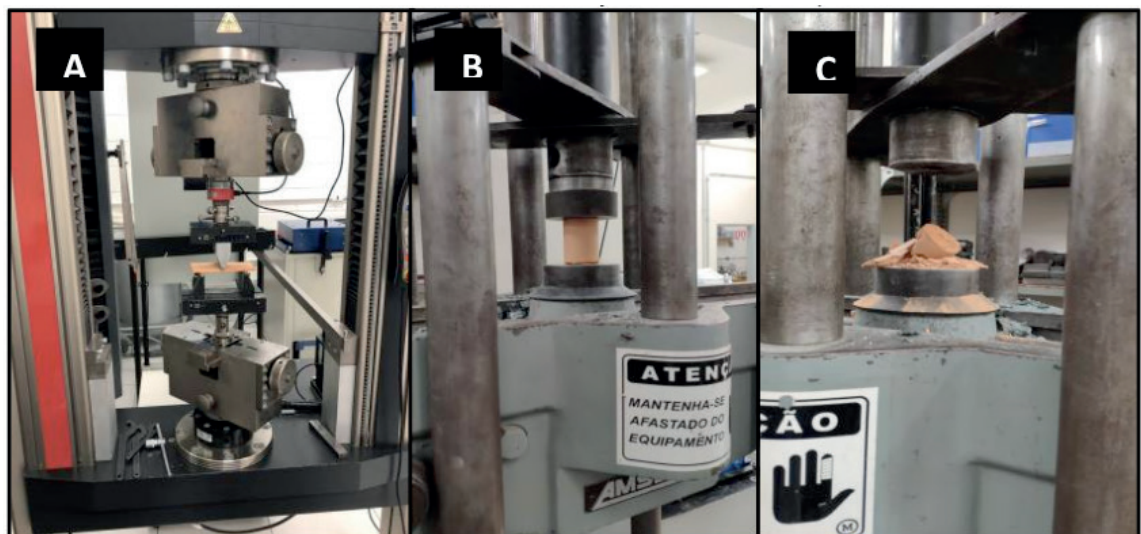
#### 4.4 ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA APÓS A LIXIVIAÇÃO

Após os ensaios de lixiviação nas amostras cerâmica obtidas foram realizadas espectroscopia de absorção atômica visando a detecção dos seguintes metais chumbo (Pb) e Alumínio (Al).

Os resultados obtidos mostraram que estes metais não estavam presentes na solução lixiviada e, portanto, não foram lixiviados, permanecendo inertizados no material cerâmico obtido.

#### 4.5 Caracterização Mecânica

O Quadro 6 apresenta as fotografias das amostras sendo ensaiadas. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para os ensaios de flexão em 3 pontos e para a compressão axial.



Quadro 6 - Fotografias das amostras sendo ensaiadas (A: ensaio de flexão em três pontos; B e C: ensaio de compressão axial).

<i>Amostra</i>	<i>Carga de ruptura na flexão (N)</i>	<i>Resistência à compressão axial (MPa)</i>
Argila Taguá pura	2207±184	14,22±1,47
Argila Taguá com 3% de rejeito	1424±135	2,45±0,49

Tabela 1 - Resultados obtidos para os ensaios de flexão e para a compressão axial.

Por meio dos resultados obtidos pode-se observar que a adição do rejeito fragiliza o material cerâmico quanto a sua compressão em 82,77% .

A norma ABNT NBR 7170 (1983) classifica e especifica a resistência à compressão mínima dos tijolos cerâmicos de acordo com 3 classes: A ( $R \geq 1,5 \text{MPa}$ ); B ( $R \geq 2,5 \text{MPa}$ ) e C ( $R \geq 4,0 \text{MPa}$ ). Portanto, o material cerâmico obtido pode ser classificado como classe A, pois apresenta  $R \geq 1,5 \text{MPa}$ .

A norma técnica ABNT NBR 15310 (2005) classifica e especifica as cargas de ruptura sob flexão (CR) de telhas cerâmicas de acordo com 4 classes:

- Planas de Encaixe ( $C R \geq 1000 \text{N}$ );
- Compostas de Encaixe ( $CR \geq 1300 \text{N}$ );
- Simples de Sobreposição ( $C R \geq 1000 \text{N}$ );
- Planas de Sobreposição ( $C R \geq 1000 \text{N}$ ).

Portanto, o material cerâmico obtido pode ser aplicado para a obtenção de qualquer tipo de telha cerâmica.

#### 4.6 Propagação de Onda

Para verificação de falhas no interior do material cerâmico concreto, foi utilizado o método da velocidade de propagação de onda ultrassônica, que envolve a propagação de ondas através do material. É um ensaio não destrutivo, que avalia a qualidade do material. Este método é utilizado para detecção de fissuras e resistência à compressão. Por este ensaio é possível determinar o módulo de elasticidade dinâmico.

Quanto maior a velocidade medida no aparelho, melhor a resistência e menor volume de vazios há no corpo de prova. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para os ensaios de propagação de onda.

Amostras	Corpo de Prova	Dimensões			Ultrassom		
		Massa (g)	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Tempo ( $\mu$ s)	Velocidade (m/s)	Média
Argila Taguá (pura)	CP1	197,63	49,57	71,94	168,87	427	409,5 $\pm$ 17,5
	CP2	197,26	49,84	72,81	186,00	392	
Argila Taguá com 3% de rejeito	CP3	179,52	49,55	74,86	278,00	270	274 $\pm$ 4,0

Tabela 2 - Resultados obtidos para os ensaios de propagação de onda.

Observa-se que a adição do rejeito à argila Taguá diminui a velocidade de propagação de onda ultrassônica em cerca de 33,09%, ou seja, a adição de rejeito diminui a resistência do material e aumenta o volume de vazios presente. Estes resultados estão de acordo com os obtidos nos ensaios mecânicos.

## 5 | CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- Foi possível inertizar o rejeito em material cerâmico a base de argila Taguá;
- O material cerâmico obtido pode ser utilizado na construção civil (telhas e/ou tijolos);
- Para o desenvolvimento do Projeto integrador os estudantes utilizaram os principais conceitos de reaproveitamento/reciclagem, de caracterização e do desenvolvimento de materiais, promovendo por meio de pesquisas bibliográficas e experimentais um aprendizado significativo. Sendo que o aprendizado foi aferido durante o desenvolvimento do projeto, na apresentação e discussão dos resultados realizado no final do projeto, bem como através do relatório final;
- O Projeto Integrador possibilitou aos estudantes a aquisição de habilidades em trabalhar em equipes multidisciplinares e na gestão de projetos.

## 6 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Presbiteriana Mackenzie pelo suporte técnico-financeiro, e à Arcelor Mittal Mineração pela disponibilização do rejeito da Barragem 1 (B1) da Mina Córrego do Feijão no Município de Brumadinho para elaboração deste projeto.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Parecer CNE/CES número 776/97. Orienta para as diretrizes curriculares dos cursos de graduação, 1997.
- GARDNER, H. 5 Minds for the Future (2nd ed.). Boston, MA: Harvard Business School Press, 2008.
- GARDNER, H. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic Books, 2004).
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Coordenação de Ensino. Planejamento do Projeto Integrador, Bom Jesus da Lapa, Bahia, 2017.
- OLIVEIRA, R.P.A, ARAUJO, B.M., CORREIA, A.A., MELO, C.J., GOMES, F.O.S, Os Projetos Integradores: a Construção de Competências por estudantes do Ensino Superior. In: III CONEDU – Congresso Nacional de Educação, Natal – RN, 2016.
- OLIVEIRA, R. P. A. Análise da prática docente no planejamento e aplicação de sequências didáticas interdisciplinares. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.
- PERRENOUD, P. Construir Competências é Virar as Costas aos Saberes? In: Revista Pátio, Porto Alegre: ARTMED Parecer CNE/CES número 776/97, ano 03, n. 11, p. 15-19, 2000.
- SANTOS, M. C. O projeto Integrador como Ferramenta de Construção de Habilidades e Competências no Ensino de Engenharia e Tecnologia. In: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém-PA, 2012.
- SENAC. DN. Projeto integrador. Rio de Janeiro, 2015. 36 p. - Coleção de Documentos Técnicos do Modelo Pedagógico Senac, Rio de Janeiro – RJ, 2015
- SUÑE, L. S. V. S., ARAÚJO, P. J. L., URQUIZA, R. A. Desenho de currículo para desenvolver competências: uma proposta metodológica. Aracaju: EDUNIT, 2015



## PROTOTIPAGEM DE UM SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO DE TESTES HIDROSTÁTICOS COMO FERRAMENTA PARA ENSINO MULTIDISCIPLINAR E MULTI NÍVEL DE ENGENHARIA

Data de aceite: 13/01/2020

### Filipe Andrade La-Gatta

IF Sudeste MG – *Campus* Juiz de Fora,  
Departamento de Educação e Tecnologia (DET)  
/ Núcleo de Eletrônica e Automação / Laboratório  
de Processamento de Sinais, Telemetria,  
Telecomunicações e Instrumentação (LAPTTI)  
Juiz de Fora – MG

### Álison Alves Almeida

IF Sudeste MG – *Campus* Juiz de Fora,  
Departamento de Educação e Tecnologia (DET)  
/ Núcleo de Eletrônica e Automação / Laboratório  
de Processamento de Sinais, Telemetria,  
Telecomunicações e Instrumentação (LAPTTI)  
Juiz de Fora – MG

### Letícia de Almeida

IF Sudeste MG – *Campus* Juiz de Fora,  
Engenharia Mecatrônica/Técnico em Eletrônica  
Juiz de Fora – MG

### Pedro Ivo Ferreira de Oliveira

IF Sudeste MG – *Campus* Juiz de Fora,  
Engenharia Mecatrônica  
Juiz de Fora – MG

**RESUMO:** A avaliação de testes de integridade de equipamentos pressurizados, possuem alta aplicação na indústria, por se tratar da avaliação do estado de uso do equipamento e, portanto, torna-se mais importante sua aplicação de maneira segura e precisa.

Apresenta-se as etapas do levantamento de um protótipo para testes em vasos pressurizados de maneira automatizada e controlada. A pesquisa é baseada na aplicação dos estudos teóricos relacionados a eletrônica, microeletrônica e mecânica, onde alunos dos níveis de graduação e curso técnico formam o grupo de troca de conhecimentos e ensino, através da interdisciplinaridade. Verificou-se que a concepção do protótipo é exequível e complementou a aquisição de conhecimentos técnicos e profissionais dos discentes envolvidos. A partir desse resultado, é possível concluir que as teorias assimiladas foram aplicadas de maneira correta e eficaz, onde o grupo de estudantes participantes puderam ser motivados em atividades de complemento da grade curricular. Ficou também claro a evolução dos alunos que completaram a verticalização, criando maior sentimento de pertencimento e situação no curso de engenharia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Multidisciplinaridade. Teste hidrostático. Protótipo. Ensino técnico. Verticalização.

PROTOTYPING A HYDROSTATIC TEST  
AUTOMATION SYSTEM AS  
A TOOL FOR MULTIDISCIPLINARY AND  
MULTI LEVEL

**ABSTRACT:** The evaluation of pressurized equipment integrity tests are highly applied in the industry, since it is the evaluation of the state of use of the equipment and, therefore, it becomes more important its application in a safe and precise way. It presents the steps of the survey of a prototype for tests in pressurized vessels in an automated and controlled way. The research is based on the application of theoretical studies related to electronics, microelectronics and mechanics, where undergraduate students and technical course form the group of knowledge exchange and teaching through interdisciplinary. It was verified that the conception of the prototype is feasible and complemented the acquisition of technical and professional knowledge of the students involved. From this result, it is possible to conclude that the assimilated theories were applied in a correct and effective way, where the group of participating students could be motivated in complementary activities of the curriculum. It was also clear the evolution of students who completed verticalization, creating a greater sense of belonging and situation in the engineering course.

**KEYWORDS:** Between three and five keywords.

### 1 | INTRODUÇÃO

A utilização das tecnologias em atividades que formam o complemento da grade curricular, geram um alto nível de aprendizagem e por consequência maior interesse dos participantes em atividades tradicionais vinculadas aos temas das disciplinas envolvidas. Sendo assim, torna-se uma das ferramentas de ensino, gerando motivação do estudo da teoria, tendo em vista sua prática.

A multidisciplinaridade está fundada em um saber-fazer, em que se pressupõe uma abordagem prática consolidada por uma forte conceituação teórica, que é um dos quatro pilares da educação (aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser) (Ferlin e Pilla Jr, 2010).

Para cada uma das atividades da pesquisa foram empregados diferentes métodos de exploração. Isso se justifica, por ser um projeto de iniciação científica, que realiza a integração de estudantes de diferentes níveis de ensino, do Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Campus Juiz de Fora, estando vinculados membros da graduação em Engenharia Mecatrônica e curso Técnico em Eletrônica. Com essa postura, os alunos beneficiam-se em termos de ensino, interdisciplinaridade e troca de conhecimentos. Tendo como objetivo a correlação necessária entre o embasamento teórico e a prática tecnológica.

Com o uso da instrumentação eletrônica, sistema este que visa o registro de controle de variáveis nos processos industriais, tomou-se como foco os ensaios em vasos pressurizados. Os vasos de pressão representam a categoria de equipamentos de maior importância nas indústrias de petróleo, petroquímica e química. Para evitar

paralisações não programadas, falhas ou acidentes, diversas técnicas e métodos são utilizados para a inspeção e monitoração do estado de integridade destes equipamentos (Furini, 2012).

O Teste Hidrostático (TH) resume-se à técnica de pressurizar determinado segmento de tubulação com um líquido, até o nível de pressão estabelecido em projeto. Permite a detecção de falhas, vazamentos ou defeitos em soldas e roscas. Ele baseia-se em fechar uma ponta da tubulação e acoplar à outra ponta um equipamento capaz de forçar o líquido em quantidade de pressão suficiente aos níveis especificados em cada aplicação. Após pressurizado o vaso de pressão, é aguardado um tempo de estabilização, e então variada a pressão até o ponto de teste, em que a alta pressão é mantida por determinado período de tempo. Atendido esse período de tempo, e não havendo perda de pressão a mesma é reduzida e passa-se ao teste de estanqueidade, onde é feita a inspeção em busca de vazamento e comportamento atípico.

Com a justificativa dos vasos de pressão serem equipamentos de alta periculosidade e suas falhas acarretam acidentes catastróficos e muitas vezes fatais, por envolver diretamente o operador em sua execução, é proposto um método alternativo.

Os objetivos gerais estão voltados para a criação de um sistema de instrumentação capaz de medir, atuar e registrar a execução do teste, com aparato eletrônico e variados sensores para determinar, com graus de confiabilidade e precisão maiores ou iguais aos objetivos quando o teste é executado por operador humano e redução do tempo gasto da execução das manutenções e retirando o operador ao ambiente de teste, sendo ele capaz de avaliar os resultados no final da aplicação.

Os objetivos específicos estão relacionados com a criação do protótipo em que serão realizados os testes hidrostáticos. Através da aplicação das disciplinas estudadas em salas de aula, envolve-se a aplicação de componentes eletrônicos, uso de *softwares* de roteamento, aplicação de linguagem de programação e mecânica.

Sendo assim, as atividades integram as estratégias educacionais teóricas em aplicação prática, envolvendo a resolução de problemas com o uso da tecnologia e automatização do processo. São apresentados, portanto, os métodos de pesquisa e implementação para a formação do protótipo final, onde poderão ser realizados testes. Haja visto que não há no mercado solução de baixo custo e simplicidade que atenda à demanda pela execução do teste.

## 2 | METODOLOGIA UTILIZADA

Para a realização do projeto, foram levantadas duas frentes de desenvolvimento.

Uma delas com foco na parte mecânica, com a capacidade de produzir um protótipo de vaso de pressão com seu manômetro objetivando testes. A outra frente de pesquisa tem por base o projeto de um circuito eletrônico e controle do sistema.

Do ponto de vista estritamente técnico, a evolução do trabalho, em ambas as frentes, seguiu modelo de estudos teóricos e aplicação. A partir deste modelo, foi inicialmente destinado aos alunos material de estudos para nivelar os conhecimentos em um nível mínimo adequado ao próximo passo do projeto. Este passo constituiu-se de um treinamento visando o aprimoramento em tecnologias que já houvessem sido vistas, mas com ênfase no objetivo do projeto. Após a fase de treinamento, os alunos foram incitados por reuniões semanais a, utilizando os conceitos abordados, proporem as soluções para as características apresentadas pelo problema foco do trabalho. Estas características, juntamente com parâmetros que as comprovassem, foram levantadas pelos orientadores, que foram auxiliados por profissionais da área. A partir das propostas dos alunos, as mesmas eram então implementadas pelos seus autores, de modo que os próprios observassem se solução havia determinado o parâmetro passado como referencial. Dessa análise de atingimento, as soluções foram sendo refinadas até o protótipo que se apresenta neste trabalho.

Do ponto de vista da coleta de dados e análise pedagógica, na seleção dos alunos para o projeto de pesquisa foram solicitados os históricos de disciplinas cursadas com notas, que foram analisados e feitos os cálculos de médias semestral das notas dos alunos aprovados para o projeto. No decorrer do projeto, as médias semestrais foram calculadas a cada encerramento de ciclo, e gerado o gráfico de evolução dos bolsistas. Neste ponto foi considerado, em uma análise qualitativa, mas não majorada, que devido à abrangência das disciplinas em um curso de Engenharia Mecatrônica alguns dos bolsistas poderiam obter melhores resultados em determinado conteúdo. Ao longo do trabalho foram também coletadas entrevistas que eram feitas nas reuniões semanais de orientação sobre o andamento do curso, seja técnico ou superior dos bolsistas, para coleta de informações sobre o sentimento de pertencimento e identificação com o curso em andamento.

## 2.1 Prototipagem eletrônica e controle

A contribuição eletrônica, para projeto, partiu da concepção de uma placa de circuito impresso. O conceito base seria um sistema microprocessado, contando com componentes fundamentais na eletrônica, onde à tomada de decisões do sistema partiria desse circuito integrado, um chip inteligente, composto por pinos de entrada e saída, processador e memória. Através da programação de um microcontrolador, faz-se possível, controlar os parâmetros de saída, de acordo com as entradas ou programas internos.

O desenvolvimento da placa foi a partir de seu projeto com implementação de componentes eletrônicos estudados durante as disciplinas do curso em teoria. Foram gerados o esquemático e roteamento da placa através do uso de um software que apresenta características de suporte a todas as etapas da produção da placa de circuito impresso e possui uma interface amigável e intuitiva para que o projetista desenvolva o roteamento da placa a partir de seu esquemático.

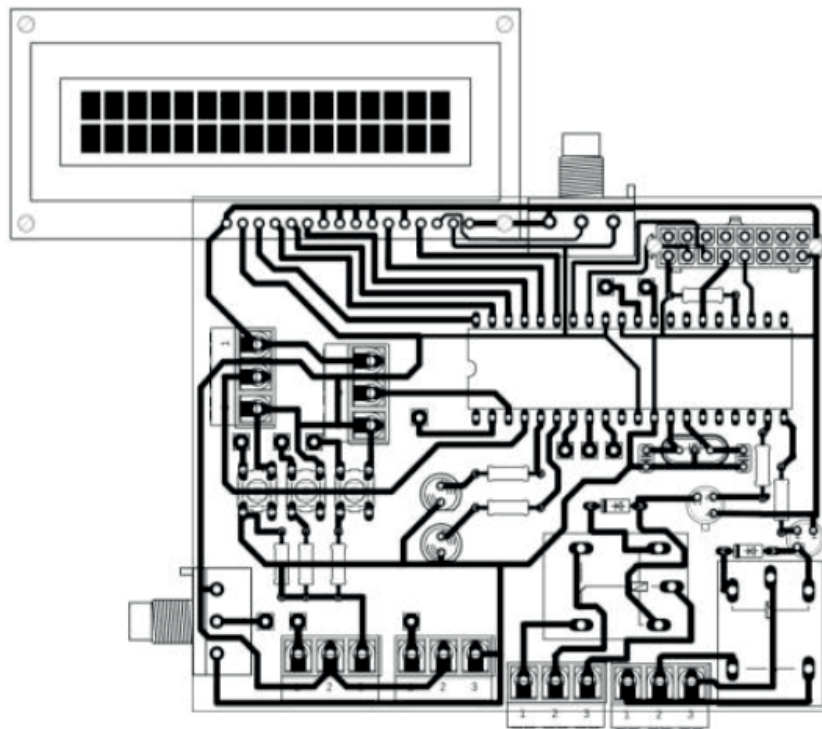


Figura 1 – Placa em fase final de programação.

As trilhas também foram extraídas separadamente visto que para a corrosão da placa é fundamental. Para tal montagem da placa de circuito impresso, foram aplicadas técnicas de transferência, corrosão de cobre e soldagem de componentes.

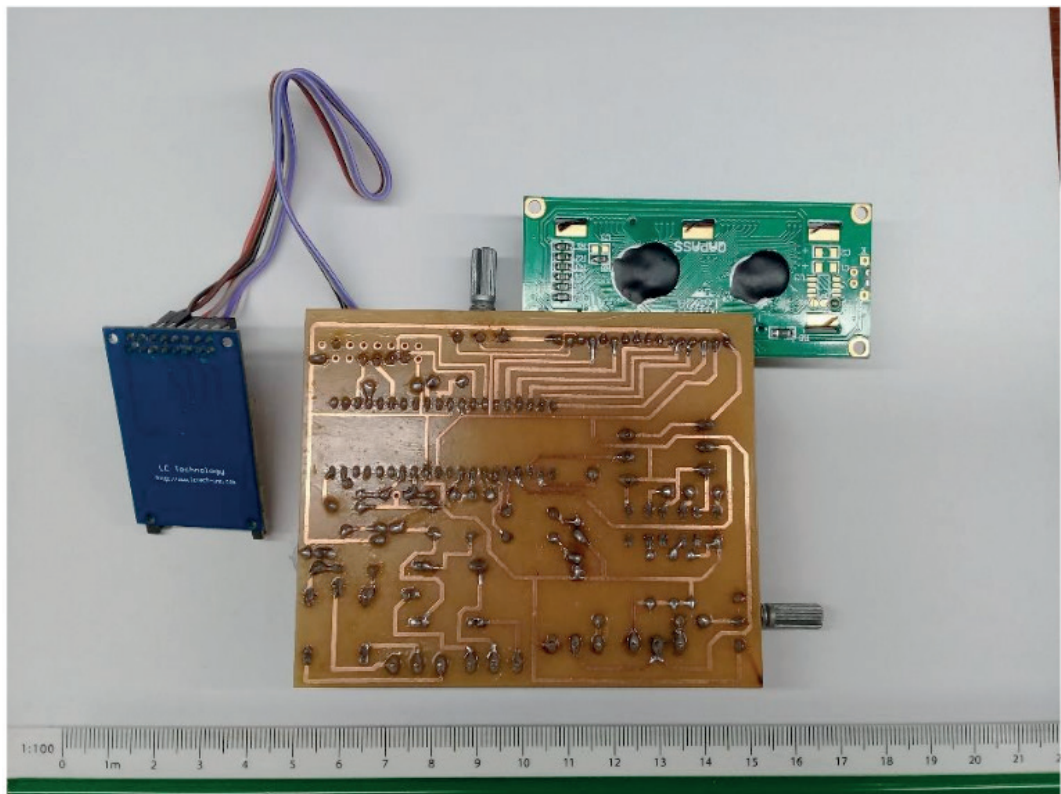


Figura 2 – Placa em fase final (verso)

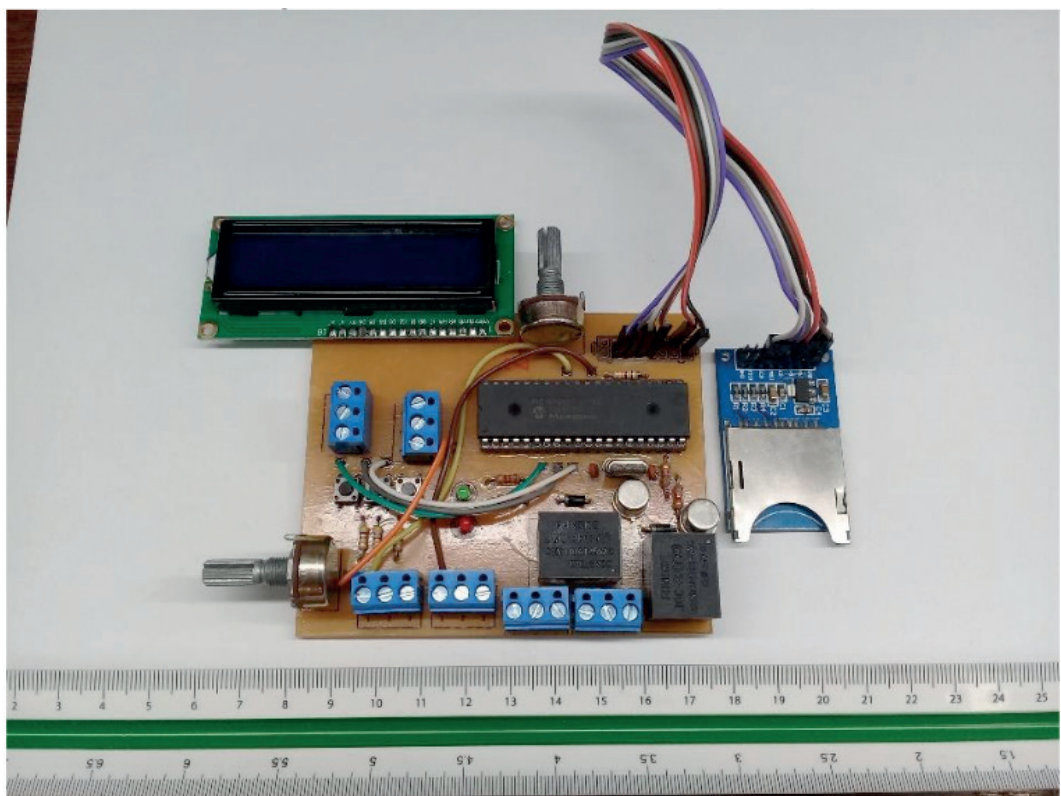


Figura 3 – Placa em fase final (frente)

O PIC, pertencente a categoria dos microcontroladores, é um componente que contém em apenas um dispositivo todos os circuitos que serão necessários para a realização de um sistema digital programável. O microcontrolador utilizado foi o PIC18F4550. O mesmo é chamado de Ambiente de Desenvolvimento, ou IDE

(*Integrated Development Environment*), indicando que o mesmo fornece um único ambiente responsável pelo desenvolvimento, compilação e programação de um código para microcontroladores.

Para a realização da programação, tornou-se necessário baixar os programas software de simulação responsável pela interface de desenvolvimento e um compilador responsável por transformar o código fonte em código máquina.

A programação realizada baseou-se no controle dos parâmetros de saída, através dos comandos de sensores e atuadores com o uso de gravadores ou programadores comerciais de amplo uso, capazes de transferir o algoritmo produzido para o dispositivo.

Essas atividades práticas levaram ao encontro de erros de desenvolvimento, aumentando o aprimoramento das placas produzidas e melhor percepção dos alunos em relação a realidade da aplicação dos conhecimentos. Tendo assim, o melhoramento desejado para a placa final, a ser realmente utilizada na prototipagem, já que, foram desenvolvidas no processo de aprendizagem duas placas anteriores à escolhida, dado que, elas não atendiam o desejado em sua funcionalidade.

## **2.2 Confeção do Vaso de Pressão**

A fase mecânica do projeto, partiu do princípio da confecção do vaso de pressão, para os futuros testes hidrostáticos. A confecção iniciou-se através do aproveitamento de um extintor, onde foi acoplado um manômetro analógico, para aferição de possíveis medidas de pressão.



Figura 3 – Vaso de pressão destinado para testes

Por unir as ideias em mecânica e eletrônica, a prototipagem segue em fase de teste em um protótipo integrado dentro dos padrões estabelecidos na proposição do projeto do vaso de pressão. Sendo possível, realizar a união das etapas realizadas até o momento.

### 2.3 Orientações e Análise

Os projetos utilizados para acompanhamento dos alunos são projetos de iniciação científica, aprovados em editais internos da instituição que visam o desenvolvimento e aprimoramento do tripé ensino, pesquisa e extensão como característica indissociável prevista como primordial para a inclusão dos novos profissionais e estudantes no contexto da globalização 4.0.

Após a aprovação dos projetos em editais, um projeto destinado ao nível superior e um destinado ao nível médio, foram feitas as seleções dos discentes, com uso de entrevistas e análise de históricos escolares. Primordialmente na entrevista avaliou-se motivação para participação no projeto em função do tema e disponibilidade de horários para dedicação ao projeto.

Para a orientação e acompanhamento dos alunos foram combinadas então reuniões semanais, que envolviam os bolsistas de ambos os níveis, permitindo a troca



de saberes, de forma adequada a cada nível de ensino. Eram também combinados os objetivos semanais, além de cobrados os reportes das atividades da semana que havia passado, e dúvidas ou dificuldades encontradas que demandavam orientações dos docentes.

Ao longo de todo o projeto, além do acompanhamento da bolsa, por fichas de frequência e assiduidade, e de relatórios finais e parciais exigidos pelo setor de pesquisa da instituição, também forma os alunos incitados a apresentar os resultados técnicos dos projetos nas feiras e ventos de iniciação científica internos da instituição, além da busca por possíveis fóruns de publicações, visando incremento das competências de redação científica.

De modo complementar ao acompanhamento dado ao projeto técnico pelo setor de pesquisa, os orientadores do projeto acompanharam a evolução no curso dos bolsistas envolvidos, evitando influenciar decisões, mas buscando por entrevistas individuais mapear a evolução dos mesmos.

### **3 | RESULTADOS OBTIDOS**

Entre os resultados obtidos destaca-se o atingimento dos desdobramentos esperados do projeto de automação e construção do sistema de teste. Os testes realizados comprovam o bom funcionamento do sistema, dentro das especificações determinadas.

Quanto ao ensino da engenharia, obteve-se como resultado a melhoria das notas dos alunos nas disciplinas correlatas ao projeto. Houve por parte dos bolsistas maior compreensão da inter e multidisciplinaridade dos conteúdos abordados no curso. Dos bolsistas relacionados no projeto como alunos de nível médio, no ensino técnico, ambos optaram por cursar engenharia após a participação no projeto. Uma das bolsistas autoras deste artigo inclusive prosseguiu estudos na mesma instituição, tendo participado no projeto com ambos os vínculos alcançados.

### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O vigente projeto busca levar aos alunos os procedimentos de trabalho para atender a demanda observada no setor de testes e verificação da integridade de vasos pressurizados, aplicado em setores industriais. Através da construção do protótipo proposto, o teste hidrostático pode ser realizado de maneira automatizada.

Para a implementação dessa automatização e controle o protótipo foi concretizado através da aplicação das teorias estudadas em sala de aula das disciplinas relacionadas a eletrônica, microeletrônica e mecânica, evidenciando a

interdisciplinaridade, capacidade de aplicação da teoria, necessidade de trabalho cooperativo em grupo e entre diferentes níveis de ensino.

Ressalta-se, então, aos alunos o maior interesse pelo curso teórico e trabalho em equipe, onde os alunos com mais experiência puderam aplicar seus conhecimentos no ensino aos outros que estavam descobrindo novos métodos e aplicações práticas.

Para o projeto, o protótipo proposto está concretizado, sendo capaz de mudar de fase de pesquisa, avançando para a realização do teste hidrostático completamente automatizado.

Percebeu-se grande aderência e motivação dos alunos que participaram do projeto, tanto no vínculo de bolsista quanto voluntário, e também tanto no nível médio quanto na graduação em engenharia. Ficou claro dessa forma o quanto projeto de iniciação científica podem contribuir para escolhas por cursos de engenharias, bem como contribuem para a formação ampla, contextualizada e adaptada ao novo cenário de automação e correlação de conhecimentos necessários no contexto da globalização 4.0.

## REFERÊNCIAS

FERLIN, Edson P.; PILLA, Valfredo Jr. **A adoção de linhas de pesquisa como direcionadores dos temas de projetos de iniciação científica, de trabalhos de conclusão de curso e de pesquisa no curso de engenharia da computação.** In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2010, Fortaleza.

FURINE, Adriano. **Avaliação da aplicabilidade do teste hidrostático em vasos de pressão visando a garantia da integridade.** 2012. Trabalho de conclusão de curso - Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2012.

## PARKAPP – UM PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO DE ESTACIONAMENTO UTILIZANDO INTERNET OF THINGS: RELATO DE EXPERIÊNCIA

*Data de aceite: 13/01/2020*

### **Paulo Vitor Barbosa Ramos**

Universidade de Vassouras  
Vassouras – Rio de Janeiro

### **Anrafel Fernandes Pereira**

Universidade de Vassouras  
Vassouras – Rio de Janeiro

### **Fernanda Silva Gomes**

Universidade de Vassouras  
Vassouras – Rio de Janeiro

### **Diego Silva Menozzi**

Universidade de Vassouras  
Vassouras – Rio de Janeiro

### **José Thomaz de Carvalho**

Universidade de Vassouras  
Vassouras – Rio de Janeiro

**RESUMO:** Todos os dias surgem novas soluções para otimizar o tempo e transformar tarefas cotidianas. E através da automação dessas tarefas, o engenho dessas soluções muda, promovendo a interdisciplinaridade e a inserção de componentes interconectados, o conceito de Internet of Things (IOT). Com a oportunidade da transformação de um ambiente em inteligentemente perceptível, as interações dos usuários inseridos em tal percepção possibilitam uma prova de conceito, resultando na aplicabilidade em cenários

distintos. Dessa forma, no presente trabalho são apresentados conceitos, ferramentas e processos de construção de um protótipo para a automatização de um estacionamento de uma universidade, a Universidade de Vassouras – Vassouras / RJ. Através da análise de outros trabalhos publicados em bases acadêmicas, foi possível a percepção das ferramentas utilizadas e os conceitos empregados para a finalidade que a aplicação possui, a automatização do processo de auditoria do cenário estudado. Com isso, torna-se possível visualizar a importância que o engenho, condizente com a globalização tecnológica da sociedade, possui na elaboração de uma projeção que empregue tanto conceitos físicos, quanto sistêmicos, promovendo sempre a percepção de que a aplicação pode ser atualizada para situações maiores, de acordo com a realidade vivida em seu ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Internet das coisas. Ambientes inteligentes. Interdisciplinaridade. Protótipo. Dashboard.

### **PARKAPP – A PARKING LOT AUTOMATION PROTOTYPE USING INTERNET OF THINGS: EXPERIENCE REPORT**

**ABSTRACT:** Every day, emerge new solutions intend to optimize the time and transform daily tasks. And through the automation of those tasks, there are the solutions

engineering transformation, promoting the interdisciplinary and the insertion of self-connected components, the concept of internet of things (IoT). With the opportunity of transformation of an environment in cleverly discernible, the users interactions that are inserted in such perception will enable and concept prove, resulting on different scenarios application. Thus, the present document are presented concepts, tools and the construction process of a prototype to automate a university's parking lot, the Vassouras University, Vassouras / RJ. Through others paper's perceptions, published in academic bases, focused in use of connected components promotion, was possible perception of the utilized tools and the used concepts towards application object has, the auditing process automation of studied scenario. Therewith, becomes possible seen the importance that the engineering, consistent with techno-society globalization has on the formulation of an projection that employ physicals and systemic concepts, always promoting constant application upgrade perception to satisfying complex situation, according the environment reality lived.

**KEYWORDS:** Internet of things. Smart environment. Interdisciplinary. Prototype. Dashboard.

## 1 | INTRODUÇÃO

A sociedade passou por diferentes tipos de revoluções industriais, reformulando processamento e montagem de diferentes produtos ofertados para as massas, sempre visando novas tecnologias para determinar sua qualidade (BASSI, 2017). Processos industriais, antes totalmente compostos por manufatura, atualmente há a possibilidade do controle por redes cibernéticas usando aprendizado de máquinas e uma grandiosa infraestrutura de dados, tudo para o controle perfeito de variáveis tão complexas para o entendimento e manipulação humana (BASSI, 2017).

A busca pelo controle do complexo configura a mais nova revolução industrial, pois retira-se a ideia da produção linear para a inclusão dos requisitos e as definições de qualidade do produto percebidas pelo cliente, ou usuários finais, no início do processo de fabricação. Assim, os dados gerados durante a fabricação são considerados e convertidos em parâmetros, formando um *feedback* para revisão, uma malha fechada para o processo (BASSI, 2017), (PETRASCH e HENTSCHKE, 2016).

Há um mutualismo quando a percepção da satisfação do usuário, conseqüentemente, um parâmetro, é incluída na manutenção da qualidade de uma determinada solução. Assim, serviços para a percepção desses parâmetros são necessários. Todo esse cenário define a adequação de um ambiente automatizado por meios informatizados, definindo uma mútua composição entre sensores, atuadores e *softwares* de controle. Com esse sistema, a máquina pode ser auto parametrizada, sem que o homem interfira em suas rotinas, o que define um conceito defendido

por Mark Weiser em “*The Computer for the 21st Century*”, a computação ubíqua (WEISER, 1991).

Mídias sociais, sites de compartilhamento de opiniões e pesquisas de satisfação, uma grande cadeia de dados e parâmetros, possibilitam tal *feedback* e uma conexão entre ferramentas. Atuadores, sensores e tudo que está conectado à *internet* e, conseqüentemente, gerando algum dado importante para a realização de um determinado controle, são descritos como um processo de *internet of things* (NARANG, NALWA, et al., 2018). Assim, há a possibilidade do processamento desses dados através de *Big Data*, *Data Science* ou qualquer outra metodologia, para a transformação de um dado bruto em informação compilada e útil para a tomada de decisão. Mas produtos que utilizam ferramentas informatizados, agregadores ao produto e parte de uma estrutura complexa, são conseqüentemente acréscimos do custo para a solução (MORESI, 2000).

O acréscimo do custo nessas soluções, considerado um empecilho e um desmotivador de ideia, é na verdade uma influência na procura por inovações utilizando componentes baratos e *softwares* livres para a transformação do ambiente. Exemplos como, Raspberry PI e Arduino, as mais famosas, possibilitam essas qualidades por promoverem uma plataforma de desenvolvimento mutualístico entre sensores e atuadores, disponibilidade e facilidade de programação, componentes extremamente baratos e, com exceção do Arduino, a possibilidade de instalar os *Open Sources Operational Systems* (Sistemas operacionais livres) para o controle e supervisão. E, como toda documentação é disponibilizada livremente na *internet*, é possível construir um ambiente inteligente simples e acessível possuindo todos os valores, como o processamento dos dados obtidos.

Sabendo de toda a visualização da forma como a indústria trabalha para automatizar suas necessidades visando o baixo custo, é possível adequar essa ideia ao objetivo do documento. Com o intuito de transformar o ambiente institucional perceptível as interações dos usuários e promover o interesse dos alunos da instituição no desenvolvimento de soluções para a transformação de seu meio, a proposta consiste em melhorar o estacionamento da universidade de forma simples, possibilitando a todos a contribuição de suas ideias para a atualização do projeto de pesquisa, promovendo a colaboração, troca de experiências e diferentes visões sobre o funcionamento do protótipo. Tudo isso aplicando conceitos aprendidos de forma teórica na sala de aula para associá-los a prática, um dos principais desafios nos cursos de Engenharia (BEZERRA QUEIROZ DE ARAÚJO, VIDAL SOUTO, et al., 2012).

Diante do cenário apresentado acima, vê-se a oportunidade e a necessidade de oferecer aos estudantes do curso “novas” maneiras de vivenciarem, ainda em sala de aula, as novidades que vêm sendo apresentadas pela globalização 4.0.

Como forma de desenvolver uma solução de baixo custo para o desenvolvimento de um ambiente inteligente, o presente trabalho relata um caso de experiência sobre o desenvolvimento de um protótipo de balizador, apoiado por um *dashboard web*.

A principal finalidade de uma automação de um determinado ambiente está em seu controle e supervisão, utilizando futuramente seus dados gerados para que o mesmo se transforme em dado compilado. Assim, o principal objetivo do projeto está relacionado à automatização do processo de auditoria para o levantamento de futuros dados para serem usados em pesquisas relacionadas, como a utilização do espaço e seu devido aproveitamento ou iniciativas de pesquisas relacionadas ao meio estudado.

Para isso, os passos envolvidos no desenvolvimento dessa solução são apresentados a seguir, sendo destacada a metodologia, cenário de aplicação, uma breve apresentação de conceito e as considerações finais desse trabalho, bem como possíveis trabalhos futuros.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO

Como o foco principal é o desenvolvimento de um protótipo de automação, desenvolvendo a autoinstrução e o compartilhamento entre áreas de ciência da computação e engenharia, há a necessidade de saber os principais pontos qualitativos e suas exemplificações de uso, requisitos em uma aplicação de tal proporção. De acordo com *SCImago Journal Rank*, o Brasil apenas possui um somatório de 15.375 publicações em 2017 relacionados a essas áreas de atuação, enquanto os Estados Unidos, no mesmo período, somaram 149.476 nas mesmas áreas (ELSEVIER, 2019).

Sabendo dessa proporção, foi feita uma revisão sistemática da literatura em bases internacionais de dados com a finalidade de perceber o que tornava aplicações desenvolvidas por estes autores bem aplicáveis em seus cenários de atuação, gerando novos estudos para atualizá-los. Através da base acadêmica da *IEEE Xplore Digital Library*, visualizam-se fatores básicos para requisitos de qualidade que uma aplicação necessita possuir no processo de desenvolvimento de um protótipo. Na Tabela 1, é descrita alguns desses pontos para a projeção da solução proposta.

Critério	Descrição
Plataformas de desenvolvimento	Arduino
	Raspberry PI
Sistemas operacionais de controle	Distribuições GNU/ Linux
Valores	Permeabilidade do ambiente
	Solução de baixo custo, mas alto valor
	Atualização da solução para sistemas robustos
	Disponibilidade de documentação fonte

Tabela 1. Levantamento de critérios de soluções revisadas na base acadêmica

Fonte: própria

Com esses critérios, verifica-se 206 artigos publicados na base, usando a seguinte *string* de busca: (“**internet of things**” OR “**IOT**”) AND “**smart environment**” AND “**parts of**”)

Através desse levantamento, houve a possibilidade de visualizar o Arduino e o Raspberry PI como pioneiros no desenvolvimento de um ambiente inteligente. Fatores como, a facilidade de agregação de futuros valores e a atualização da solução proposta, o Raspberry PI torna-se uma ótima solução por possuir essas qualidades e possibilidade de ter um sistema operacional da distribuição GNU/ Linux como controle.

Além da flexibilidade, otimização e atualizações disponibilizadas livremente pela comunidade *Open Source* (DEBIAN, 2017), tanto o GNU/ Linux quanto Python, principal linguagem de programação da plataforma Raspberry PI, possuem uma grande compatibilidade para a solução, pois critérios de custo, disponibilidade e facilidade de conhecimento e controle são vistos. Além desses fatores, é possível o desenvolvimento de uma aplicação *web* totalmente dinâmica e inserida em qualquer dispositivo disponível no mercado, permitindo a inserção do processamento dos dados (SPAETH, S., STUERMER, M., HAEFLINGER, S., & VON KROGH, G, 2007).

Possuindo um sistema *web*, tendo a mesma linguagem de programação do controle dos sensores e atuadores, as futuras implementações serão fáceis de serem implementadas, pois há uma tecnologia homogênea disponibilizada livremente. Aqui, a biblioteca Django figura o meio para que os objetivos da aplicação - automatizar o estacionamento e influenciar os alunos a criarem soluções informatizadas - possam ser alcançados, por simplesmente ser fácil às pessoas com menos conhecimento técnico sobre a ferramenta. A facilidade e a disponibilidade de documentações é

grandiosa e bem explicada, tanto em suas bases oficiais quanto de terceiros, possibilitando a percepção do funcionamento das diferentes funcionalidades disponíveis e suas possibilidades para outras linhas de pesquisa relacionadas ao ambiente automatizado.

### 3 | DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

O protótipo apresentado nesse trabalho está inserido no contexto de ambientes inteligentes, mais especificamente na proposta de transformar um estacionamento comum em um inteligente, para controlar, supervisionar e auditar seus usuários. Tudo isso, a partir da oportunidade de se utilizar os conceitos aprendidos em sala e de colocá-los em prática dentro da própria universidade.

Como primeiro passo, para que fosse possível ter uma percepção inicial da dimensão do projeto que estava sendo criado e do levantamento dos materiais que seriam necessários, foi realizado um desenho 3D do protótipo. Esta atividade colaborou para se obter um entendimento mais claro sobre como o protótipo seria desenvolvido. Para tal, foi utilizado o programa SolidWorks 2017, disponibilizado pela *Dassault Systems*. A Figura 1 apresenta o protótipo remasterizado pela aplicação.

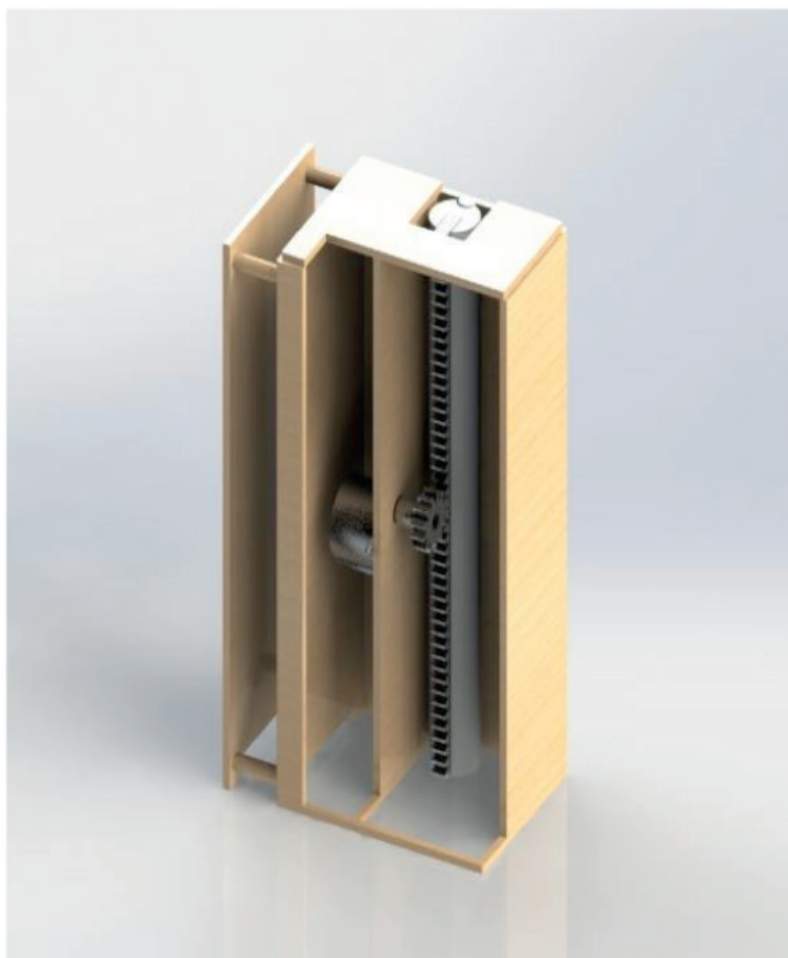


Figura 1. Montagem do protótipo remasterizado

Fonte: O Autor.



A partir dessa projeção tridimensional, foi possível visualizar os componentes que poderiam ser utilizados para a confecção do protótipo, assim como a percepção prévia de sua montagem. O motor de passo ULN2003, que oferece um torque nominal de 0,34 kgf.cm, suficientes para a retirada do pilar da inércia e a possibilidade da impressão 3D da engrenagem e cremalheira em material PLA, foram algumas das percepções para o processo de montagem do protótipo.

Mas como o conceito de *internet of things* defende a interação entre componentes físicos e sistêmicos, ou seja, a atuação conjunta de *hardware* e *software*, a solução necessita que aquele seja supervisionado e controlado por este. Seu *driver* de comunicação realiza o papel como intermédio entre a plataforma sistêmica e os comandos elétricos para a realização dos passos do motor. O Raspberry PI é a fonte de todas as instruções, pois hospeda essas linhas em sua aplicação *web* manipulada por seu sistema operacional. A Figura 2 demonstra o protótipo montado usando o desenho 3D como referência.

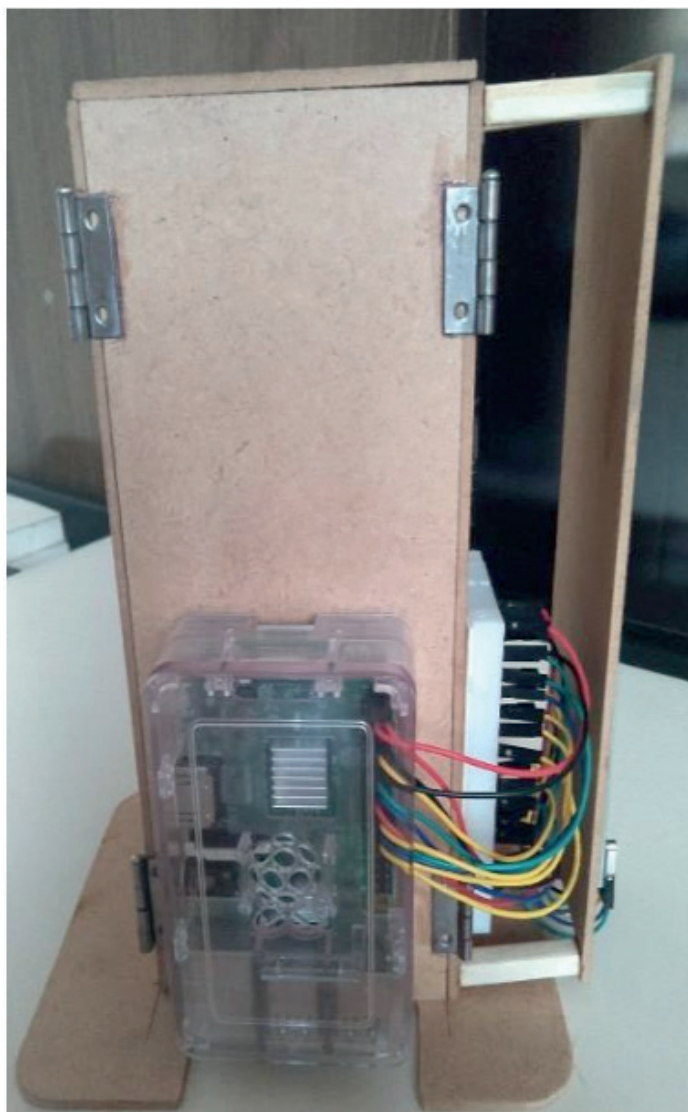


Figura 2. Protótipo montado

Fonte: O Autor.

Com o modelo físico desenvolvido, o *dashboard* de controle é o passo subsequente. Ele pode ser entendido como o *software* necessário para controle lógico do balizador. Para isso, um diagrama de atividade do sistema foi desenvolvido e é apresentado pela Figura 3. Tudo isso, com a finalidade de entender o processo, ou seja, os passos que seriam necessários, bem como as suas rotinas. Para o desenvolvimento do *dashboard*, a linguagem de programação Python foi a escolhida por ser simples e de pequena curva de aprendizado. Além disso, Python é uma das três linguagens de programação mais utilizadas do mundo, o que figura seu sucesso em aplicações similares à abordada no documento (TIOBE, 2019). A aplicação criada foi denominada de ParkApp.

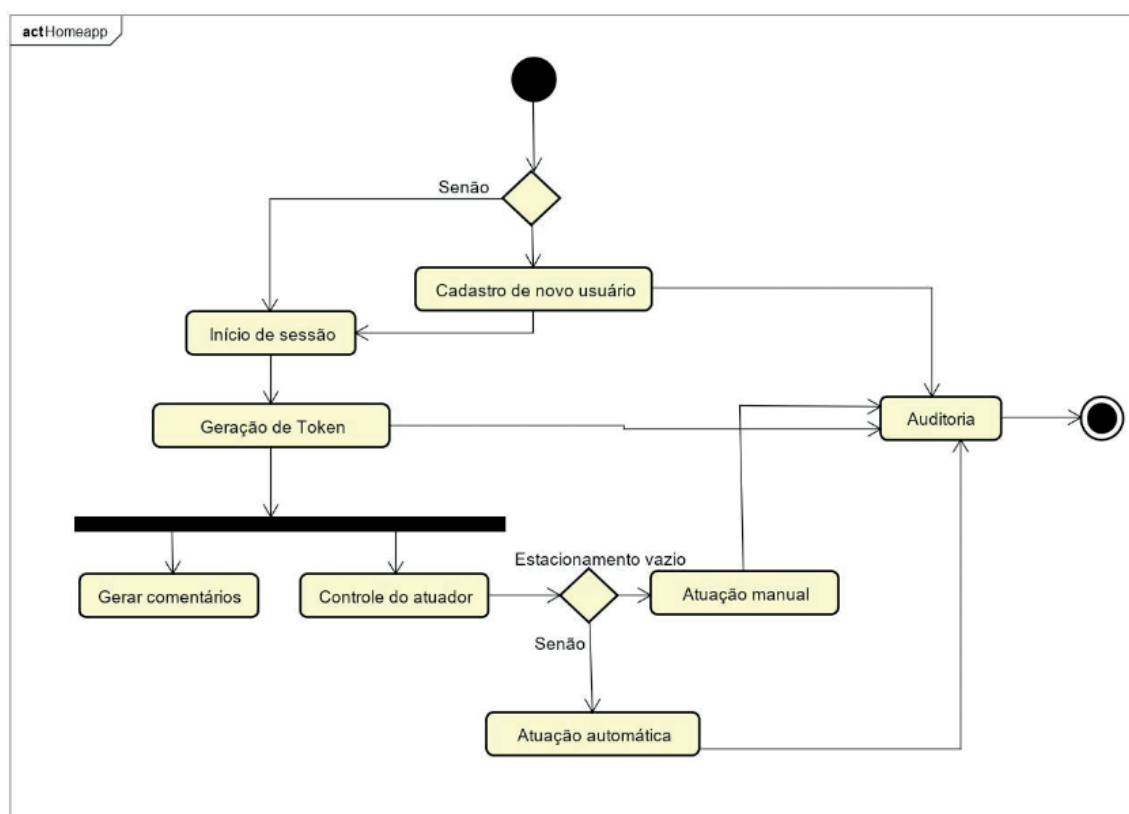


Figura 3. Diagrama de atividade para o sistema intitulado "ParkApp"

Fonte: Astah UML

Percebida toda a interação entre processos, a principal finalidade é a automatização da auditoria do uso de todo o sistema de controle e supervisão. Através do *framework* Django 2.1, que possui um servidor Celery 4.2, suportado por Redis 3.2, o conjunto possibilita que toda a aplicação possa ser assíncrona. Em outras palavras, o conjunto dessas tecnologias possibilita a aplicação ser otimizada, nas quais grandes instruções serão feitas em segundo plano, realizando leitura de cartão RFID e atualização das informações sem a interrupção das instruções principais.

O processamento de dados, direcionados ao banco de dados SQLite 3, é feito da mesma forma. A Figura 4 demonstra a interface de controle da aplicação.

## Status de Estacionamento

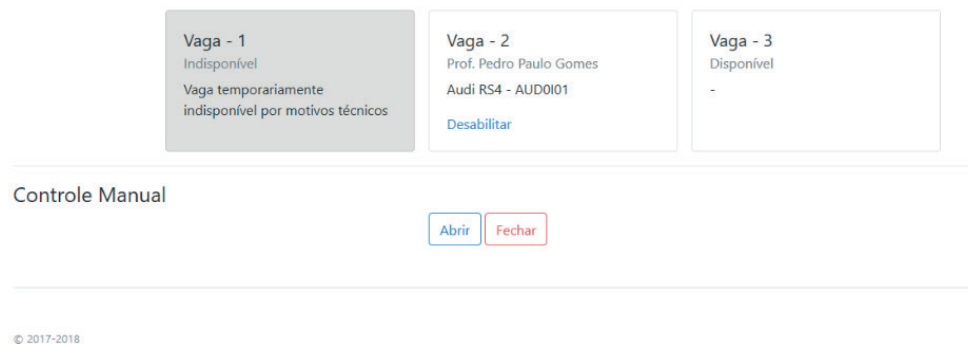


Figura 4. Exemplificação do painel de controle das vagas

Fonte: O Autor

A proposta é que através dessa aplicação o usuário possa controlar as vagas que estão indisponíveis por algum motivo estrutural ou perceber mais informações sobre quem está ocupando determinada localidade. Com um processo de auditoria, desde o início da sessão até a manipulação dos veículos, a instituição poderá ter um maior controle dos veículos que entraram ou saíram, assim como o controle automático do fechamento dos balizadores de demarcação.

Na seção seguinte, é descrita uma breve avaliação realizada no protótipo ParkApp.

## 4 | AVALIAÇÃO

O protótipo ParkApp foi utilizado para a realização de uma prova de conceito com o objetivo de obter evidências sobre a aplicabilidade da solução no contexto de Estacionamentos Inteligentes. Além disso, uma avaliação preliminar também foi realizada, a partir de testes funcionais da aplicação, através dos quais foram avaliadas as funcionalidades apresentadas nesta pesquisa. Algumas das tecnologias utilizadas no desenvolvimento deste protótipo foram:

- Raspberry PI Model 3 B+, na qual possui todos requisitos de hardware para hospedagem do sistema operacional e componentes de compartilhamento de rede, tanto LAN quanto WAN;
- Cartão RFID, usando a tecnologia MIFARE de 13,56 MHz, padrão ISO/ IEC 14443, disponibilizado a cada usuário físico do estacionamento;
- Linguagem de programação Python, utilizado para a programação da aplicação *web*, utilizando Django e utilizando Celery e Redis, servidores para transformar tarefas de alto processamento em assíncronas, definindo o dinamismo da aplicação por executar diferentes tarefas paralelamente;

- GNU/ Linux Raspbian, um sistema operacional com *kernel*/ Debian em arquitetura arm64;

Ambientes que necessitem de um controle mais apurado das pessoas que utilizem a localidade, através de diferentes níveis de permissão, pode ser uma exemplificação do uso da aplicação desenvolvida. Tendo o cartão RFID uma identificação única, cada usuário também será único para sua respectiva vaga de estacionamento. Caso a regra de negócio não determine vagas pré-estabelecidas, há a possibilidade de determinar locações decrescentes, ou crescentes, para cada usuário que utilizar o controle autônomo, ou seja, vagas sequenciais seriam distribuídas aos usuários do ambiente.

Além de possibilitar um controle e disponibilizar diferentes maneiras de determinar uma aplicação maleável as necessidades do ambiente estudado, todo o sistema possui baixo custo. A comunidade *Open Source* está mais presente no desenvolvimento de tecnologias e documentações acessíveis em suas respectivas bases livres para o auxílio no desenvolvimento de soluções inteligentes. Desta forma, todos os componentes utilizados, desde a projeção tridimensional ao desenvolvimento da aplicação, tornam-se adaptada as necessidades vividas pelo ambiente passível de ser automatizado, utilizando tecnologias livres. Ou seja, a adaptação às particularidades do usuário.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de desenvolvimento de protótipo é uma oportunidade para a interconexão entre áreas de atuação, para a obtenção de uma solução rebuscada (SILVA E SERPA e MOREIRA BESSA, 2018). E essa verificação do compartilhamento entre áreas promoveu a autoinstrução das ferramentas compostas no processo de prototipagem da solução (TEIXEIRA SILVA, SÍLVIA SANTOS FIÚZA e MARQUES BAHIA, 2018).

Com um processo de projeção 3D para o levantamento de componentes, junto a busca por documentação referencial e um processo de revisão sistemática da literatura, foi possível perceber as ferramentas livres mais adequadas para o desenvolvimento da aplicação. Com isso, o objetivo do trabalho foi concluído. Além disso, foi possível realizar a interdisciplinaridade entre engenharia e a ciência da computação, algo tão importante e valorizado atualmente, percebendo a necessidade de contribuições em áreas correlatas.

Todas as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento desse protótipo, possuem a qualidade de serem lúdicas. A linguagem de programação é a que possui a menor curva de aprendizado quando comparadas a C ou C++, o que possibilita a autoinstrução quando há uma revisão da literatura para a percepção de suas

aplicações.

A antiga visão do controle de sistemas eletroeletrônicos por contadores e circuitos integrados simplórios evoluem e se transformam em um controle cibernético dos atuadores, com geração e escrita de dados para sua própria parametrização, a *internet* das coisas. Mas, mesmo visualizando que a atual aplicação é possível de ser exemplificada como uma solução do problema visualizado, ainda há melhorias que podem ser feitas.

Sob a perspectiva de educação, há a percepção de que o conhecimento necessário para o desenvolvimento de tal ambiente está disponível em diversas bases livres. Não somente as documentações das tecnologias usadas no presente documento, mas qualquer metodologia para o desenvolvimento da aplicação. Páginas *web*, fóruns de pesquisa e plataformas de ensino formam uma extrema ajuda para o desenvolvimento de todo o protótipo, pois oferecem uma maneira lúdica de ensinar passos de uma determinada tecnologia. Assim, ideias podem ser suportadas por conhecimento simples e livres para todos.

Como possíveis trabalhos futuros, percebe-se a possibilidade do desenvolvimento de sistemas mais robustos. Motores de grande porte e a utilização dos dados gerados por aplicações como essa, são possibilidades quando se utiliza o Raspberry PI. O sistema operacional é de uma distribuição GNU/ Linux, que além de possuir desempenho e segurança, há a integração de outros sistemas que promovem segurança, ou agregador de valor, realçando o assunto de *internet of things* e a segurança da informação.

## REFERÊNCIAS

BASSI, L. **Industry 4.0: hope, hype or revolution?** IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI), 2017.

BEZERRA QUEIROZ DE ARAÚJO, Í. et al. **Desenvolvimento de um protótipo de automação predial/ residencial utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino.** XL Congresso brasileiro de educação em Engenharia, Belém, Setembro 2012. 9.

DEBIAN. **Debian.**2017. Disponível em: <<https://www.debian.org>>. Acesso em: 21 abril 2019.

ELSEVIER. SCImago Journal Rank. **SCImago.** 2019. Disponível em: <<https://www.scimagojr.com>>. Acessado em: 18 de Abril de 2019.

MORESI, E. A. D. **Delineando o valor do sistema de informação.** SciELO Brasil, p. 11, 2000.

NARANG, S. et al. **An efficient method for security measurement in internet of things.** International Conference on Communication, Computing and Internet of Things (IC3IoT), 2018. 319-323.

PETRASCH, R.; HENTSCHE, R. **Process Modeling for Industry 4.0 Applications: Towards an Industry 4.0 Process Modeling Language and Method.** 13th International Joint Conference on

Computer Science and Software Engineering (JCSSE), Khon Kaen, p. 5, Julho 2016.

SILVA E SERPA, F.; MOREIRA BESSA, T. **A Interdisciplinaridade através do projeto integrador lixeira automática: aplicando o conhecimento para pessoas com mobilidade reduzida.** XLVI Congresso brasileiro de educação em engenharia e 1º simpósio internacional de educação em engenharia, Salvador - BA, Setembro 2018. 9.

SPAETH, S., STUERMER, M., HAEFLINGER, S., & VON KROGH, G. **Sampling in Open Source Software Development:** The case for using the Debian GNU/Linux Distribution. Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii: IEEE. 2007. p. 7.

TEIXEIRA SILVA, Cristiano Geraldo; SANTOS FIÚZA, Maria Sílvia; MARQUES BAHIA, Maria Gisèle. **Análise da implementação de um modelo de atividade autoinstrucional para cursos de engenharia.** *In:* BRAZILIAN APPLIED SCIENCE REVIEW, 2019, Salvador - BA. **Anais [...].** Curitiba: Brazilian Journals Publicações de Periódicos e Editora Ltda, 2019.

TIOBE. Índice TIOBE. **TIOBE Index for March 2019**, 2019. Disponível em: <<https://www.tiobe.com>>. Acessado em: 20 de Abril de 2019.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. **Scientific American**, p. 94-104, Setembro 1991.

## ESTRATÉGIAS PARA O COMBATE AO MOSQUITO DA DENGUE: UMA MOBILIZAÇÃO COOPERATIVA EM UMA ESCOLA PÚBLICA

Data de aceite: 13/01/2020

Data da submissão: 20/10/2019

### Bernardo Porphirio Balado

Colégio Estadual Brigadeiro Castrioto

Niterói, Rio de Janeiro

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4228590650573501>

### Thauane Cristine Cardoso de Souza

Colégio Estadual Brigadeiro Castrioto

Niterói, Rio de Janeiro

### William da Silva Hilário

Colégio Estadual Brigadeiro Castrioto

Niterói, Rio de Janeiro

**RESUMO:** O presente trabalho tem por objetivo apresentar formas de estratégias sobre a importância do combate ao *Aedes aegypti* no interior da escola da rede pública. Para realizar tais estratégias, buscou-se uma iniciativa de mobilização com relação a possíveis mudanças de hábitos frente a esse grave problema enfrentado. Para isso, elaboraram-se diversos materiais lúdicos com mensagens simples, tais como história em quadrinho, vídeo, uma mascote e cartazes, os quais serviram como ferramentas para sensibilizar a comunidade escolar e alcançar, inclusive, as residências. Sendo assim, almejou-se a reflexão acerca de hábitos que contribuem para proliferação

do mosquito, estendendo esses para o âmbito familiar.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Aedes aegypti*. Materiais lúdicos. Mobilização. Cooperação. Aprendizado.

### STRATEGIES FOR COMBATING THE DENGUE FEVER MOSQUITO A COOPERATIVE MOBILIZATION IN A PUBLIC SCHOOL

**ABSTRACT:** The present work aims to present strategies for the importance of combating *Aedes aegypti* within the public school. In order to carry out such strategies, a mobilization initiative was sought with regard to possible changes of habits in face of this serious problem faced. For this, several play materials were elaborated with simple messages, such as comics, video, mascot and posters, which served as tools to sensitize the school community and even reach the residences. Thus, we sought to reflect on habits that contribute to mosquito proliferation, extending them to the family environment.

**KEYWORDS:** *Aedes aegypti*. Play materials. Mobilization. Cooperation. Learning.

## 1 | INTRODUÇÃO

A dengue e a febre hemorrágica da dengue são antigos problemas conhecidos

pelos países da Oceania e do Sudeste Asiático, contudo, apenas a partir da década de 1980, a doença se alastrou pelas Américas, apesar de no Brasil ter relatos desta doença desde o ano de 1846 (BRAGA; VALLE, 2007).

Transmissor de doenças virais sanguíneas, esse mosquito cuja incidência se dá predominantemente em países tropicais e subtropicais, se reproduz em lugares onde há pouca incidência de luz e com água parada. Em centros urbanos, onde há descarte de materiais de forma inadequada associado a não disponibilidade de serviços de saneamento ambiental em quantidade e qualidade adequada, em especial relacionada à coleta de lixo (propiciando lugares apropriados para a poda dos ovos do mosquito) e abastecimento de água (forçando as pessoas estocarem água em locais que podem vir a se configurar como potenciais locais para a reprodução do vetor) o mosquito encontra condições ideais para sua proliferação (SAN PEDRO, 2009).

As doenças conhecidas transmitidas por esse inseto são Dengue, Zika, Chikungunya e Febre Amarela. Os principais sintomas da dengue podem variar de reações alérgicas e dores musculares a febre aguda com duração de até 7 dias, cefaleia, prostração, dor retroorbitária, artralgia, exantema e mialgia (SOUZA, 2008) podendo, em alguns casos, levar a pessoa infectada a óbito.

O ciclo de vida do *Aedes aegypti* dependente da temperatura e disponibilidade de alimentos. Em condições favoráveis, depois da eclosão do ovo, o desenvolvimento do mosquito até a forma adulta leva, em média, 10 dias. Tanto os machos quanto as fêmeas do *Aedes aegypti* alimentam-se de néctar e seiva. Todavia a fêmea pica o homem para sugar sangue, alimento necessário à maturação dos ovos. Geralmente, a hematofagia é mais voraz a partir do segundo ou terceiro dia depois da emergência da pupa e da cópula com o macho. Se a fêmea estiver infectada pelo vírus da dengue quando realizar a postura de ovos, há a possibilidade de as larvas filhas já nascerem com o vírus, no processo chamado de transmissão vertical (IOC, 2008).

Não são todos os mosquitos que estão infectados com o vírus, porque nem todas as fêmeas picam pessoas com o vírus e, ademais, nem todos conseguem sobreviver até se tornarem infectivos. Quanto maior a longevidade média de uma população de mosquitos, maior a probabilidade de que possua indivíduos que consigam transmitir o vírus. Conjuntamente, quanto menor o esforço que as fêmeas fazem para colocar seus ovos, maior a garantia de longevidade. Tal esforço acontece em dois momentos principais, à procura de uma fonte de sangue, para amadurecer seus ovos e para depositar seus ovos, já que precisam de um ambiente aquático para eclodir e se desenvolver. Logo, quanto maior a disponibilidade de locais para que depositem seus ovos, maiores possibilidades de ter uma população longa de mosquitos e capazes de transmitir o vírus.

Desse modo, a partir da preocupação com os numerosos casos mostrados pelo



boletim epidemiológico publicado pelo ministério da saúde, os dados epidemiológicos registrados pela Secretaria de Saúde do Rio de Janeiro, conforme mostrado na Tabela 1 (RIO DE JANEIRO, 2016), e as notícias vinculadas aos meios de comunicação (PUFF, 2016) surgiu a ideia de informar e conscientizar sobre a importância do combate ao *Aedes aegypti* dentro dos espaços do colégio.

Dengue 2015/2016 1 <sup>a</sup> a 4 <sup>a</sup> semana epidemiológica	Nº de Casos Prováveis		Taxa de Incidência		Variação (%)
	2015	2016	2015	2016	
Capital	143	972	2,2	15,0	579,7
Região Metropolitana II	77	288	3,8	14,2	274,0
Itaboraí	21	107	9,2	46,7	409,5
Maricá	0	5	0,0	3,4	#
Niterói	17	105	3,4	21,1	517,6
Rio Bonito	1	2	1,7	3,5	100,0
São Gonçalo	38	67	3,7	6,5	76,3
Silva Jardim	0	1	0,0	4,7	#
Tanguá	0	1	0,0	3,1	#

Tabela 1: Variação do nº de casos prováveis e incidências, por município/região de residência, anos 2015 e 2016, Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Secretaria de Saúde do Rio de Janeiro

Tendo em vista que a família possui importância ímpar no processo de educação, é imprescindível existir uma sinergia entre as práticas que ocorrem no interior da escola e a vivência do educando em outros ambientes. É dessa forma que se dá o processo de ensino e aprendizagem, a partir de trocas e não concentrado apenas no espaço da instituição de ensino. Para que a atividade realizada na escola rompesse os limites desta e chegasse às casas, foram produzidas plataformas de divulgação variadas, como páginas na internet, panfletos, cartazes e divulgação nas salas e corredores da escola com o objetivo de informar, não apenas aos próprios colegas e funcionários do colégio, como também, seus familiares e os usuários de redes sociais, sobre a importância da prevenção contra os focos de mosquitos e como eliminá-los. Partindo da reflexão seguida da mudança dos hábitos que colaboram com a proliferação do mosquito, as atividades foram desenvolvidas.

Essas medidas de divulgação têm como finalidade incitar em um determinado público a adoção de medidas que visem seu bem-estar. Então, com as atividades realizadas se buscou apontar hábitos inadequados no que se refere a locais possíveis para criadouros de mosquitos almejando a reflexão acerca de hábitos que estimulam a proliferação do mosquito, estendendo esses para o seio familiar.

## 2 | OBJETIVO

Desenvolver materiais que conscientizem e sensibilizem sobre a importância do combate ao *Aedes aegypti* no interior de uma escola da rede pública que chegue à residência e, influencie também no hábito das famílias, ressaltando a importância da prevenção contra os focos de mosquitos e como eliminá-los, a partir de uma dinâmica de ensino e aprendizagem em que os educandos estejam no centro do processo, sendo agentes ativos e coautores de sua formação.

## 3 | DESENVOLVIMENTO

Com os materiais informativos produzidos e divulgados foi pretendido o esclarecimento da comunidade escolar sobre a doença e sua prevenção e ainda os cuidados necessários com focos domésticos através da divulgação de informações científicas em linguagem popular, possibilitando a compreensão da etiologia, sintomatologia e medidas de controle. Considerando a informação, importante componente nas atividades de promoção da saúde e prevenção de doenças, e que a dengue no país é um grave problema de saúde pública, mensagens informativas deveriam circular intensivamente durante todo o ano, evitando inclusive, a ideia errônea de que dengue só ocorre no verão (LENZI; COURA, 2004).

Sendo assim, todas as atividades desenvolvidas também foram utilizadas como suporte para o desenvolvimento de competência e habilidades que estão para além das disciplinas do currículo comum. Tornando o aprendizado mais dinâmico e efetivo, a partir de situações reais, fazendo com que os aprendizes interfiram de modo consciente para o aperfeiçoamento da sociedade. Ressignificando a posição passiva do aluno para uma postura ativa frente à resolução de problemas com uma aprendizagem colaborativa sendo coautor e protagonista na construção do processo de ensino aprendizagem.

A seguir, são descritas as atividades que foram realizadas ao longo dos anos letivos de 2016 e 2017, e que, findaram os mais diferentes materiais informativos, incitando discussões a respeito do mosquito *Aedes aegypti* e, que propiciaram mudanças de consciência e atitudes no que se referem ao cuidado com a saúde bem como o cuidado e preservação do meio ambiente.

Todas as atividades apresentadas foram pensadas conjuntamente com os educandos, sendo o papel do professor não mais de centralizador do conhecimento, mas de mediador e estimulador de situações problemas e o aluno o agente principal na realização das atividades.

### 3.1 Focus on Dengue

Devido à dificuldade na interlocução entre os integrantes do projeto, em razão dos horários, foi adotado o uso do Facebook como rede de comunicação entre os membros. O grupo “Focus on Dengue” facilitou a troca de informações recolhidas, assim fazendo que todos tivessem grande participação em todas as discussões a respeito do mosquito *Aedes aegypti*.

A primeira etapa do projeto estruturou-se em torno do recolhimento de informações científicas acerca do mosquito, das doenças transmitidas por ele, e como se dá essa transmissão. A elaboração e estruturação das outras fases do projeto, bem como a obtenção de grande parte do referencial bibliográfico do presente trabalho se deram durante essa fase, assim como discussões sobre as informações, sob auxílio do professor por intermédio do grupo Focus on Dengue. Dessa forma, o que foi produzido na escola pôde ser levado para fora dela, ampliando os horizontes e possibilitando a troca de informações e a sedimentação de novos conhecimentos.

### 3.2 Livro Ilustrativo

Ao longo de, aproximadamente, 3 dias do mês de maio de 2016, sob a mediação dos professores, foi feito um trabalho de campo no terreno da escola em que foi possível observar locais suscetíveis a reprodução do mosquito, e assim, foram registrados em fotografias, as quais estas foram usadas para confeccionar o livro ilustrado “Mosquita em foco” (figura 1), que foi divulgado para toda a comunidade escolar. Foram feitas cópias do livro, distribuídas na escola, mostradas nas salas de aula e afixadas em lugares de grande circulação para que todos pudessem ter acesso ao projeto realizado.

O livro conta, basicamente, a história de uma “mosquita” em busca de lugares ao redor da escola para por seus ovos, para isso, utiliza-se de uma linguagem cômica e ao mesmo tempo crítica, mostrando o descaso referente aos possíveis focos do mosquito na escola e ao redor da comunidade.

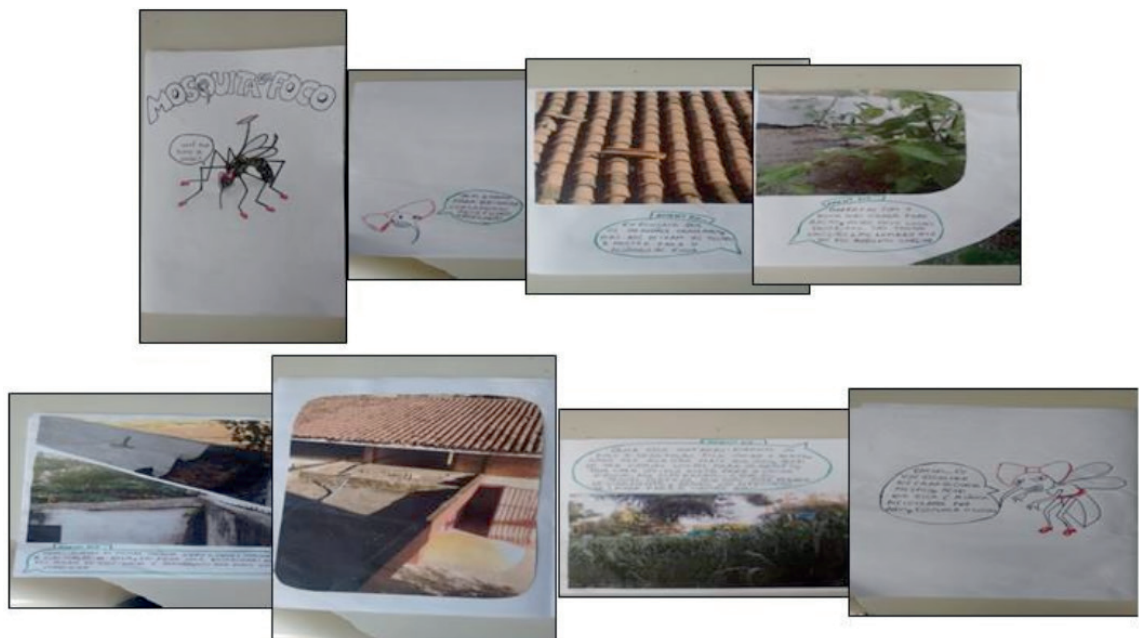


Figura 1: Livro ilustrado “Mosquita em foco”.

Com o livro foi possível explorar e desenvolver outras habilidades e competências nos alunos, como os diferentes tipos de contar história, elaboração de ilustrações e de textos. Através da representação cartunizada do mosquito, foi possível a demonstração lúdica de como o problema sanitário provocado pelo *Aedes aegypti* pode ser solucionado, uma vez que, o desenho a mão livre é a linguagem que permite a fluidez entre o pensar e o gesto manual, possibilitando a transmissão do pensamento de maneira simples e objetiva (PAIXÃO, 2016).

Ademais, foi possível explorar o conceito da complementariedade, ou seja, ninguém sabe fazer tudo e nesse sentido é necessário trabalhar em times, para que as dificuldades sejam superadas e a sedimentação do aprendizado seja potencializada.

As fotografias dispostas na revista, mostrando partes da escola como possíveis locais de criação de mosquitos, foram escolhidas através da noção de que a escola é um espaço o qual faz parte do cotidiano de seus frequentadores, tornando dessa maneira, perceptíveis para os leitores a proximidade em que essas doenças mortais estão de tornarem-se um problema para suas vidas, simultaneamente, cientificando de que a solução não está distante.

### 3.3 Vídeo

Sob influência das propagandas de combate ao mosquito que são transmitidas na TV quase todos os dias, o vídeo: “Mosquita em foco: o fruto do descuido” foi feito com o intuito de alcançar um público que a revista não alcançaria, usando assim uma plataforma virtual, o YouTube, para transmitir, de forma mais eficiente, a mensagem. O vídeo pode ser acessado pelo link <https://www.youtube.com/watch?v=wlrq4VMN2eQ>. Ele foi pensado como um Spin Off (obra derivada de uma

já existente) do livro “Mosquita em foco”, onde os filhos da mosquita protagonista da revista acabam fazendo uma vítima nos corredores do colégio, mostrando o quão danosa pode ser a proliferação dos mosquitos. Também incita a participação dos alunos em outras áreas, por exemplo, a da fotografia, com o manuseio da câmera, a iluminação do local, montagem e colagem de vídeos, etc.



Figura 2: trecho do vídeo em que a “mosquita” surge.

Toda a situação exposta no vídeo é uma metáfora para a negligência de grande parte da sociedade diante do problema que pode ser gerado pelo *Aedes aegypti*, perceptíveis pelas ações do personagem. O vídeo faz alusão a não conscientização da população mesmo diante do visível aumento de casos de dengue nos últimos tempos, ao mostrar o pouco-caso que o personagem faz do alerta que lhe é apresentado pela revista que o mesmo encontra. Outro sentido que pode ser extraído da obra, colocando o personagem na figura de professor, é o de que, mesmo obtendo o necessário para levar esse conhecimento para sala de aula, muitas vezes as portas estarão fechadas para esse aprendizado, culminando dessa forma em mais uma vítima desse descaso.

### 3.4 Dilacerador

A mascote foi feita pelos estudantes do 2º ano (figura 3), intitulada como “Dilacerador de mosquitos”. Estimulando a importância do combate contra o *Aedes aegypti* e a participação ativa na produção do boneco, além de incentivar a interação com o projeto, desperta o interesse em eliminar o vetor e a doença, conscientizando, assim a escola. Fez-se uso de materiais alternativos que podem servir de foco para o mosquito, por exemplo, seus braços que foram construídos com tampinhas de

garrafa PET, e, seu tronco que foi utilizado de uma latinha. Em segundo plano tem-se o desenvolvimento de uma atitude mais sustentável do planeta, uma vez que na produção da mascote foi pensada a reutilização de tais materiais.

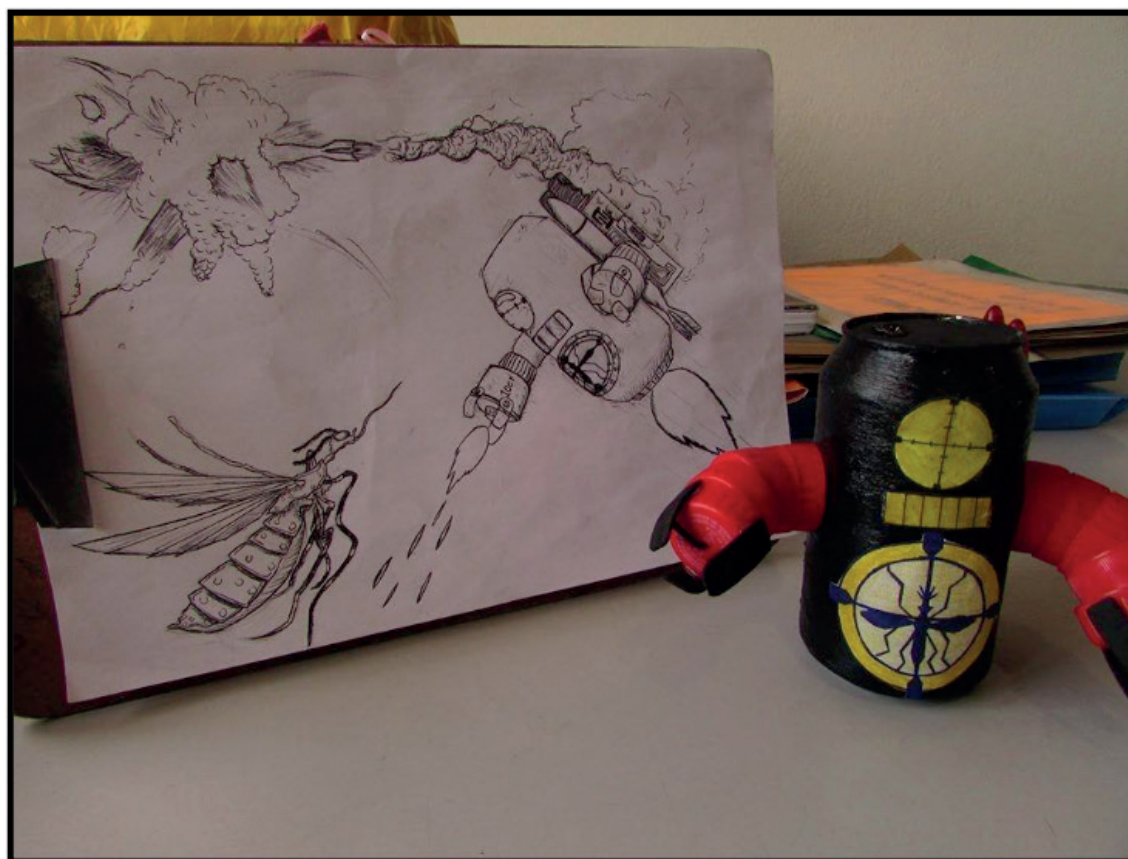


Figura 3: mascote “dilacerador de mosquitos” e arte conceitual.

A mascote foi pensada como um meio de conscientização e para tal propósito foi construída com itens que podem servir como suscetíveis focos, além de reutilizar tais materiais, provocam uma reflexão de que mínimos objetos podem servir para a proliferação do *Aedes aegypti* e que passam despercebidos na ação contra o mosquito. Como a tampa da garrafa PET e a latinha que acumulam água. O restante do visual teve como papel um apelo à tecnologia, posto que, o Dilacerador é uma personificação da falsa impressão de que apenas a tecnologia tem o papel de erradicar o mosquito, quando, sobretudo a real solução decorre também da prevenção e combate pela população.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo assim, o projeto contou com a criação de um livro ilustrativo em quadrinhos para alertar sobre os focos existentes na escola e chamando a atenção para a eliminação de possíveis criadouros também fora do contexto escolar, um vídeo propaganda para incitar um pensamento crítico sobre no que diz respeito da

negligência da sociedade e suas consequências frente aos problemas gerados pelo descuido com o meio ambiente, avisos espalhados pelo colégio para impulsionar a mudança de hábitos em prol de uma melhor qualidade na saúde de todos e uma mascote para gerar na comunidade escolar o sentimento de unicidade no combate ao transmissor da dengue bem como estimular a reciclagem de objetos.

Foi possível alertar toda a comunidade escolar e demonstrar o quão grave e prejudicial são as doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti* e o quanto essas podem ser maléficas a saúde, em especial a dengue.

Conseguiu-se ainda a realização de um ambiente de aprendizagem dinâmico, centrado no educando, em que, verdadeiramente, foi possível o desenvolvimento de competências e habilidades relativas tanto as disciplinas do currículo comum quanto das inteligências importantes para o jovem do século XXI.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 16, n. 2 p. 113-118, 2007.

IOC. Conheça o comportamento do mosquito *Aedes aegypti*. **Instituto Oswaldo Cruz**, 2008. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=571&query=simple&search%5Fby%5Fauthor%5Fname=all&search%5Fby%5Ffield=tax&search%5Fby%5Fkeywords=any&search%5Fby%5Fpriority=all&search%5Fby%5Fsection=all&search%5Fby%5Fstate=all&search%5Ftext%5Foptions=all&sid=32&site=fio&text=Conhe%27a+o+comportamento>> Acesso em jan. 2018.

LENDI, M. F.; COURA, L. C. Prevenção de dengue: a informação em foco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 37, n. 4, p. 343-350, 2004.

PAIXÃO, Luciana. **A importância do desenho à mão livre**. 2016. Disponível em: <<https://www.aarquiteta.com.br/blog/cursos-para-arquitetos/importancia-desenho-a-mao-livre/>>. Acesso em: 06 jan. 2018.

PUFF, J. Números da dengue no RJ aumentam preocupações com zika durante jogos. **BBC Brasil**, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/01/160126\\_barra\\_zika\\_jp](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/01/160126_barra_zika_jp)> Acesso em jan. 2018.

RIO DE JANEIRO. Boletim epidemiológico 002/2016 – Situação epidemiológica da dengue/chikungunya/zika no Estado do RJ. **Secretaria de Estado de Saúde do Rio de Janeiro**, 2016. Disponível em: <<http://www.riocomsaude.rj.gov.br/Publico/MostrarArquivo.aspx?C=5er4MerkQMw%3D>> Acesso em jan. 2018.

SAN PEDRO, A. Condições particulares de produção e reprodução da dengue em nível local: estudo de Itapu, Região Oceânica de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. **Cad Saúde Pública**, v. 25, n. 9, p.1937-46, 2009.

SOUZA, L. J de. **Dengue-diagnóstico, tratamento e prevenção**. Editora Rubio, 2008.

## PARQUE ZOOBOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE: UMA PROPOSTA DE ESPAÇO NÃO FORMAL DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Data de aceite: 13/01/2020

**Livia Fernandes dos Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Acre – IFAC  
Rio Branco- AC

**Adriana Ramos dos Santos**

Universidade Federal do Acre – UFAC  
Rio Branco - AC

**Danielly de Sousa Nóbrega**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Acre - IFAC  
Rio Branco - AC

**RESUMO:** A ideia de utilizar os espaços não formais vem despertando o interesse dos professores, considerando que o Ensino de Ciências não deve ficar restrito a escola como único espaço educativo. Visitas a museus, parques, laboratórios, entre outros proporcionam a motivação e aprendizagem dos conteúdos. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta o parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre - UFAC como um espaço não formal de aprendizagem para os professores do Ensino de Ciências e áreas afins. A intenção é mostrar as atividades que o parque oferece e as possíveis ferramentas para ensinar de forma educativa e lúdica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Ciências;

Aprendizagem; Espaço não formal.

### ZOOBOTANICAL PARK OF THE ACRE FEDERAL UNIVERSITY: A PROPOSAL FOR NON FORMAL SCIENCE LEARNING

**ABSTRACT:** The idea of using non-formal spaces has aroused the interest of teachers, considering that science education should not be restricted to school as the only educational space. Visits to museums, parks, laboratories, among others provide the motivation and learning of the contents. In this sense, the present work presents the Zoobotanical Park of the Federal University of Acre - UFAC as a non - formal learning space for Science Teachers and related areas. The intention is to show the activities that the park offers and the possible tools to teach in an educational and playful way.

**KEYWORDS:** Science teaching; Learning; Non formal space.

### 1 | INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências permanece ainda, na maioria dos casos, restrito às aulas expositivas com pouca participação dos alunos. A utilização de modalidades didáticas tais como audiovisuais, ferramentas computacionais, práticas no laboratório, atividades externas



a sala de aula (informais), atividades lúdicas, programas de estudo por projetos e discussões, entre outras, quando ocorre, se dá por iniciativas esporádicas de alguns professores, levadas por enorme esforço pessoal de tais profissionais. Apesar de constantes os avanços da ciência e das tecnologias, observa-se que a metodologia tradicional continua sendo aplicada por muitos professores, que se limitam na transmissão do saber de forma expositiva. O grande problema é o risco da não aprendizagem, já que não há interação entre o sujeito e o objeto de conhecimento que torna essa metodologia pouco adequada à formação dos jovens estudantes para a vida. O professor precisa desenvolver uma metodologia adequada para a construção do saber, na perspectiva de que seus alunos aprendam da melhor forma possível. Geralmente, professores mais tradicionais caracterizam-se por contentarem-se em transmitir a matéria que está no livro didático. Suas aulas são sempre iguais, mantendo o método de ensino para todas as matérias, independentemente da idade e das características individuais e sociais dos alunos, isto leva o aluno memorizar o que o professor fala, decorar os conteúdos do livro didático, mecanizar fórmulas e definições, sem reflexão ou construção coletiva do saber. Tal tipo de aprendizagem repetitiva não é duradoura.

Atualmente existem contribuições e propostas para ensinar Ciências, dentre vários autores Delizoicov et.al. (2011) propõe a necessidade de Ciências para todos, e não só para os cientistas, e de um conhecimento científico que se aproxime da produção contemporânea, considerando sua interface com outras áreas do conhecimento, sua relevância social e sua produção histórica, incentiva os professores conscientes das necessidades de transformações, sobretudo mediante sua exemplar atuação docente cotidiana, a usar e disseminar novos conhecimentos e práticas, que potencialmente poderão maximizar a apropriação de conhecimentos científicos pela maioria de seus alunos. Ele destaca que para ser professor requer saberes científicos, pedagógicos, educacionais, sensibilidade, indagação teórica e criatividade para enfrentar os desafios das situações de ensino.

O presente trabalho apresenta o parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre - UFAC como um espaço não formal de aprendizagem para os professores do Ensino de Ciências e áreas afins.

## **2 | UTILIZANDO OS ESPAÇOS NÃO FORMAIS PARA ENSINAR CIÊNCIAS**

O processo educativo ocorre em vários contextos: instituições de ensino (sala de aula) ou em espaços externos como: centro de ciências, parques, museus, zoológicos, praças entre outros. Para Sebastiany et. al. (2012) o ensino ligado à instituição escolar, corresponde a um modelo sistemático e organizado de ensino,

com currículo relativamente rígido em termos de objetivos, metodologia, com níveis de graus, programas e diplomas corresponde a um ensino formal. Já o ensino não formal e informal trata-se de uma ação que não possui uma intencionalidade educativa, não é estruturada, planejada e organizada. Sebastiny et. al (2012) apud Gaspar (1993) no contexto não formal, o ensino e aprendizagem ocorrem espontaneamente, sem que na maioria das vezes, os próprios participantes do processo tenham consciência deles. Acontece na experiência do dia a dia, através de jornais, revistas, programas de rádio e televisão, em centros culturais, centro de ciências, na visita a um museu, jardins botânicos, reservas extrativistas, zoológico, feiras entre outros.

O ambiente de aprendizagem do contexto formal ocorre na escola, geralmente descontextualizado da vida cotidiana e dos conhecimentos sociais significativos, o professor não motiva o aluno aprender, não a interação dos estudantes, nem mesmo o estímulo de curiosidade e interesse por parte do educador. Já no ensino não formal apresenta maiores oportunidades em aproximar os conteúdos, ao seu contexto real e a experiências com objetos e situações próximas, nas quais proporciona o conhecimento (SEBASTIANY, et. al. 2012).

Nesse contexto é importante destacar que para realização dos momentos de aprendizagem tanto do ensino formal e não formal é preciso planejamento das ações, pois o que se deve levar em consideração é a aprendizagem do aluno, considerando que a cada dia torna-se mais complexo.

Segundo Pérez e Moliní, (2004) ensinar Ciências não deve ficar restrito a instituições educativas – escola – embora seja fundamental é necessário que a educação seja realizada contextualizada na vida cotidiana e social do educando.

Pesquisas realizadas apontam que a educação formal (na escola), tem sido complementada pela educação não formal (extraescolar), considerando a falta de infraestrutura física e recursos pedagógicos que permitam um ensino experimental das ciências (SEBASTIANY, et.al. 2012). Citamos como exemplo o projeto interdisciplinar desenvolvido em uma viagem de trem ao litoral do Espírito Santo (SEBASTIANY 2012 apud OLIVEIRA e MOURA 2005) que promoveu a integração museu-escola, o objetivo era explorar dois ambientes informais de aprendizagem (a estrada de ferro e suas paisagens físicas, humanas, sociais, e o ecossistema marinho) para o desenvolvimento de conteúdos de duas disciplinas (Biologia e Geografia), complementando o espaço formal – a escola – interagindo para melhor trabalho educativo. Segundo os autores esses dois ambientes, permite um alto interesse de absorção do conhecimento de forma lúdica e eficiente.

A complementação dos trabalhos de ensino na sala de aula, comprovam que os elevados potenciais científicos-pedagógicos dos espaços não formais devem ser aproveitados pelos agentes educativos como instrumento privilegiado de complemento curricular, incluindo-os explicitamente na prática educativa,

na planificação e implementação das suas atividades didáticas, tanto em direta relação com os conteúdos programáticos, como uma perspectiva interdisciplinar SEBASTIANY, et. al (2012) apud PINTO (2007). Entretanto é necessário que as Instituições de Ensino elaborem políticas de capacitação e formação de professores para preparar o educador a refletir e planejar as várias formas de construção de conhecimento. Barroqueiro et. al. (2011) apud Freire (1996) relata que: Aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar.

## 2.1 Propostas Para Ensinar Ciências no Espaço Não Formal

Partindo da perspectiva que o ensino de ciências não deve ficar restrito a espaços formais de aprendizagem, o Parque Zoobotânico (PZ) da Universidade Federal do Acre – UFAC, localizado na Rodovia BR 364, Km 04, s/n - Distrito Industrial, Rio Branco – Acre é proposto como um ambiente educativo de complementação ao ensino formal. Ocupa uma área de aproximadamente 100 hectares, que corresponde a maior área verde do perímetro urbano do município de Rio Branco, apresenta formações vegetais secundárias em diferentes estágios de regeneração, além de mata primária. A missão deste espaço é gerar e disseminar conhecimento e tecnologias, valorizando os saberes científico e tradicional e contribuindo com o desenvolvimento regional em base sustentável. O PZ é uma unidade integradora da UFAC e tem como competência contribuir com o desenvolvimento regional, em base sustentável, considerando a manutenção da elevada biodiversidade e as potencialidades regionais, centrando-se em três pilares: biodiversidade, ecologia e manejo de ecossistemas e educação; pesquisar e valorizar os recursos, a ecologia das espécies com potencial de uso e de produtos, a sustentabilidade do extrativismo e da produção; desenvolver tecnologias apropriadas para processamento; criar e expandir o mercado e a comercialização de produtos florestais, de modo a contribuir para a interação entre educação, o desenvolvimento econômico e os mecanismos de manutenção dos processos ecológicos da região (UFAC, 2016). Além de todas estas competências tem como auxiliar os professores no processo educativo tanto dos cursos superiores presentes na universidade como nos centros educativos municipais, estaduais e particulares. No PZ, estão instalados laboratórios de sementes florestais, um herbário, um viveiro de produção de mudas, setor de educação ambiental, trilhas e casa do seringueiro. O laboratório de sementes florestais tem o objetivo de desenvolver pesquisas com sementes de espécies florestais arbóreas nativas, fornecer conhecimentos ecológicos e tecnológicos para o manejo adequado de sementes dessas espécies e atender demandas geradas pelos órgãos de pesquisa, extensão e viveiristas do estado do Acre.

Para realização de pesquisas atende as linhas: Biometria de frutos e

sementes florestais; Determinação de técnicas para superação de dormência em sementes florestais; Armazenamento de sementes florestais testando diferentes ambientes e embalagens; Maturação fisiológica de sementes florestais; Estudo de germinação de sementes florestais sob diferentes quantidades de luz e faixas de temperaturas; Acompanhamento de desenvolvimento de plântulas em diferentes ambientes de luminosidade; Testes com diferentes substratos e profundidades de semeadura em casa de vegetação. As aplicações das pesquisas geram informações para comercialização das sementes florestais, recuperação de mudas para áreas degradadas, subsídios técnicos para comercialização de espécies para planos de manejo, recomendação de espécies florestais nativas para recuperação de áreas de preservação permanente e reserva legal.

O herbário presente no PZ foi criado em 1979, atualmente conta com 20.000 espécimes registrados. Teve como principal colaborador, o Jardim Botânico de Nova York que impulsionou as coletas a partir da década de 90. A composição do acervo do Herbário é representada em 100% da flora amazônica brasileira. Mantém intercâmbio com os países vizinhos, Peru e Bolívia, além da parceria com o NYBG (New York Botanical Garden) (UFACPZ,2019). Apresenta uma sala de montagem de exsicatas que trata-se de uma amostra de planta seca e prensada numa estufa, fixada em uma cartolina ou papel de tamanho padrão acompanhadas de uma etiqueta ou rótulo contendo informações sobre o vegetal e o local de coleta para fins de estudo botânico, sala de duplicatas que armazenam amostras de vegetais favorecendo o intercâmbio, realizando doações para especialistas identificarem o material, permutas de duplicatas com outros herbários, empréstimos de plantas para estudos taxonômicos. Apresenta cerca de aproximadamente 15.000 duplicatas. O herbário visa atender atividades de ensino, pesquisa e extensão. Estas atividades podem ser oferecidas aos docentes como ferramentas educacionais abordando conteúdos de ecologia, biologia vegetal, fisiologia vegetal, taxonomia entre outros. O viveiro de produção de mudas foi o primeiro setor do PZ criado em 1980, é o viveiro de produção de espécies arbóreas florestal mais antigo de Rio Branco. Tem como objetivo valorizar conhecimentos tradicionais, produzir informação científica para a produção de mudas de espécies florestais, frutíferas, medicinais, arbóreas e ornamentais, nativas da Amazônia, destinar tecnologias de fácil acesso para pequenos viveiristas, colonos, ribeirinhos, seringueiros e índios. O espaço tem a maior diversidade de espécies do Acre, apresenta uma larga distribuição de mudas para quintais, produtores rurais, prefeituras, a produção é sustentável, ou seja, as mudas são de boa qualidade, sem agrotóxicos e de baixo custo, visam à melhoria do ambiente através do reflorestamento, arborização, jardinagem, recuperação dos mananciais de água. O viveiro desenvolve várias atividades como: arborização nas escolas, praças e ruas, minicursos de produção de mudas e implantação de viveiro,

ministra palestra aos alunos da rede estadual e municipal de educação e realiza pesquisas sobre teste de substratos, germinação e desenvolvimento de muda oferece apoio aos alunos bolsistas, estagiários, professores da UFAC e da comunidade com informações, mão-de-obra, materiais e estruturas física.

O Parque recentemente passou por uma reforma, a nova administração fez adequações de uma sala ambiente que atenderá ações de Educação Ambiental, capacitação e realização de atividades de ensino, pesquisa e extensão visando proporcionar a interação com a sociedade, por meio de visitas orientadas ao parque, com objetivo de apresentar as riquezas do espaço e proporcionar a realização de oficinas de educação ambiental, de coleta e conservação de sementes. A exibição de painéis e maquetes educativas, mostruários de amostras biológicas didáticas de plantas e animais constituem também uma das atividades durante a visita.

As trilhas presentes no parque proporcionam um passeio pela flora e fauna da floresta amazônica. Destina-se também a visitação da casa do seringueiro, uma estrutura existente na floresta do PZ, que é réplica de um seringal nativo de exploração de borracha. Isso possibilitará a compreensão sobre o modo de vida do seringueiro e como ele transformava o látex em seringa. Esta etapa pertence ao contexto histórico do Estado do Acre, possibilita a integração com as disciplinas de História e Química.



Figura 1 – Trilha ecológica do PZ-UFAC; Casa do Seringueiro utilizada para visitas; Sala de ambientação. Fonte: M. A. CARMO, R. G. SILVA, E. J. L. FERREIRA, (2016).

Neste processo recomenda-se um planejamento prévio das atividades a serem realizadas no parque e dos possíveis conteúdos que serão ensinados, tendo em vista a diversidade de assuntos que poderão ser trabalhados. Ação realizada com planejamento busca-se alcançar resultados significativos.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de diferentes ambientes de aprendizagem pode complementar os conteúdos ministrados pelos professores na sala de aula. Ensinar nesta perspectiva tende a formar alunos mais críticos e reflexivos, atividade como ida a parques,

laboratórios, centro de ciências, entre outros podem servir como ferramenta de apoio ao trabalho que se realiza na sala de aula e apresentam importantes vantagens como, por exemplo, a interação entre os alunos, seus colegas e os professores, provocando discussões e curiosidades acerca dos assuntos expostos.

Segundo pesquisa realizada por Sebastiany e colaboradores (2012) os espaços de educação não formal são importantes para escola, estratégias adotadas concebem a estes espaços como locais de interação entre alunos, professores e monitores favorecendo a aprendizagem significativa.

## REFERÊNCIAS

BARROQUEIRO, C. H.; AMARAL, L. H.; OLIVEIRA, C. A. O uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no Ensino de Ciências. *Revista Tecnologia e Cultura*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 13, p. 45-58, 2011.

DELIZOICOV, Demétrio. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

FREIRE, P. I. M.; FREIRE, G. H. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo, Ed. Paz e Terra, 1996.

M. A. CARMO, R. G. SILVA, E. J. L. FERREIRA. **I Congresso Regional de Pesquisa do Estado do Acre e XIV Seminário de Iniciação Científica**. UFAC, 2016.

OLIVEIRA, C. L.; MOURA, D. G. **Projeto Trilhos Marinhos – uma abordagem de ambientes não formais de aprendizagem através da metodologia de Projetos**. *Educação e Tecnologia*, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 46-51, 2005.

PÉREZ, C. A.; MOLINÍ, A. M. V. **Consideraciones generales sobre la alfabetización científica em los museos de la ciência como espacios educativos no formales**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 3, n. 3, p. 1 -26, 2004.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; PINO, J.C; SALGADO, T.D. **Visitando, pesquisando, aprendendo e brincando: uma revisão de atividades para o ensino informal de ciências**. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, v.5 n. 2, p. 69 – 98, 2012.

GASPAR, A. **Museus e Centro de Ciências – conceituação e proposta de um referencial teórico**. Tese de doutorado – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

UFAC, Universidade Federal do Acre. Disponível em: [http://ipt1.cria.org.br/ipt/resource?r=ufacpz&request\\_locale=pt](http://ipt1.cria.org.br/ipt/resource?r=ufacpz&request_locale=pt). Acesso em 07 de out. 2019.

UFAC, Universidade Federal do Acre. Disponível em: <http://www.ufac.br/portal/unidades-administrativas/orgaos-integradores/parque-zoobotanico-1>, acesso em 12 de nov. 2016

## INFLUÊNCIA DA PROTOTIPAGEM 3D NO ENSINO DE CIÊNCIAS DOS MATERIAIS

Data de aceite: 13/01/2020

### Gustavo Dinis Viana

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Cubatão  
gustavo.dinis@aluno.ifsp.edu.br  
Rua Maria Cristina, 50  
11533-160 – Cubatão – SP

### Paulo Eduardo Santos Nedochetko

UFABC  
paulo.nedochetko@aluno.ufabc.edu.br  
Av. dos Estados 5001  
09210-580 - Santo André – SP

### Ana Paula Fonseca dos Santos Nedochetko

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Cubatão  
anapsn@ifsp.edu.br

**RESUMO:** Este artigo trata da obtenção de estruturas cristalinas por impressão 3D, que podem ser desmontadas, facilitando a visualização por parte do estudante. Nesse trabalho procuramos mostrar o passo a passo do método utilizado para desenvolver a estrutura cristalina de um composto do tipo NaCl ou CaO, onde o diferencial apresentado é a produção de peças independentes que podem ser montadas através de encaixes, originando o composto desejado. A possibilidade de montar e desmontar as estruturas leva ao entendimento

de assuntos importantes como propriedades, planos cristalinos, densidade planar, formação de ligas e compostos, auxiliando o professor a se aproximar do aluno, culminando com o êxito no processo ensino-aprendizagem. A descrição feita visa possibilitar ao professor que tem acesso a uma impressora 3D que desenvolva suas próprias estruturas, utilizando-as como mais um recurso no ensino das disciplinas que envolvam a Ciências dos Materiais

**PALAVRAS-CHAVE:** Impressão 3D, estruturas cristalinas, processo ensino-aprendizagem.

### 3D PROTOTYPING INFLUENCE IN THE TEACHING OF MATERIALS SCIENCE

**ABSTRACT:** This article deals with the obtaining of crystalline structures by 3D printing, which can be disassembled, facilitating visualization by the student. In this work we attempt to show the step by step method used to develop the crystalline structure of a NaCl or CaO type compound, where the differential presented is the production of independent parts that can be assembled through fittings, giving the desired compound. The possibility of assembling and dismantling the structures leads to the understanding of important subjects such as properties, crystalline planes, planar density, formation of alloys and compounds, helping the teacher to approach the student, culminating

with the success in the teaching-learning process. The description is intended to enable the teacher who has access to a 3D printer to develop their own structures, using them as a further resource in teaching the disciplines that involve Materials Science.

**KEYWORDS:** 3D printing, crystal structures, teaching-learning process

## 1 | INTRODUÇÃO

A impressão 3D teve início em 1980, no Japão, em que Hideo Kodama fez a primeira publicação de prototipagem tridimensional, baseando-se na solidificação de um fotopolímero através de raios ultravioleta (KODAMA, 1981). Três anos depois, Charles Chuck Hull cria a primeira patente de uma máquina capaz de criar objetos tridimensionais a partir da estereolitografia (AGUIAR, 2016). Alguns anos depois, devido a necessidade do aprimoramento tecnológico, Carl Deckard (Universidade do Texas) desenvolveu a Sinterização Seletiva a Laser. Sucedido por Scott Crump, em 1989, que criou o Fused Deposition Modelling que é baseado na deposição de filamento plástico fundido. Este por sua vez, devido à sua simplicidade e baixo custo, tornou-se o método mais popular de impressão 3D (AGUIAR, 2016).

Desde a ideia de sua concepção até os dias atuais passaram-se mais de três décadas em que a evolução das impressões 3D impulsionou uma completa transformação na maneira de enxergar até onde a ciência, tecnologia e engenharia podem chegar. Em meio a um contexto global cada vez mais tomado e influenciado pelo dinheiro e pela produção lucrativa, o conceito de impressão 3D aplicado em diversas áreas da indústria cresce gradativamente, possibilitando que a otimização de processos seja conseqüentemente mais eficiente, melhorando os níveis de produção, a qualidade e durabilidade do produto, a preservação ambiental e o custo benefício.

Diversas áreas utilizam e podem utilizar os benefícios trazidos pelas impressões 3D. Uma das grandes e inovadoras aplicações é no setor de saúde, sendo importantes para criação de implantes e moldes dentários, além de próteses de baixo custo e alta durabilidade e resistência. Além disso, são muito utilizadas no setor de decoração, design e arquitetura, formando joias, miniaturas, brinquedos infantis, móveis, maquetes e esculturas. O nível de criatividade e aplicação é tão vasto que se torna impossível limitar o uso dessas impressões somente para essas áreas, tendo em vista que até carros foram desenvolvidos utilizando peças produzidas exclusivamente por impressoras 3D. (PINHEIRO & MOTA & STEINHAUS & SOUZA, 2018)

Desta maneira busca-se aproveitar ao máximo as inúmeras vantagens trazidas por esse meio inovador. Um importante conceito criado é a utilização da impressão 3D como ferramenta didática, produzindo peças que venham a facilitar a compreensão do aluno, auxiliando no processo ensino-aprendizagem. A interatividade obtida pelas peças produzidas em 3D, levam os estudantes à visualização de estruturas que deveriam ser compreendidas virtualmente, facilitando o entendimento sobre o assunto, além de promover uma maior aproximação entre os alunos e o professor



quando as mesmas são manuseadas em sala de aula. Sendo assim, a impressão 3D, está sendo cada vez mais utilizada, em diversas áreas, principalmente por sua relação custo-benefício, podendo ser utilizada como uma excelente ferramenta didática, auxiliando na produção da maior riqueza que existe: o conhecimento. (AGUIAR & YONEZAWA, 2014).

Segundo Justina e Ferla (2006), modelos didáticos são representações, confeccionadas a partir de material concreto, de estruturas ou partes de processos biológicos. Os modelos práticos são recursos didáticos fundamentais em atividades disciplinares que têm como objetivo auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem de forma mais eficiente (CERQUEIRA e FERREIRA, 1996; BATISTETI et al. 2009).

Diversos modelos vêm sendo utilizados para auxiliar o processo de ensino e formação conceitual de alunos. Alguns deles são representações de moléculas químicas com bolas de isopor e palitos de churrasco (BARBOSA, 2015); biscoito (MATOS et al., 2009), gessos (FREITAS et al., 2008), resinas (BRENDLER et al., 2014) e plásticos (SCHELBEL, 2015). A utilização desses métodos foi comprovada de maneira prática com experimentos realizados em turmas regulares de ensino de Ciências dos Materiais para alunos de cursos de Engenharia e Tecnologia em Automação Industrial (NEDOCHETKO & VIANA & NEDOCHETKO, 2018). Mais recentemente, tem se utilizado modelos produzidos em impressoras 3D a partir do desenvolvimento de modelagem.

Neste artigo será descrita a evolução da obtenção de peças produzidas em impressora 3D, onde um composto cristalino pôde ser formado a partir de peças encaixadas, o que facilitou o aprendizado dos alunos da disciplina Ciências dos Materiais, ministrada nos cursos de Engenharia de Controle e Automação e Tecnologia em Automação Industrial do campus Cubatão do Instituto Federal de São Paulo. A inovação produzida nessa pesquisa foi o desenvolvimento de peças que se encaixam e permitem ao estudante a visualização tridimensional das estruturas que estão sendo ensinadas.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A obtenção de estruturas cristalinas de compostos cristalinos por impressão 3D vem auxiliar o processo ensino-aprendizagem, garantindo a visualização tridimensional das mesmas.

### 2.1 Materiais

Para a produção da estrutura cristalina de um composto CFC (cúbico de face centrada), como o NaCl, foi utilizado um polímero biodegradável baseado na fermentação do amido PLA (Figura 1), softwares de licenças gratuitas para a

construção e fatiamento da estrutura (FreeCAD - <https://www.freecadweb.org/index.php> e Cura - <https://ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software> ), uma extrusora orientada por vetores (Impressora 3D - Figura 2), supercola genérica e tinta em spray.



Figura 1 – Filamento PLA.

Fonte: Autores, 2018

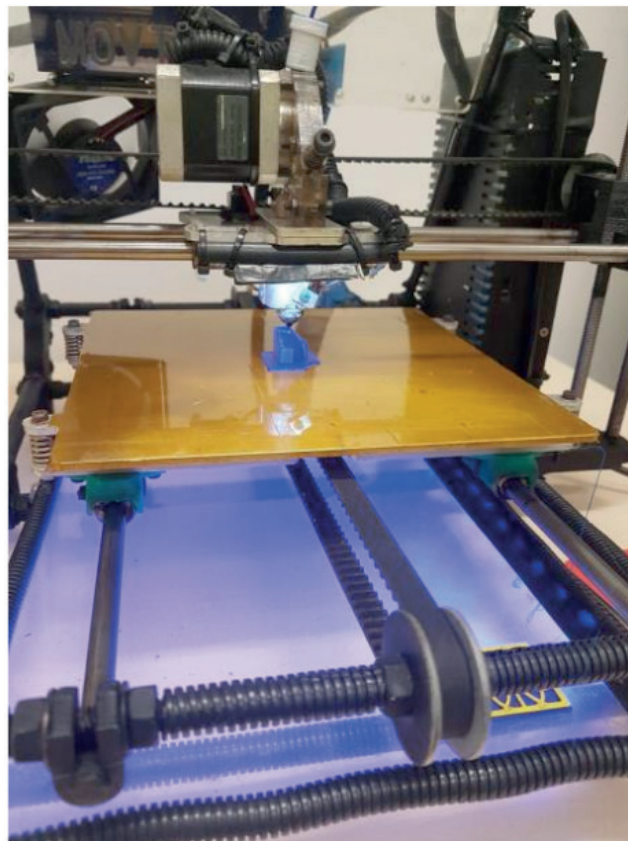


Figura 2 – Impressora 3D.

Fonte: Autores, 2018

## 2.2 Métodos utilizados

Para produção das peças foram realizados diversos testes, sendo que, inicialmente, a impressão seria realizada numa única vez, dando origem à peça inteira (Figura 3). Porém, com o surgimento de dificuldades relacionadas à programação do software para impressões com inclinação superior a  $60^\circ$ , foram gerados suportes que acabavam dificultando o trabalho com a estrutura.

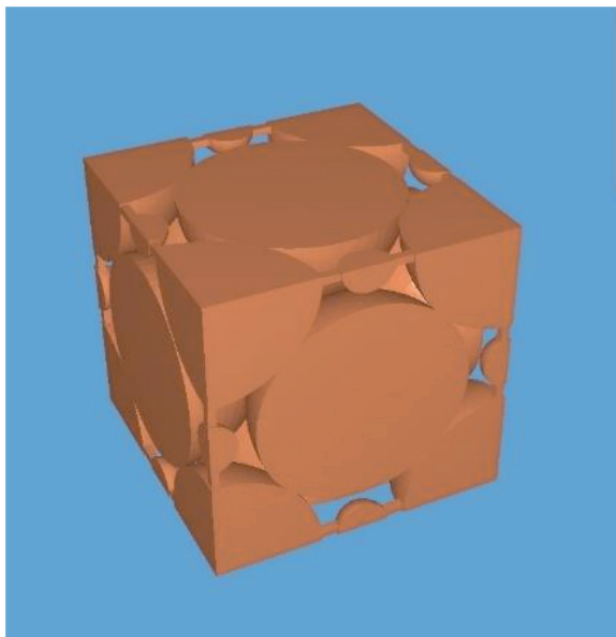


Figura 3 – Estrutura Cristalina do tipo NaCl.

Fonte: Autores, 2018

A fim de solucionar essa questão foi tomada a decisão de trabalhar em blocos encaixáveis, como aqueles encontrados em brinquedos infantis, tornando o objeto mais interativo e atrativo aos alunos dos cursos de Engenharia e Tecnologia. Apesar da tentativa, essa não foi suficiente, devido ao posicionamento dos furos na estrutura tridimensional. Alguns deles estavam sendo impressos de forma sólida, o que não permitiria o encaixe posterior, conforme mostra a Figura 4.

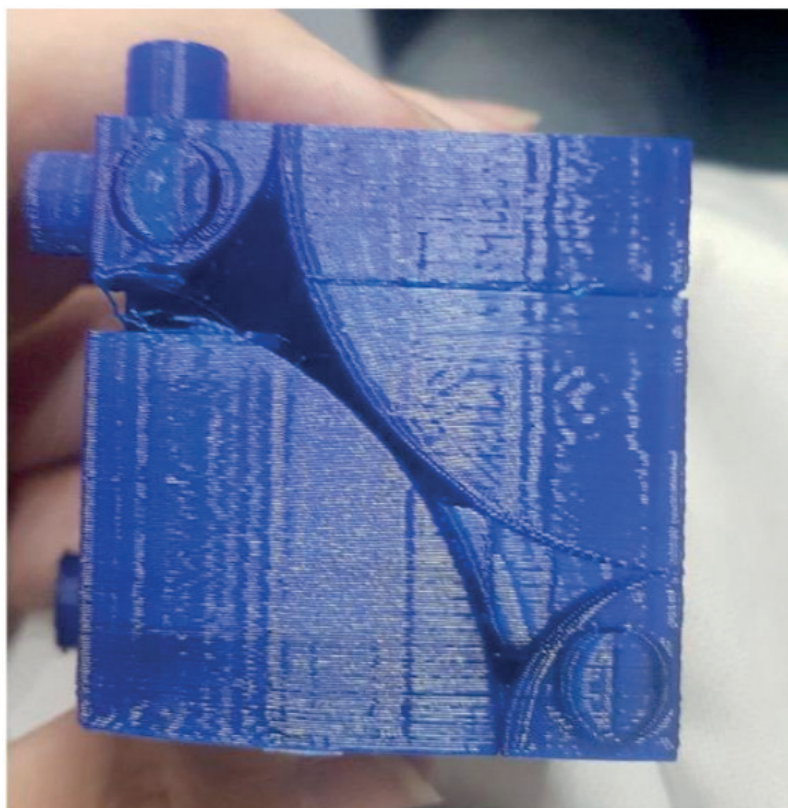


Figura 4 – Peças com os furos preenchidos.

Fonte: Autores, 2018

A solução encontrada foi realizar a impressão de cada bloco da estrutura separadamente, formando conjuntos de peças menores. Esses conjuntos foram montados com o uso de cola de secagem rápida. Assim, três peças menores passariam a constituir o conjunto completo da estrutura cristalina CFC (Figura 5).

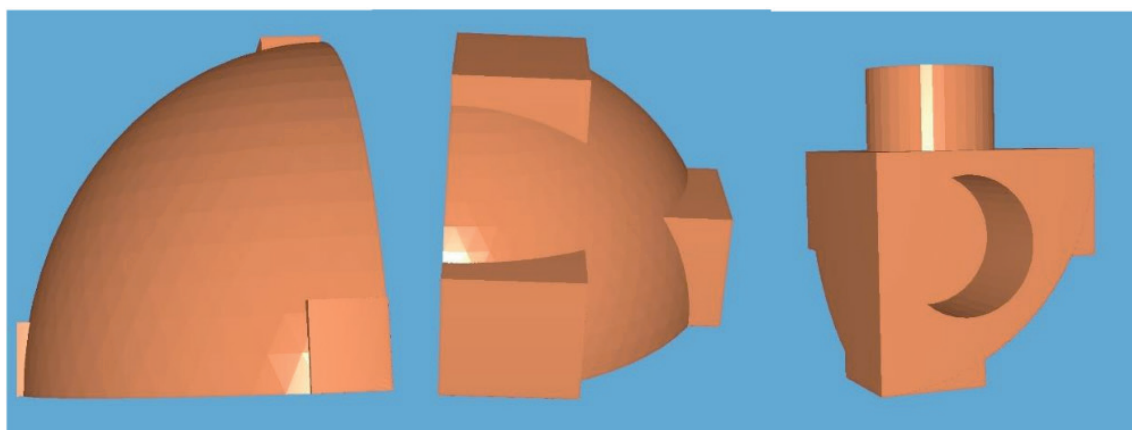


Figura 5 – Protótipo das 3 microestruturas.

Fonte: Autores, 2018

### 3 | PRODUÇÃO DOS CONECTORES

A estrutura sendo desmontável, facilita a visualização tridimensional, de modo que ao desmontá-la, o aluno tem maior nível de interatividade, proporcionando um

maior aprendizado e entendimento das estruturas cristalinas que formas os diversos materiais estudados.

Dessa forma, essa estrutura se tornou única no ensino de Materiais, pois não existem relatos de produção de peças que utilizem essa característica desmontável.

Para a produção do conector foram realizados testes experimentais a fim de observar o comportamento mecânico para que pudesse ser estimado o tamanho ideal para manter a estrutura bem conectada, de forma que permitisse o encaixe e desencaixe da mesma, proporcionando a possibilidade da visão de diversas maneiras diferentes da estrutura inteira (Figura 6).

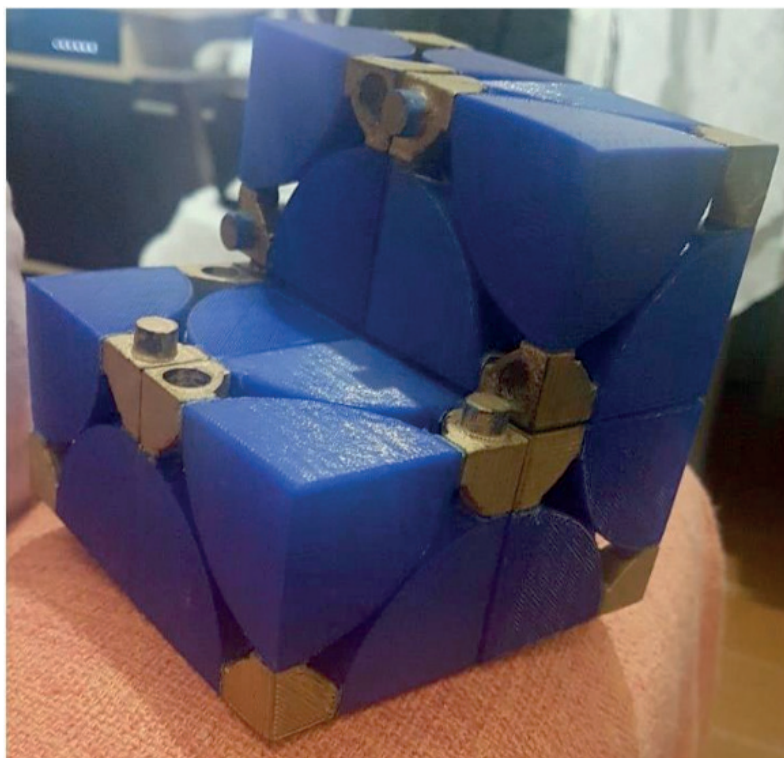


Figura 6 – Peça encaixada de forma a visualizar seu interior

Fonte: Autores, 2018

#### 4 | IMPRESSÃO EM 3D

Após algumas tentativas frustradas, deu-se início à produção das peças que seriam usadas na formação da estrutura maior. Para facilitar o processo de colagem das microestruturas foi projetada uma região plana, nas extremidades de cada uma para que a mesma apresentasse aderência suficiente para manter a estrutura unida.

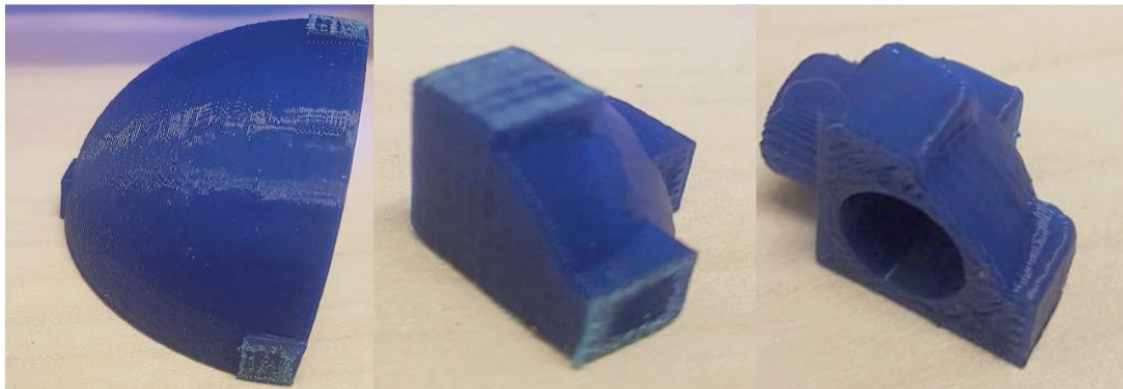
As microestruturas impressas foram:

- ✓ 32 estruturas maiores correspondentes a 1/8 de esfera de raio 7 cm, cada uma, no seu modelo final, demorando cerca de 30 minutos para impressão (Figura 7),

- ✓ 8 estruturas correspondentes a 1/8 de átomo de raio 3,5 cm que correspondiam

as quinas da superestrutura final, demorando cerca de 15 minutos para impressão (Figura 8),

✓ 24 estruturas correspondentes a 1/8 de esfera com um conector, e um furo para encaixe que demoravam cerca de 20 minutos (Figura 9).



Figuras 7, 8 e 9 – 3 tipos de microestruturas

Fonte: Autores, 2018

Assim, o tempo final de impressão totalizou 26 horas, sem contar os intervalos entre as impressões das microestruturas, nem eventuais erros.

Dentre os erros mais comuns cabe citar aquele em que a estrutura se soltava de sua base e entortava a impressão, impossibilitando a obtenção de uma peça aproveitável; outro problema que se tornou comum foi o deslocamento de uma fatia da impressão (Figura 10), ocasionando a perda de muitas outras peças. Desta forma, tornou-se difícil estimar o tempo final da impressão.

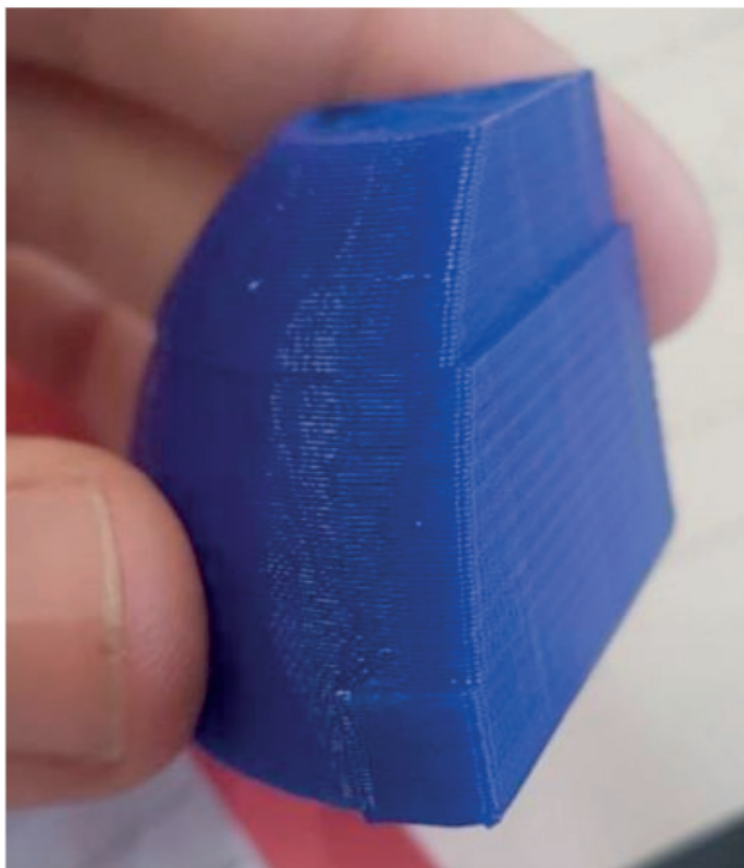


Figura 10 – Peça com deslocamento na fatia

Fonte: Autores, 2018

## 5 | PINTURA

Pensando na estética das peças que serão usadas para fins didáticos, as mesmas foram pintadas de forma que cada elemento que compõe a estrutura teria cor diferenciada. No caso citado no artigo, as esferas menores, representando o sódio (Figura 11), componente da estrutura do NaCl, foram pintadas de dourado, enquanto o elemento cloro foi sinalizado na cor azul, auxiliando na percepção da diferença entre os dois átomos que formam o composto estudado.



Figura 11 – Conector Pintado - Fonte (Autores)

Fonte: Autores, 2018

## 6 | COLAGEM

Finalizadas as impressões, foi utilizada uma lixa visando aumentar a aderência nos conectores nas áreas de colagem para que não houvesse problema de desconexão quando um esforço mecânico fosse utilizado no uso didático da estrutura.

Nesse processo de colagem, houve a constatação de pequenos erros de impressão que tornavam as estruturas ligeiramente tortas, prejudicando o seu funcionamento final.

Nessa etapa foram perdidas 2 das 8 estruturas que compõe a peça final, fazendo o tempo de impressão novamente aumentar (Figura 12).

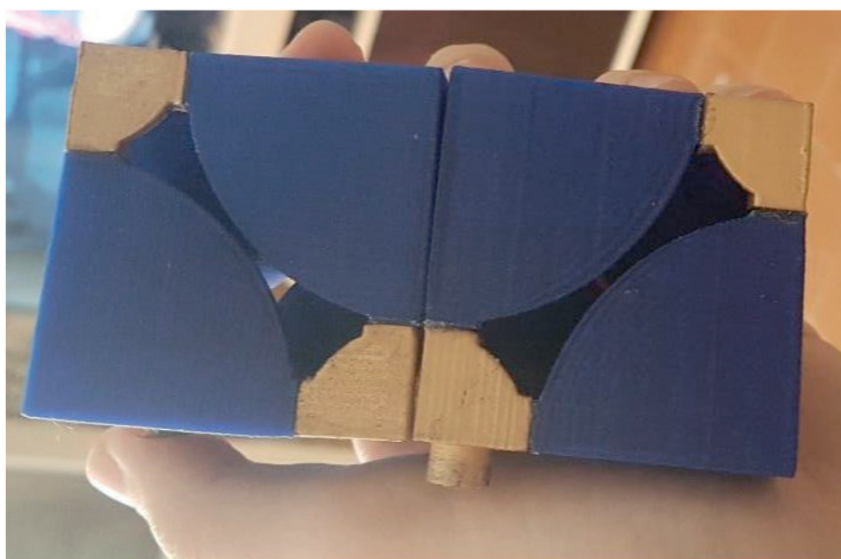


Figura 12 – Peças perdidas

Fonte: Autores, 2018



## 7 | RESULTADOS

Após longos testes e adaptações, a estrutura obtida apresentou-se bem satisfatória (Figura 13). O manuseio da mesma em sala de aula levou ao entendimento de assuntos como densidade planar, planos e direções cristalinas, formação de compostos iônico e ligas metálicas, propriedades dos materiais, dentre outras. Em conjunto com estruturas de outros tipos, que estão em desenvolvimento, servirão como facilitador no ensino de Ciências dos Materiais, aumentando o grau de aprendizagem dos alunos, culminando com o êxito dos mesmos.

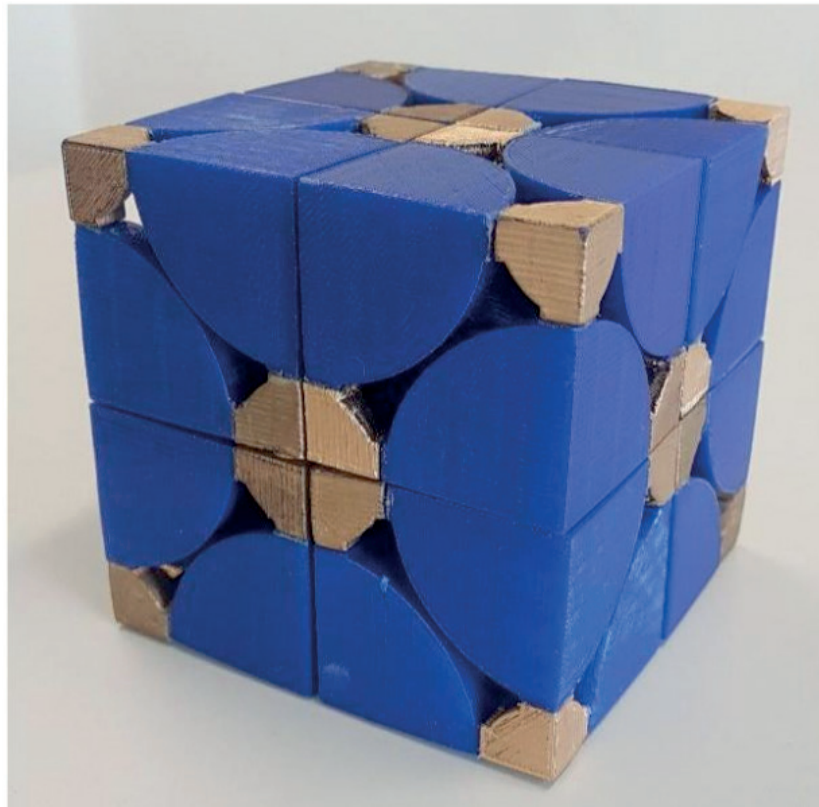


Figura 13 – Estrutura Finalizada

Fonte: Autores, 2018

## 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficácia do processo e o resultado apresentado em sala de aula, levaram à continuidade do projeto com a produção de novas estruturas em tamanho grande, além de peças menores que serão utilizadas para estudo de caso, onde o professor oferta a escala a ser utilizada e o aluno deverá desenvolver trabalho de pesquisa, cálculo de densidade e estimar propriedades da estrutura que lhe foi fornecida. Esse tipo de desenvolvimento enriquece o processo ensino-aprendizagem, que aliado aos tradicionais exercícios de cálculos, permitirão ao estudante um maior domínio sobre o tema.

## 9 | AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial ao LABMAX, grupo de pesquisa do IFSP, que possibilitou o uso de sua impressora 3D.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Leonardo De Conti; YONEZAWA, Wilson Massashiro. Construção de instrumentos didáticos com impressoras 3D. In: **IV Simpósio Nacional de Ensino e Ciência e Tecnologia**. 2014.

AGUIAR, L. C. D. Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências. 2016, 226 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

BRENDLER, C. F.; VIARO, F. S.; BRUNO, F. B.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R. P. Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais. *Educação gráfica*, Rio Grande do Sul, v.18, n.03, p. 141-157, 2014.

FREITAS, L. A. M.; BARROSO, H. F. D.; RODRIGUES, H. G.; AVERSI-FERREIRA, T. A. Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 91-97, 2008.

KODAMA, H. Automatic method for fabricating a three dimensional plastic model with photohardening polymer. *Review of Scientific Instruments*, v. 52, n. 11, p. 1770-1773, 1981.

MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F. de; SANTOS, M. P. de F.; FERRAZ, C. S. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Campina Grande, vol. 9, n. 1, p. 19-23, 2009.

NEDOCHETKO, Ana Paula F. Santos; VIANA, Gustavo Dinis; NEDOCHETKO, Paulo Eduardo Santos. Como a utilização de uma prática simples trouxe resultados surpreendentes no processo ensino-aprendizagem – um caso prático. **Qualif - Revista Acadêmica - Ensino de Ciências e Tecnologias – IFSP Campus Cubatão**, volume 2 – número 2 – março/julho 2018.

PINHEIRO, Cristiano Max Pereira; MOTA, Gabriela Ehlers; STEINHAUS, Camilla; SOUZA, Mikaela. Impressoras 3D: uma mudança na dinâmica do consumo. In: **Signos do Consumo**. 2018.

SCHEIBEL, J. M. Desenvolvimento de modelos moleculares para o ensino de química orgânica a partir de material reciclado. 2015. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

<http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/destaque/12708-impresao-3d-uma-aliada-na-inovacao>. Acesso em abril/maio 2018

FreeCAD. Disponível em <https://www.freecadweb.org/index.php>. Acesso em: abril/maio 2018.

Cura. Disponível em <https://ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software>. Acesso em: abril/maio 2018.





## PROJETO “SABÃO ECOLÓGICO” - UM MÉTODO EDUCACIONAL PARA RECICLAGEM DO ÓLEO DE COZINHA NO IF SUDESTE MG, CAMPUS SÃO JOÃO DEL-REI

*Data de aceite: 13/01/2020*

**Ana Cláudia dos Santos**

Universidade Federal de São João del Rei – MG

**Raíra da Cunha**

Universidade Federal de São João del Rei – MG

**Viviane Vasques da Silva Guillarduci**

IF Sudeste MG – *Campus SJDR*

**RESUMO:** O grande aumento populacional e a industrialização têm contribuído para a geração de resíduos nas atividades de origem doméstica e industrial. Os óleos de cozinha usados são gerados diariamente em grande quantidade em residências e principalmente em comércios. Um litro de óleo que vai para o corpo hídrico é capaz de contaminar cerca de 20 mil de litros de água. Dessa forma, se faz necessário realizar métodos alternativos de reciclagem e coleta seletiva, que resultam em uma prática sustentável, diminuindo os prejuízos ao meio ambiente. Neste contexto, a aplicação do Projeto “Sabão Ecológico” teve como objetivo conscientizar os alunos e a comunidade sobre a necessidade de reutilizar o óleo de cozinha como alternativa para amenizar os impactos causados por este. A metodologia foi dividida em três etapas, sendo a primeira de caráter teórico, a segunda a realização da prática e a terceira o dia do evento. As aulas

teóricas e práticas aconteceram no laboratório de química do Instituto Federal. Após a aplicação do projeto, identificamos claramente a importância dentro do ensino de química, das atividades que envolvem a questão ambiental. Este projeto atuou de maneira positiva no que se refere ao desenvolvimento de pensamento consciente sobre questões ambientais tanto entre os alunos como na comunidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Óleo, ambiental, química, sabão ecológico.

### PROJECT “ECOLOGICAL SOAP” - AN EDUCATIONAL METHOD FOR COOKING OIL RECYCLING AT IF SUDESTE MG, SÃO JOÃO DEL-REI CAMPUS

**ABSTRACT:** The large population increase and industrialization have contributed to the generation of waste in domestic and industrial activities. Used cooking oils are generated daily in large quantities in homes and especially in businesses. One liter of oil that goes into the water body is capable of contaminating about 20,000 liters of water. Thus, it is necessary to perform alternative methods of recycling and selective collection, which result in a sustainable practice, reducing the damage to the environment. In this context, the application of the “Ecological Soap” Project aimed to make

students and the community aware of the need to reuse cooking oil as an alternative to mitigate the impacts caused by it. The methodology was divided into three stages, the first being theoretical, the second the practice and the third the day of the event. The theoretical and practical classes took place in the chemistry laboratory of the Federal Institute. After applying the project, we clearly identified the importance within the chemistry teaching of activities that involve the environmental issue. This project acted positively on the development of conscious thinking on environmental issues both among students and in the community.

**KEYWORDS:** Oil, environmental, chemistry, ecological soap.

## INTRODUÇÃO

O grande aumento populacional e a industrialização têm contribuído para a geração de resíduos nas atividades de origem doméstica e industrial. Dessa forma, é importante adotar medidas que minimizem os impactos ao meio ambiente para otimizar produtos que são descartados de forma incorreta mas que por meio da reciclagem podem ser reaproveitados.

Os óleos de cozinha usados são gerados diariamente em grande quantidade em residências e principalmente em comércios. Um litro de óleo que vai para o corpo hídrico é capaz de contaminar cerca de 20 mil de litros de água (Weyer e Nora, 2015). Este óleo é um resíduo que causa sérios prejuízos quando despejado em lugares impróprios e de forma incorreta. Quando é lançado na rede de esgoto leva à obstrução das tubulações e, nos rios, além da contaminação, pode causar destruição dos seres vivos ali existentes. Além disso, o seu descarte no solo provoca impermeabilização do mesmo. Dessa forma, se faz necessário realizar métodos alternativos de reciclagem e coleta seletiva, que resultam em uma prática sustentável, diminuindo os prejuízos ao meio ambiente (Weyer e Nora, 2015; Reque e Kunkel, 2010).

O reaproveitamento do óleo para fazer sabão tem sido considerado a mais simples produção tecnológica de reciclagem, fazendo com que haja um ciclo de vida desse produto. A coleta seletiva para óleo pode ser a melhor alternativa encontrada para este tipo de material, em termos de gerenciamento de resíduos, e posteriormente sua reciclagem (Godoy et al, 2010). Esta ação minimiza o impacto do descarte incorreto, trazendo qualidade de vida para a comunidade através das melhorias ambientais, e incentivando-os para a conscientização da sua reutilização (Reque e Kunkel, 2010).

Neste contexto, a aplicação do Projeto “Sabão Ecológico” teve como objetivo conscientizar os alunos do curso técnico em controle ambiental e a comunidade sobre a necessidade de reutilizar o óleo de cozinha como alternativa para amenizar os impactos causados por este, quando descartado de forma incorreta no ambiente,

além de ensinar química com assuntos alternativos, relacionados ao curso que eles fazem.

## **METODOLOGIA**

O projeto foi elaborado para ser aplicado no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), *Campus* São João del-Rei aos alunos do 1º e 3º períodos do curso Técnico em Controle Ambiental, na oficina de química, durante o evento “IF na Praça” que é realizado anualmente pelo instituto. As atividades foram realizadas no turno da tarde, fora do horário de aulas, acompanhadas pela professora responsável (Viviane) pelas disciplinas Técnicas de laboratório e Tópicos Especiais em controle Ambiental desenvolvendo atividades teóricas e práticas. A metodologia foi dividida em três etapas, sendo a primeira de caráter teórico, a segunda a realização da prática e a terceira o dia do evento. As aulas teóricas e práticas aconteceram no laboratório de Química do Instituto Federal.

## **DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES**

Na primeira etapa, os estudantes receberam informações a respeito da importância da educação ambiental, impactos que o descarte incorreto de óleos provoca ao meio ambiente, definição e importância da reciclagem, reação química que ocorre na formação do sabão e noções de segurança no momento de confeccionar o material. Para esta aula, foi utilizado um vídeo, envolvendo essas informações. Foram utilizados como recursos: data show, computador e caixa de som.

Na segunda etapa os alunos realizaram a confecção do sabão ecológico. Foi pedido a eles que levassem os óleos de cozinha usados em suas residências e o restante do material foi fornecido pela cantina que funciona no IF Sudeste MG – *Campus* SJDR. Para a produção foi utilizado: água, álcool, óleo de cozinha usado, soda cáustica e detergente; além dos materiais de apoio, como luvas de proteção, balde, bastão de vidro, formas, peneira e sacos de lixo, e os materiais de embalagem, como saquinhos, fitas e o cartão com a receita. O procedimento consistia em adicionar ao balde soda cáustica e água, mexer bem, em seguida acrescentar óleo, álcool e detergente e mexer constantemente por alguns minutos. Depois de pronto, foram distribuídos em fôrmas e permaneceram até estarem completamente secos. Em seguida, foram fatiados em pequenos pedaços e embalados para serem entregues à comunidade no dia do evento.

Por fim, na terceira etapa, os alunos entregaram os sabões embalados com as receitas, à comunidade, afirmando a necessidade de se reciclar o óleo usado e os danos que o descarte inadequado causa ao meio ambiente.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

O instituto possui um laboratório de química (Figura 1) com amplo espaço físico e bancadas grandes que possibilitam realizar experimentos em grupos. Existe no laboratório dois armários grandes com algumas vidrarias e reagentes, que permitem a realização de diversas aulas experimentais interessantes.

O laboratório de química é utilizado durante as aulas experimentais dos cursos técnicos oferecidos pelo instituto. O Curso Técnico em Controle Ambiental subsequente (modalidade da educação profissional voltada para o aluno que já concluiu o Ensino Médio) que foi o foco deste projeto, tem duração de três semestres. O profissional formado em Técnico em Controle Ambiental estará apto a atuar em diversas áreas com intuito de planejar, executar, avaliar e gerenciar questões ambientais. Desse modo, o objetivo do curso é formar profissionais aptos a desempenhar com excelência a profissão de técnicos em controle ambiental com ênfase em saneamento.

Diante disto, deu-se início a aplicação do projeto, mediante algumas etapas. Na primeira etapa, caráter teórico, ampliou-se a compreensão do conteúdo tendo como principal objetivo a educação ambiental dos alunos, reforçando a importância de reciclar o óleo de cozinha usado e contribuindo para proporcionar uma mudança comportamental dos participantes e da comunidade. Após a visualização do vídeo educativo, pôde-se perceber um grande entusiasmo dos alunos em relação aos danos causados pelo óleo no meio ambiente e também um interesse pela reação química na produção do sabão.

Na segunda etapa, caráter prático, concentrou-se na produção do sabão ecológico (Figuras 2 e 3), salientando as medidas de segurança pessoal, com o objetivo de evitar eventuais acidentes, além de ressaltar a especificidade da receita, de forma a conseguir um sabão de qualidade. Os alunos participaram de toda a produção do sabão, colaborando em todo o processo, observando a mudança de coloração após a secagem (Figura 4), o que gerou um questionamento da qualidade do produto final e também sobre não poder utilizar o sabão antes do término do processo de secagem, quando ainda há reação da soda, que é nociva à pele. Após a secagem os sabões foram cortados e embalados para serem entregues no dia do evento (Figuras 5 e 6).

Na terceira etapa, entrega dos sabões, os alunos distribuíram cerca de 300 unidades entre a população local, acompanhado de um folder explicativo e a receita para produção do sabão, nessa etapa os alunos puderam estabelecer uma comunicação com a população, enfatizando a importância da reciclagem (Figuras 7 e 8).



## CONCLUSÃO

Após a aplicação do projeto, identificamos claramente a importância dentro do ensino de química, das atividades que envolvem a questão ambiental. O Projeto “Sabão Ecológico” atuou de maneira positiva no que se refere ao desenvolvimento de pensamento consciente sobre questões ambientais tanto entre os alunos como na comunidade.

Além disso, pôde-se observar que práticas pedagógicas que integram teorias e práticas, permitem novos olhares e possibilitam a ampliação do conhecimento.

## IMAGENS



Figura 1. Foto do laboratório do IF Sudeste MG – Campus SJDR.

Fonte: Registro próprio.



Figura 2. Preparação da mistura do sabão.

Fonte: Registro próprio.



Figura 3. Mistura colocada na forma para secagem.

Fonte: Registro próprio.



Figura 4. Sabão mais claro, depois de seco.

Fonte: Registro próprio.



Figura 5. Sabão fatiado, pronto para embalar.

Fonte: Registro próprio.



Figura 6. Sabão ecológico embalado e pronto para ser entregue.

Fonte: Registro próprio.

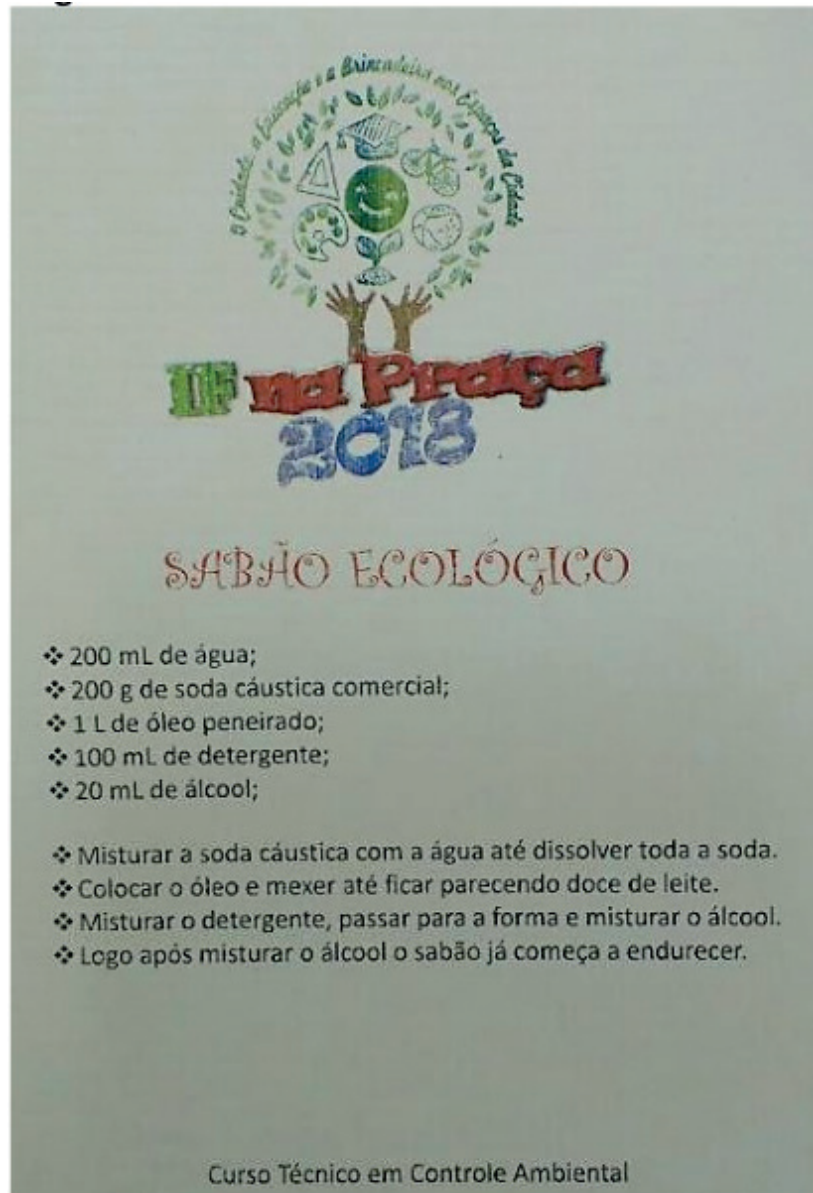


Figura 7. Imagem do cartão com a receita do sabão ecológico.

Fonte: Registro próprio.



Figura 8. Estande “Sabão Ecológico”.

Fonte: Registro próprio.

## REFERÊNCIAS

GODOY, P. O. et al. **Consciência limpa: reciclando o óleo de cozinha**. Anuário da produção de iniciação científica discente. v. 13, n. 17, 2010.

REQUE, P. T.; KUNKEL, N. **Quantificação do óleo residual de fritura gerado no município de Santa Maria RS**. Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas. v. 11, n. 1, p. 50-63, 2010.

WEYER, M.; NORA, G. D. **Resíduos sólidos domésticos: estudo de caso do óleo vegetal residual no bairro morada da serra Cuiabá/MT**. Revista Geonorte. v. 6, n. 24, p.62-80, 2015.

## ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA ECONÔMICA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO SUPRINDO UMA ESTAÇÃO RÁDIO BASE DE TELEFONIA CELULAR

*Data de aceite: 13/01/2020*

### **Geraldo Motta Azevedo Junior**

Centro Universitário Augusto Motta –  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Avenida Paris, 84, Bonsucesso. CEP 21041-020 –  
Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

### **Antonio José Dias da Silva**

Centro Universitário Augusto Motta –  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Avenida Paris, 84, Bonsucesso. CEP 21041-020 –  
Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

### **Monique Amaro de Freitas Rocha Nascimento**

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ,  
Construção Civil.  
Avenida Aluizio da Silva Gomes, 50. CEP: 27930-  
560 – Macaé – RJ – Brasil.

### **Daniel dos Santos Nascimento**

Centro Universitário Augusto Motta –  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Avenida Paris, 84, Bonsucesso. CEP 21041-020 –  
Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

**RESUMO:** O presente artigo aborda o crescimento do setor de telecomunicações e o seu consumo de energia elétrica. Para garantir que as estações rádio base, responsáveis pela telecomunicação de telefonia móvel, alcancem áreas remotas e mantenham a rentabilidade do negócio, é necessário o desenvolvimento

de sistemas eficazes capazes de reduzir os custos operacionais. Nesse sentido, fontes renováveis de energia são recursos que podem ser utilizadas para suprir a falta e diminuir os custos com este insumo. Entre essas fontes, a energia proveniente do sol se destaca como uma das mais promissoras e, na busca pelo aproveitamento direto da radiação solar, diversas tecnologias têm sido estudadas e desenvolvidas. Considerando, então, a relevância que a geração renovável de energia assume nesse contexto, este trabalho detalha a implantação e estuda a viabilidade técnica-econômica da instalação de um projeto de geração fotovoltaico off-grid de distribuição, fornecendo energia a uma estação rádio base de telefonia celular no estado do Rio de Janeiro. A geração fotovoltaica proposta no sistema ideal mostrou-se viável tecnicamente, mas não tão atrativa economicamente em relação ao sistema funcional. Já o sistema funcional mostrou-se mais economicamente atrativo, porém, sua autonomia não é a mais indicada para sistemas de telecomunicações, podendo ocorrer em casos extremos falta de energia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia solar fotovoltaica. Estação rádio base. Off-grid.

ANALYSIS OF THE TECHNICAL-ECONOMIC VIABILITY OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM

**ABSTRACT:** This article addresses the growth of the telecommunications sector and its consumption of electricity. To ensure that base stations responsible for mobile telecommunication reach remote areas and maintain business profitability, it is necessary to develop effective systems that can reduce operating costs. In this sense, renewable energy sources are resources that can be used to fill the shortage and reduce costs with this input. Among these sources, the energy from the sun stands out as one of the most promising, and in the search for the direct use of solar radiation, several technologies have been studied and developed. Considering the relevance of renewable energy generation in this context, this work details the implementation and studies the technical and economic viability of the installation of a photovoltaic off-grid generation project, providing power to a base radio station in the state of Rio de Janeiro. The photovoltaic generation proposed in the ideal system proved to be technically feasible, but not as economically attractive as the functional system. The functional system has proved to be more economically attractive, however, its autonomy is not the most suitable for telecommunications systems, and in extreme cases there may be a lack of energy.

**KEYWORDS:** Photovoltaic solar energy. Base station. Off-grid.

### 1 | INTRODUÇÃO

O estudo para implantação de um sistema de geração fotovoltaico fornecendo energia a uma Estação Rádio Base (ERB) de telefonia celular visa diminuir o custo da energia elétrica fornecida pela distribuidora de energia. Em regiões remotas e rurais, as falhas no fornecimento de energia em centrais telefônicas, interrompem a comunicação com várias cidades e, conseqüentemente, geram transtornos ao usuário e prejuízos à empresa de telefonia (ALVARENGA, OLIVEIRA, *et al.*, 2016).

A busca por fontes renováveis complementares torna-se cada vez mais importante devido a crescente busca por energia. Entre essas fontes, a energia proveniente do sol se destaca como uma das mais promissoras devido às diversas tecnologias que tem sido estudadas e desenvolvidas. A eletricidade solar, tradicionalmente chamada de energia fotovoltaica, é uma fonte limpa de energia que tem potencial para contribuir com o desenvolvimento ambientalmente sustentável (LORA e HADDAD, 2006).

Apesar desse grande potencial, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2018), em maio de 2018 a energia fotovoltaica (UFV) representou apenas 0,78% do total de energia consumida. Logo, diante desse cenário em que o setor de energia solar só tende a aumentar, o objetivo deste artigo é analisar a viabilidade técnica da utilização de módulos fotovoltaicos na alimentação de energia elétrica nas Estações Rádio Base. Também será observada a possibilidade de diminuição

do impacto ambiental, assunto este que está inserido em uma discussão mais ampla sobre preservação ambiental e sustentabilidade econômica.

## 2 | DESENVOLVIMENTO

Para implantação de uma ERB com módulos fotovoltaicos, controlador de carga e baterias, é necessário uma torre do tipo *Greenfield*, ou seja, instalada no solo e que o local possua espaço físico disponível para instalação dos painéis fotovoltaicos.

Após a realização de análise geral no estado do Rio de Janeiro, destacou-se a opção de implantação da ERB na cidade de Angra dos Reis - Ilha Grande, devido à grande necessidade de cobertura celular e também pela sua elevada irradiação solar diária média mensal. Existem atualmente na Ilha Grande cinco ERB's, quatro localizadas na Vila do Abraão e uma localizada na região de Provetá. A Vila Dois Rios da Ilha Grande possui atualmente um campus da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (Centro de estudos ambientais e desenvolvimento sustentável), um Ecomuseu, trilhas e demais infraestruturas voltadas para o turismo que necessitam de cobertura de telefonia móvel. Atualmente, a torre situada na Vila do Abraão é a mais próxima da Vila Dois Rios e, mesmo assim, não é suficiente para dar cobertura a toda região. Devido a essas razões, a Vila Dois Rios foi a área escolhida para implantação da ERB estudada.

### 2.1 Características Climáticas da Localidade Escolhida

O clima em Ilha Grande é tropical. No inverno existe muito menos pluviosidade do que no verão. Conforme evidenciado na Tabela 1, a temperatura média do mês de novembro é de 28.3°C, o mês mais quente do ano. A temperatura média em março é de 26.7 °C, que durante o ano é a temperatura média mais baixa (CLIMATE, 2018). A temperatura exerce influência sobre as características elétricas dos módulos fotovoltaicos. A Tabela 1 é de suma importância para o dimensionamento do sistema fotovoltaico.

Além das condições climáticas, a disponibilidade da irradiação solar depende da inclinação do eixo imaginário da Terra e de sua trajetória elíptica, da latitude local e do período do ano. Para as coordenadas correspondentes à Vila Dois Rios/ Ilha Grande, a base de dados fornece os dados de irradiação solar diária média mensal [kWh/m<sup>2</sup>.dia] referente ao plano horizontal, apresentado pela Tabela 2, para no mínimo três localidades próximas ao ponto de interesse.



	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	27.4	26.9	26.7	26.9	26.9	26.8	27.2	27.5	28.2	28.2	28.3	28
Temperatura mínima (°C)	22.4	22.4	22.6	22.7	22.3	21.6	21.7	21.9	22.8	22.7	22.9	22.9
Temperatura máxima (°C)	32.5	31.5	30.9	31.2	31.6	32.1	32.7	33.2	33.7	33.8	33.7	33.1
Temperatura média (°F)	81.3	80.4	80.1	80.4	80.4	80.2	81.0	81.5	82.8	82.8	82.9	82.4
Temperatura mínima (°F)	72.3	72.3	72.7	72.9	72.1	70.9	71.1	71.4	73.0	72.9	73.2	73.2
Temperatura máxima (°F)	90.5	88.7	87.6	88.2	88.9	89.8	90.9	91.8	92.7	92.8	92.7	91.6
Chuva (mm)	144	228	310	303	200	56	27	3	2	4	7	39

Tabela 1 - Tabela Climática Ilha Grande

Fonte: (CLIMATE, 2018).

Latitude: 23,184734° S

Longitude: 44,194023° O

Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m <sup>2</sup> .dia]																	
				Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta	
Oceano Atlântico	Oceano Atlântico			23,201° S	44,149° O		5,0	5,86	6,09	4,93	4,41	3,52	3,20	3,19	4,00	4,06	4,68	4,99	5,67	4,55	2,90
Angra dos Reis	Angra dos Reis	RJ	BRASIL	23,201° S	44,249° O		5,9	5,85	6,02	4,87	4,37	3,52	3,20	3,19	3,99	4,03	4,61	4,92	5,56	4,51	2,83
Oceano Atlântico	Oceano Atlântico			23,101° S	44,149° O		10,4	5,65	5,91	4,78	4,33	3,52	3,18	3,21	4,04	4,09	4,61	4,80	5,42	4,46	2,72

Tabela 2 - Tabela Climática Ilha Grande

Fonte: (CRESESB, 2018).

## 2.2 Estação Rádio Base Escolhida e Estudo de Implantação

A Estação Rádio Base escolhida para o anteprojeto foi a que possui uma configuração de torre Greenfield conjugada com um gabinete de energia da Eltek (possui um menor consumo), entrada de alimentação de energia em DC-48V, facilitando no dimensionamento do sistema e no custo benefício. Um importante fator a ser observado é o tipo de alimentação das cargas, podendo ser em corrente contínua (CC) ou alternada (CA). A utilização de equipamentos CC dispensa a utilização do inversor. Os componentes básicos no interior do gabinete Eltek são: banco de baterias, modens ópticos, módulos de controle, módulos de RFs, fibras ópticas, cabos coaxiais, disjuntores e refrigeração fornecida pelo próprio gabinete.

Foram estudados dois sistemas de operação distintos: com autonomia para sete dias, chamado de ideal; com autonomia para apenas dois dias, chamado de funcional. No sistema ideal (autonomia de sete dias) o estudo apresenta os painéis fotovoltaicos instalados diretamente na estrutura de uma estação radio base de 60 metros de altura, conforme é mostrado na Figura 1, visando a otimização da área

de implantação. Conforme recomendado por (CRESESB, 2014), as placas foram orientadas em um ângulo de 23° em direção ao Norte. Também foi instalado um container ventilado que abrigará as baterias, gabinete de energia e controladores de carga totalizando uma área de intervenção de aproximadamente 240 m<sup>2</sup>.

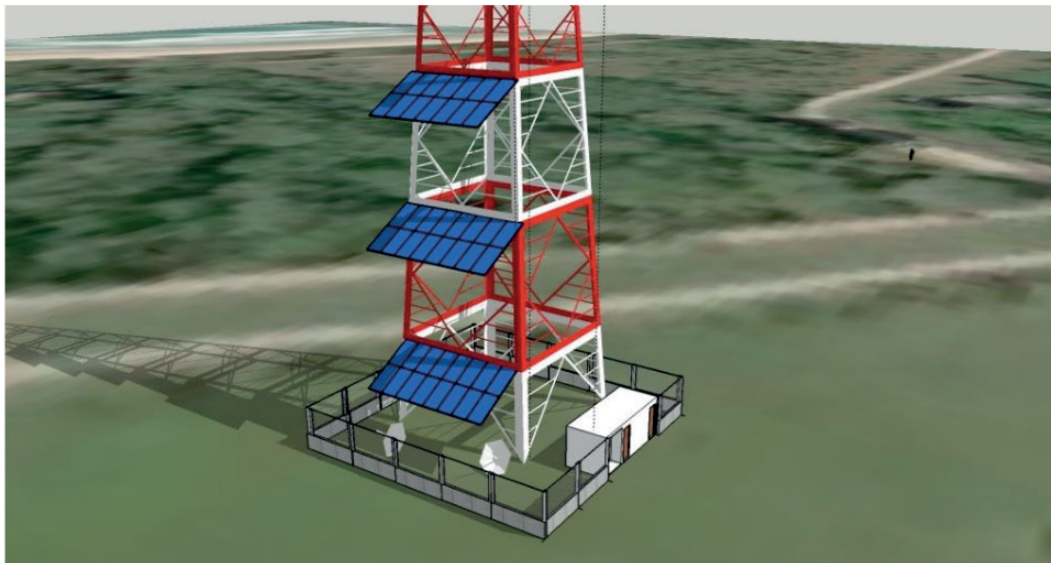


Figura 1 – Estudo de implantação do sistema ideal.

Fonte: Autores.

Já no sistema funcional, conforme mostrado na Figura 2, as placas fotovoltaicas foram dispostas ao solo, em sequência, como uma segunda opção de implantação. A área total utilizada para instalação das placas, instalação da torre e acondicionamento do container foi de 525 m<sup>2</sup>. Como a autonomia desse sistema é de dois dias, os módulos fotovoltaicos devem ficar livres de obstáculos que possam fazer sombra sobre elas, assim potencializando a geração de energia.

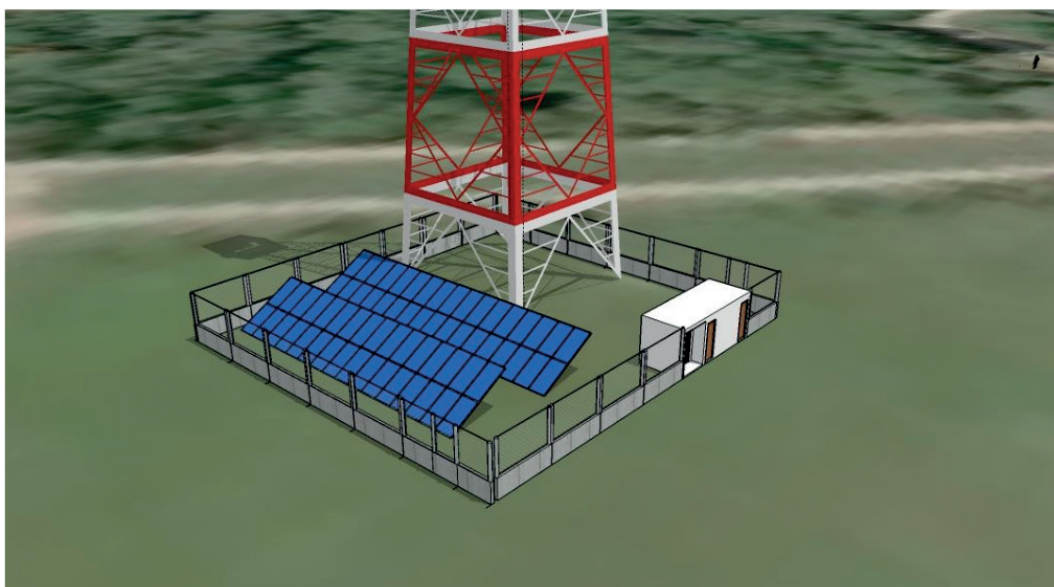


Figura 2 – Estudo de implantação do sistema funcional

Fonte: Autores.

Através do programa *Sketchup*, foi realizado um estudo de insolação das placas fotovoltaicas do sistema ideal Figura 3-a (autonomia de sete dias) e do sistema funcional Figura 3-b (autonomia de dois dias). Este estudo permitiu ter uma noção do comportamento dos dois sistemas, podendo assim obter o máximo de aproveitamento do sol. A melhor forma encontrada para não ocorrer sombreamento nos módulos fotovoltaicos foi aquela utilizada pelos módulos fotovoltaicos onde são planejados no solo (sistema funcional). Já no estudo realizado no sistema ideal, percebeu-se que nos meses que sucedem ao verão, os módulos fotovoltaicos superiores fazem sombreamento nos módulos inferiores em um curto período do dia.

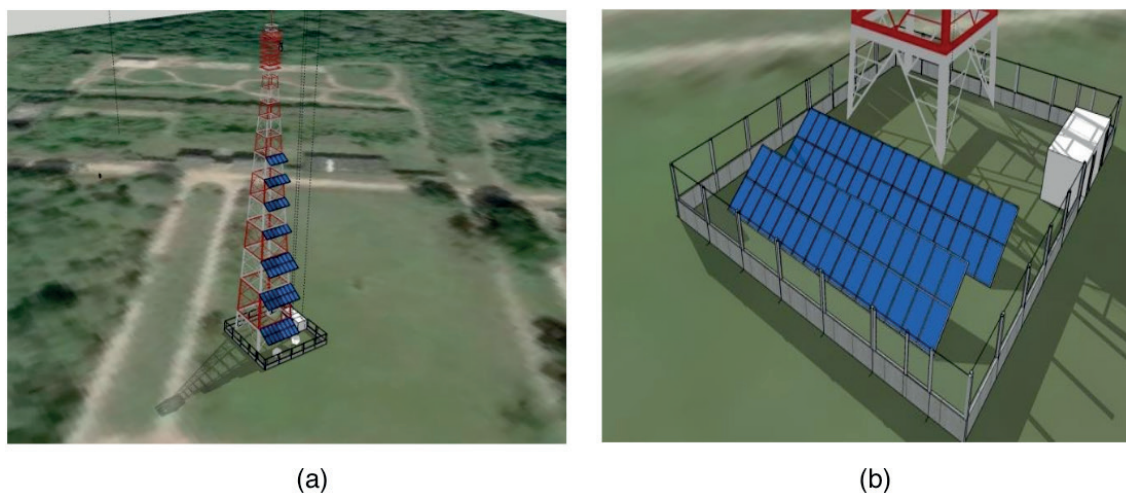


Figura 3 – Estudo de Insolação: (a) sistema ideal e (b) sistema funcional

Fonte: Autores.

### 2.3 Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico

Com base nos dados apresentados na Tabela 3, é possível realizar o dimensionamento do sistema fotovoltaico, assim como as correções dos dados das placas fotovoltaicas em relação à temperatura ambiente da localidade onde está sendo feito o estudo do sistema.

<b>LOCALIDADE</b>	
Temperatura média do local de instalação do sistema	27,41 °C
Horas de sol pleno (HSP)	3,19
<b>CARGAS</b>	
Tensão do sistema (Vcc)	48 V
Carga diária	40600 Wh
Energia Ativa Necessária	41856 Wp
<b>BATERIAS</b>	
Modelo	Freedom Df3000
Eficiência da bateria	0,97
Autonomia Sistema Ideal (dias)	7
Autonomia Sistema Funcional (dias)	2
Tensão nominal da bateria	12 Vcc
Capacidade da bateria (C20)	170 Ah
<b>PLACAS FOTOVOLTAICAS</b>	
Modelo	CS3K-300
Potência máxima (PMP)	300 Wp
Tensão circuito aberto (VOC)	39,3 V
Corrente de curto circuito (ISC)	9,82 A
Tensão em máxima potência (VMP)	32,5 V
Corrente em máxima potência (IMP)	9,24 A
<b>CONTROLADORES DE CARGA MPPT</b>	
Modelo	ITRACER IT6415ND

Tabela 3 - Dados coletados para dimensionamento de todo sistema fotovoltaico.

Fonte: Autores.

A Tabela 4 foi elaborada com base em cálculos para a correção das características elétricas do módulo fotovoltaico. O módulo fotovoltaico sofre influência da temperatura ambiente em que é instalado e com isso sua potência, corrente e tensão podem apresentar alterações em relação aos seus valores nominais. Esses

valores precisam ser corrigidos para temperatura da localidade da instalação e assim ter um dimensionamento mais exato.

<b>DADOS DO MÓDULO FOTOVOLTAICO CORRIGIDO</b>	
Potência máxima (PMP)	269,57 Wp
Tensão em máxima potência (VMP)	29,91 V
Corrente em máxima potência (IMP)	9,36 A
Tensão circuito aberto (VOC)	36,17 V
Corrente de curto circuito (ISC)	9,95 A

Tabela 4 -Correção das características elétricas do módulo fotovoltaico

Fonte: Autores.

Para o dimensionamento do banco de baterias deve ser inserida a profundidade da descarga da bateria (%). Nesse caso, foram realizados cálculos com duas profundidades de descargas diferentes e a partir dessa informação será apresentada a capacidade do banco de bateria (C20) e a quantidade de baterias conectadas em série e em paralelo para o sistema (ideal e funcional). Quanto maior for a profundidade da descarga, menor será a quantidade de baterias utilizadas no banco, e quanto menor for a profundidade maior será a vida útil da bateria. Na Tabela 5 é inserido o dimensionamento dos bancos de baterias.

<b>DIMENSIONAMENTO BANCO DE BATERIAS</b>	
Profundidade da descarga (sistema ideal)	50 %
Profundidade da descarga (sistema funcional)	80 %
Capacidade do banco (C20) (sistema ideal)	2208 Ah
Capacidade do banco (C20) (sistema funcional)	2180 Ah
Número de baterias em paralelo (sistema ideal)	72
Número de baterias em paralelo (sistema funcional)	13
Número de baterias em série (sistema ideal)	4
Número de baterias em série (sistema funcional)	4
Total de baterias utilizadas (sistema ideal)	288
Total de baterias utilizadas (sistema funcional)	52

Tabela 5 - Correção das características elétricas do módulo fotovoltaico

Fonte: Autores.

Para o dimensionamento do painel fotovoltaico considerando controlador de carga MPPT – é apresentada a quantidade de módulos fotovoltaicos necessários para fornecer energia para alimentar as cargas e carregar o banco de baterias quando no sistema será utilizado controlador de carga com a tecnologia MPPT.

O dimensionamento elétrico do controlador MPPT – a partir do modelo disponível, é possível determinar a quantidade de controladores MPPT, em paralelo, que serão utilizados no sistema fotovoltaico. Com base nos dados obtidos, o controlador de carga MPPT é o mais viável para os projetos estudados, os resultados são comuns para os dois sistemas (ideal e funcional).

A Tabela 6 foi criada para facilitar o entendimento dos resultados obtidos. Recomenda-se instalar os controladores de carga o mais próximo possível das baterias, evitando-se assim perdas de energia na fiação; devem ser instalados em local à sombra e ventilado para assim aumentar a vida útil do equipamento. Utiliza-se somente fiação de qualidade dentro das normas da ABNT, assim não comprometendo o rendimento do sistema.

<b>DIMENSIONAMENTO CONSIDERANDO CONTROLADOR DE CARGA MPPT</b>	
Número de módulos em série	02
Números de módulos em paralelo	33
Total de módulos	66
<b>DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO DO CONTROLADOR</b>	
Corrente máxima suportada pelos controladores	411A
Tensão de operação	48 V
Corrente suportada pelo controlador	60 A
Quantidade de controladores em paralelo	07

Tabela 6 - Dimensionamento do controlador de carga.

Fonte: Autores.

Foi elaborada uma análise financeira de custo dos principais equipamentos necessários para a construção do sistema fotovoltaico apresentado, não levando em conta o custo de instalação do sistema. A Tabela 7 apresenta valores referentes aos equipamentos do sistema ideal (autonomia de sete dias), planejado para instalação das placas diretamente na estrutura da torre. Na Tabela 8 são apresentados os

valores dos equipamentos do sistema funcional (autonomia de dois dias), planejado para instalação das placas diretamente no solo e à frente da Estação Rádio Base.

<b>EQUIPAMENTOS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>	<b>TOTAL</b>
Bateria	288	R\$ 1.050,00	R\$ 02.400,00
Controlador de carga MPPT	7	R\$ 2.959,00	R\$ 20.713,00
Placa fotovoltaica	66	R\$ 669,00	R\$ 44.154,00
Estruturas de fixação, projeto, material elétrico.		R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 82.267,00</b>

Tabela 7 - Descrição dos valores dos equipamentos do sistema Ideal.

Fonte: Autores.

<b>EQUIPAMENTO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>	<b>TOTAL</b>
Bateria	52	R\$ 1.050,00	R\$ 54.600,00
Controlador de carga MPPT	7	R\$ 2.959,00	R\$ 20.713,00
Placa fotovoltaica	66	R\$ 669,00	R\$ 44.154,00
Estruturas de fixação, projeto, material elétrico.		R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 134.467,00</b>

Tabela 8 - Descrição dos valores dos equipamentos do sistema Funcional.

Fonte: Autores.

A partir dos projetos especificados, foram propostos dois diferentes cenários de geração, consumo e desempenho. Para o cálculo da energia produzida foi utilizado o método da irradiação global, método utilizado em sistemas com a tecnologia MPPT onde durante todo o tempo o módulo funciona em seu ponto de máxima potência. A Tabela 9 apresenta os resultados de geração de energia produzida pelo sistema fotovoltaico estudado, onde para obter um resultado mais preciso, foi levada em consideração a irradiação solar diária de cada mês do ano.

<b>ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE ENERGIA</b>			
Mês	Irradiação diária (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	Média diária (kWh)	Média Mensal (kWh)
Janeiro	5,78	102,81	3.084,30
Fevereiro	6,00	106,72	3.201,60
Março	4,86	86,44	2.593,20
Abril	4,37	77,73	2.331,90
Maio	3,32	62,61	1.878,30
Junho	3,19	56,74	1.702,20
Julho	3,19	56,74	1.702,20
Agosto	4,01	71,32	2.139,60
Setembro	4,06	72,21	2.166,30
Outubro	4,63	82,35	2.470,50
Novembro	4,90	87,16	2.614,80
Dezembro	5,55	98,72	2.961,60
<b>TOTAL</b>		<b>961,55</b>	<b>28.846,50</b>

Tabela 9 - Estimativa de geração de energia com base na tecnologia MPPT.

Fonte: Autores.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao cenário atual do Brasil que é extremamente favorável para implantação de fontes de energias renováveis, principalmente na área de geração fotovoltaica, onde se destaca como umas das mais promissoras devido ao desenvolvimento de tecnologias as quais facilitam a utilização desse sistema e por ser uma fonte limpa de energia, acaba contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

Diante disso, este trabalho apresentou um estudo para implantação de um modelo de geração fotovoltaico, utilizando-se de dois sistemas de operação distintos: o primeiro com autonomia para sete dias, chamado de ideal e o segundo com autonomia para apenas dois dias, chamado de funcional. O estudo foi desenvolvido na Ilha Grande - RJ, e constou das etapas de determinação das premissas de projeto, do planejamento, das pesquisas de campo, do estudo da implantação e da análise dos resultados sob a ótica técnica e econômica considerando os sistemas operando separadamente.

A geração fotovoltaica do sistema ideal mostrou-se viável tecnicamente, mas



não tão atrativa economicamente quanto o sistema funcional. Porém, do ponto de vista das empresas do ramo de telefonia, considerando o cenário nacional dos preços da energia elétrica, os incentivos governamentais existentes, os preços dos principais equipamentos como módulos e baterias em declínio no mercado mundial e também o retorno financeiro de longo prazo pela vida útil dos equipamentos, acaba também se tornando interessante esse sistema.

Embora o sistema funcional tenha sido mais economicamente atrativo, sua autonomia não é a mais indicada para sistemas de telecomunicações, podendo ocorrer em casos extremos falta de energia. Nesse caso, pode ser utilizada uma fonte de energia alternativa, por exemplo, um aerogerador interligado ao sistema, como forma de backup para manter o funcionamento do mesmo, porém essa consideração não foi analisada no referido projeto.

Além disso, também se apresentou uma nova forma, além da usual, de instalação das placas fotovoltaicas na própria torre, visando à otimização da área de implantação. Para isso, o estudo de insolação anual feito no programa *Sketchup* foi fundamental na avaliação da funcionalidade da instalação, mostrando-se eficiente e com economia de metade da área utilizada no sistema usual de instalação das placas.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, L. H. *et al.* **Estudo de caso para implantação do smart grid na telefonia móvel.** Revista científica da FHO/UNIARARAS, Belo Horizonte, vol. 4, n. 2, p. 13, Fevereiro de 2016.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. site da ANEEL, 2018. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 14 de maio de 2018.

CLIMATE. Clima Ilha Grande. Climate Data Org, 2018. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/piaui/ilha-grande-313662/>>. Acesso em: 28 de agosto de 2018.

CRESESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO. 2018. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>>. Acesso em: 01 de setembro de 2018.

CRESESB - CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos** Rio de Janeiro. 2014.

ESPOSITO, S.; FUCHS, P. G. Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil. **Revista do BNDES**, v. v. 40, p. 85-114, dezembro 2013.

LORA, E.; HADDAD, J. **Geração Distribuída – Aspectos tecnológicos, ambientais e institucionais.** Interciência, Rio de Janeiro, 2006.

MAPS, G. Google Maps. **Google Maps**, 2018. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/@-23.1826233,-44.1948385,15z>>. Acesso em: 01 de setembro de 2018.

## CONTROLE DIGITAL DE UM CONVERSOR CC-CC EM MODO STEP-DOWN

Data de aceite: 13/01/2020

Data de submissão: 14/10/2019

### Alyne Ferreira Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)  
Fortaleza – CE

<http://lattes.cnpq.br/4392902988839633>

### Paulo Régis Carneiro de Araújo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)  
Fortaleza – CE

<http://lattes.cnpq.br/0463924348438101>

### Clauson Sales do Nascimento Rios

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)  
Fortaleza – CE

<http://lattes.cnpq.br/2234466217753181>

### Victor Alisson Mangueira Correia

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)  
Fortaleza – CE

<http://lattes.cnpq.br/5552453159943170>

**RESUMO:** O presente trabalho apresenta a elaboração de um controle digital aplicado ao kit didático conversor CC-CC. O conversor está sendo utilizado em modo buck, com tensão de entrada de 12V. Assim, pretende-se controlar um conversor no modo buck para que ele regule a tensão de saída em 6V independentemente de

variações no valor da resistência de carga ou na tensão de entrada. Para o desenvolvimento e validação do controlador digital foram utilizados os softwares Matlab [MATLAB] e PSIM [PSIM].  
**PALAVRAS-CHAVE:** Controle digital. Conversor. Modo step-down.

### DIGITAL CONTROL OF A DC-DC CONVERTER IN STEP-DOWN MODE

**ABSTRACT:** This work presents the elaboration of a digital control applied to the DC/DC converter training kit. The converter is being used in buck mode, with input voltage of 12V. Thus, it is intended to control a converter in buck mode so that it regulates the output voltage at 6 V regardless of variations in the value of the load resistance or the input voltage. For the development and validation of the digital controller, the software Matlab [MATLAB] and PSIM [PSIM].

**KEYWORDS:** Digital control. Converter. Step-down mode.

## 1 | INTRODUÇÃO

Conversores CC/CC são circuitos capazes de fornecer uma tensão modificada na saída em relação à tensão de entrada. Assim o circuito é capaz de apresentar tensões e

correntes elétricas contínuas na saída, mas de valores distintos da entrada. Entre os conversores existentes, há o step-down ou buck, o conversor abaixador de tensão; o step-up ou boost, o conversor elevador de tensão; e o buck-boost, o conversor abaixador-elevador de tensão. O conversor utilizado neste trabalho é o step-down, o qual permite que a tensão de saída seja regulada de 0 a 12V se a tensão aplicada à entrada for de 12 volts.

Os controladores digitais são responsáveis por controlar as variáveis existentes em um sistema ou planta, sejam elas tensão ou corrente elétrica, temperatura, velocidade, entre outras. A vantagem do controlador digital em relação ao controlador analógico é a fácil modificação e manutenção e o rápido desenvolvimento, pois não é necessário desenvolver e montar a placa de controle analógico, e nem reprojetar os componentes. Em caso de erro, a correção é mais simples, já que não inclui mal funcionamento de hardware. Controladores digitais recebem informações de sensores e comparam com informações de referência para gerar um sinal de erro, que é processado para atuar sobre o sistema ou planta. Com isso é possível tomar uma decisão sobre a planta controlada.

O circuito utilizado neste trabalho é um kit didático que foi desenvolvido no IFCE e apresentado no COBENGE em 2013 (VIANA *et al*, 2013). Ele tem como finalidade facilitar a aprendizagem de conteúdos de eletrônica de potência e eletrônica industrial. O kit permite fácil configuração, através de jumpers, para operar nos modos buck, boost ou buck-boost. Desta forma, os alunos são capazes de validar a teoria de modo simples e eficaz.

Apesar de facilitar o ensino de eletrônica, o kit não apresenta nenhum controle analógico ou digital. Assim, este trabalho tem como finalidade desenvolver um controle digital, baseado em linguagem C, para regular a tensão de saída do conversor mesmo que haja variação na tensão de entrada ou no valor da resistência de carga. Este controle foi concebido, desenvolvido e validado em simulador para auxiliar os alunos na aprendizagem de conceitos da disciplina de aplicação de controle de processos. O desenvolvimento do controlador digital seguiu os seguintes passos: a planta do conversor foi analisada; a função de transferência foi obtida no domínio S através da transformada de Laplace; depois foi discretizada utilizando a transformada Z, e por fim, a equação de diferença foi obtida. Essa equação foi programada em um bloco de programa C, do simulador PSIM, e o controle validado pela no simulador.

Este trabalho está dividido nas seguintes seções. Na Seção 2, os trabalhos relacionados ao tema deste estudo são apresentados. Conceitos sobre controladores PID são abordados na Seção 3. Na Seção 4, conceitos sobre controladores digitais são descritos. A metodologia para o desenvolvimento do controlador é abordada na Seção 5. Na Seção 6, os resultados são divulgados, e, por fim, na Seção 7, as conclusões são apresentadas.

## 2 | TRABALHOS RELACIONADOS

Sistemas que utilizam conversores CC-CC são amplamente utilizados. Especialmente em modo buck. Porém, poucos são os artigos que enfatizam suas aplicações a kits didáticos e que foram publicados em periódicos voltados à área de controle e automação e à computação, *stricto sensu*. É possível dividir o estudo de conversores nas mais variadas áreas. A ideia é fazer um comparativo com estudos teóricos e práticos em sistemas de controle digital.

### 2.1 Trabalhos Gerais

Existem artigos cuja prioridade é o uso de controladores digitais. Em “Projeto de um inversor trifásico com snubber de undeland regenerativo e controle digital”, os autores utilizaram técnicas implementadas em um conversor Buck-Boost Quasi-Square-Wave Converter, Zero Voltage Switching modificado, cujo propósito era regenerar a energia do Snubber de Undeland modificado, aplicado ao inversor trifásico com barramento em ponto médio (SPERB, 2007). O artigo apresenta estudos quantitativos e qualitativos das estruturas do inversor, snubber e conversor auxiliar, bem como o projeto final para especificações apresentadas.

No trabalho apresentado por Dias (2010), os autores desenvolveram um condicionador unificado de qualidade de energia (UPQC) controlado digitalmente. O condicionador é composto por um filtro ativo paralelo, para compensar a corrente na rede, e um filtro ativo série, para compensar a tensão na carga. A proposta consiste em aplicar uma estratégia de controle simples baseada na comparação direta da corrente na rede e tensão na carga com referências senoidais.

O artigo apresentado pelos autores dos Santos Coelho e Mariani (2006) demonstra uma nova abordagem diferenciada para o projeto de um controlador PID (proporcional, integral e derivativo) multivariável baseado em uma rede neural e um algoritmo genético. Na primeira etapa, uma rede neural de funções radiais de base é utilizada para identificação do processo multivariável. Na segunda etapa, o projeto do controlador é realizado, de forma off-line, baseado na sintonia de ganhos do controlador PID. O objetivo básico é controlar a posição de uma bola que rola livremente sobre uma chapa, aplicando-se tensões aos motores, as quais são baseadas no conhecimento da posição da bola adquirido pelo sistema de visão.

### 2.2 Trabalhos Estritamente Relacionados

Em “Desenvolvimento de um protótipo de automação predial/residencial utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica arduino”, os autores descrevem a construção de uma plataforma didática com reservatórios de água para a aplicação

de estratégias de controle de nível, bem como o projeto de um controlador PI a partir do software Matlab e do kit de desenvolvimento Arduino Uno (DE ARAÚJO *et al*, 2012). O objetivo do trabalho foi desenvolver um supervisor que enviasse e recebesse dados de comando da planta, permitindo a visualização por meio de uma interface gráfica. Além disso, os autores desenvolveram um kit didático de baixo custo que auxilia os alunos em seu aprendizado e desenvolvimento acadêmico.

### 3 | CONTROLADORES PROPORCIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVO (PID)

Um controle tem por finalidade estabilizar um sistema, reduzindo ruídos ou distúrbios, e conseqüentemente, evitando erros na resposta. Esse sistema é chamado de planta, que é um conjunto de componentes (elétricos, eletrônicos, mecânicos, etc) que funcionam integrados para realizar uma operação e chegar a um resultado. Existem alguns tipos de controle, dentre eles: o Controle Proporcional (P), em que a resposta é proporcional ao sinal na sua entrada; Controle Proporcional-Integral (PI), em que há uma combinação da ação proporcional com uma ação de integração; Controle Proporcional-Derivativo (PD), que é a combinação do controle Proporcional e do controle Derivativo; e o Controle Proporcional-Integral-Derivativo (PID), que é a combinação dos três elementos. Neste trabalho, propusemos o desenvolvimento de um controle PID.

Planta é a integração de tudo aquilo que está presente no sistema com a finalidade de obter algum resultado.

“Se um modelo matemático da planta pode ser obtido, então é possível aplicar várias técnicas de projeto na determinação dos parâmetros do controlador que atenderão às especificações do regime transitório e do regime permanente do sistema de malha fechada.” (OGATA, 2011, página 522)

Para que o controle possa funcionar corretamente, é necessário escolher bem seus parâmetros. “O processo de selecionar parâmetros do controlador que garantam dada especificação de desempenho é conhecido como sintonia do controlador” (OGATA, 2011, página 522). Esses parâmetros proporcionarão uma operação estável no sistema. Eles são conhecidos como ganhos e são representados por  $K_p$ ,  $T_i$  e  $T_d$ . “Contudo, o sistema resultante pode exibir um sobressinal grande na resposta ao degrau, o que é inaceitável. Nesse caso, precisamos fazer uma série de sintonias finas até que um resultado aceitável seja obtido.” (OGATA, 2011, página 522). Essas sintonias são feitas adicionando e redistribuindo zeros e polos.

## 4 | CONTROLADORES DIGITAIS

Controladores digitais têm, essencialmente, a mesma função dos controladores analógicos. Ou seja, estabilizar o sistema de forma que possíveis ruídos não interfiram na sua resposta. Os controles digitais utilizam algoritmos para conduzir a saída desejada de acordo com os dados obtidos. Para isso, os algoritmos devem estar presentes em microprocessadores, que por sua vez estarão conectados ao sistema.

Uma das vantagens do controlador digital é a utilização de um microcontrolador ou microprocessador:

O uso de microprocessadores tem papel fundamental para implementação do controle digital, substituindo assim uma série de componentes que podem ser usados para realizar o controle analógico, tornando o sistema mais versátil e preciso. (MONZANI 2010, página 13)

A manutenção de um controlador analógico é mais complexa, pois pode existir algum componente eletrônico atrelado ao erro na saída, dificultando a detecção do ponto de falha. Modificar um controlador digital, depois de descoberto o erro, é bem mais simples. Basta gravar uma nova versão do programa corrigido.

Por outro lado, o uso de controladores digitais também apresenta desvantagens, tais como, análises complexas do controlador e da implementação; sistemas analógicos estáveis podem perder a estabilidade ao serem discretizados; erros de software; sensibilidade a sobre ou subtensão de entrada. (MONZANI, 2010. página 37)

Ou seja, mesmo facilitando na manutenção do controlador, por não precisar modificar o hardware, é necessário verificar se o sistema continua estável depois da ação do algoritmo do controle digital.

Ao discretizar o controlador analógico, obtendo assim a função de transferência discreta do controlador digital, deve-se realizar os cálculos necessários para transformar tal função apresentada no domínio  $z$  em uma função que possa ser amostrada pelo PIC por intermédio das equações à diferença." (MONZANI, 2010, página 47)

Isso acontece porque não só o PIC como os outros microcontroladores trabalham com valores discretos.

## 5 | METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DO CONTROLADOR DIGITAL

### 5.1 Kit Didático Conversor Cc-Cc

O kit conversor CC-CC utilizado para o desenvolvimento do controlador está

descrito no artigo que tem o seguinte título: “Didactic kit for practical testing of the basic switched mode power supply topologies” (Kit didático para testes práticos das topologias da fonte de alimentação comutada básica - tradução livre) (VIANA *et al*, 2013). Esse kit foi desenvolvido por alunos e professores do Instituto Federal do Ceará, em 2013. O kit está descrito na Figura 1 e serve para auxiliar o estudo de conteúdos relacionados à eletrônica de potência e industrial.

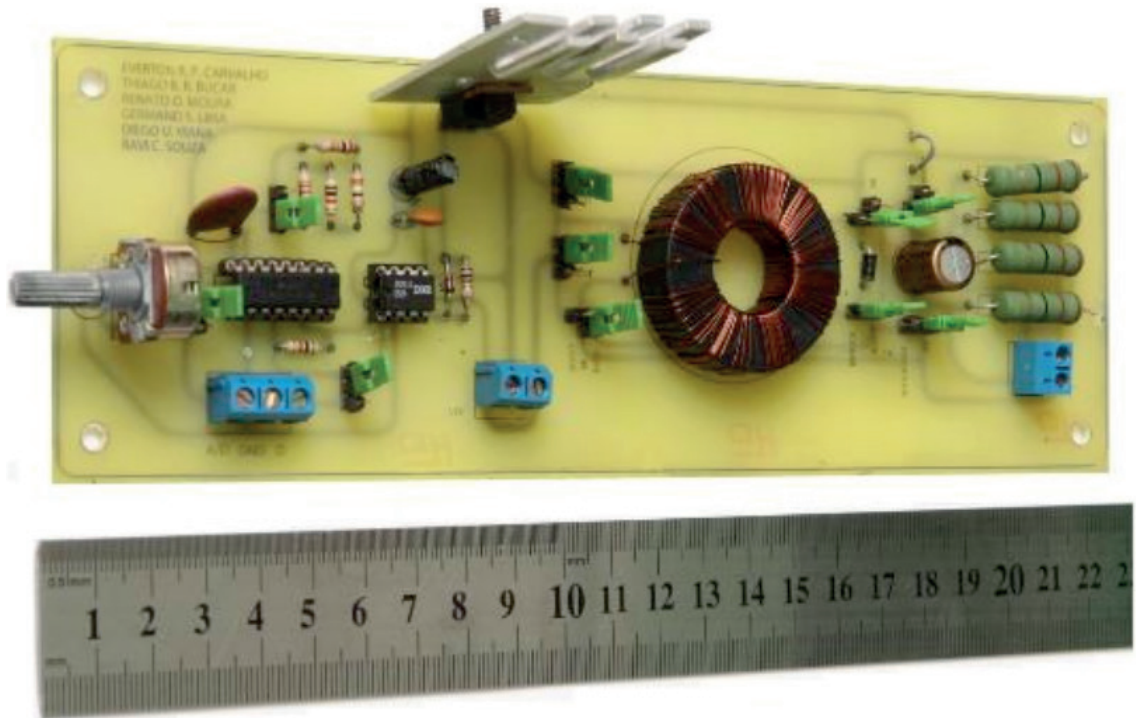


Figura 1 - Conversor CC-CC

Fonte:: Viana et al, 2013.

O kit didático é um conversor CC-CC que pode operar, através da mudança de jumpers, nos modos buck, boost ou buck-boost. A operação do conversor no modo buck foi escolhida para a implementação do controlador digital. Nessa operação, que é chamada também de step down, a tensão elétrica na saída pode ser regulada entre 0 e 12 volts, dada uma tensão de entrada de 12V. Para operar o kit no modo Buck, tivemos que configurar os jumpers da seguinte forma:

- Jumper 1 - entre o pino central e o D/A
- Jumper 2 - entre os pinos 1 e 2
- Jumper 3 - entre os pinos 2 e 3, na opção Buck/BB
- Jumper 4 - entre os pinos 1 e 2, na opção Buck/BB
- Jumper 5 - entre os pinos 1 e 2, na opção Buck
- Jumper 6 - entre os pinos 1 e 2, na opção Buck/Boost
- Jumper 7 - entre os pinos 2 e 3, na opção BB/Buck

- Jumper 8 - pino 1, na opção BB
- Jumper 9 - entre os pinos 1 e 2, na opção Buck
- Jumper 10 - entre os pinos 2 e 3, na opção f1

## 5.2 Função De Transferência Do Conversor Cc-Cc Em Modo Buck

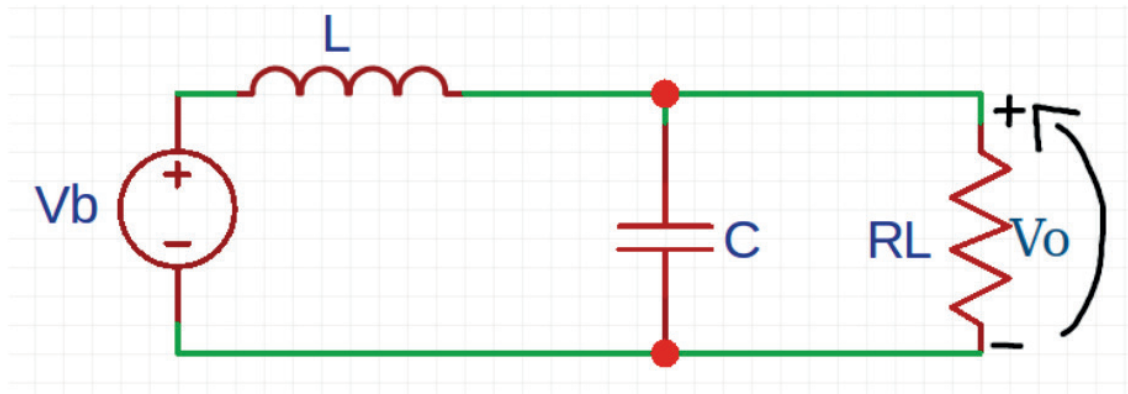


Figura 2 - Relação Média

Fonte: compilação do autor

Tomando por base o modelo médio equivalente representado na Figura 2 e considerando

$$G(s) = \frac{V_o(s)}{V_b(s)}, V_b(s) = V_{in} \cdot d(s) \quad (1)$$

Temos que

$$G(s) = \frac{1}{s^2 \cdot L \cdot C + \frac{s \cdot L}{R} + 1} \quad (2)$$

$$\frac{V_o(s)}{d(s)} = \frac{V_{in}}{s^2 \cdot L \cdot C + \frac{s \cdot L}{R} + 1} \quad (3)$$

A Equação (3), define a tensão de saída do conversor perturbada pela razão cíclica. Utilizando o pacote “sisotool”, do software Matlab, determinamos a função de transferência da planta em malha aberta:

$$G_{ma} = k_m \cdot k_s \cdot G \quad (4)$$

$$G_{ma} = \frac{k_m \cdot k_s \cdot V_{in}}{s^2 LC + \frac{sL}{R} + 1} \quad (5)$$

O sisotool retorna  $K_i$  e  $T_i$  de acordo com a seleção realizada pelo usuário. É recomendado cancelar o polo mais próximo do eixo imaginário do gráfico do lugar



das raízes da planta analisada, colocando um zero no eixo real nesta posição e um zero na origem.

$$Gc(s) = C(s) = \frac{R_2}{R_1} \cdot \left( \frac{R_2 \cdot C_1 \cdot s + 1}{R_2 \cdot C_1 \cdot s} \right) \quad (6)$$

$$K_i = \frac{1}{R_1 \cdot C_1} \quad (7)$$

$$T_i = R_2 \cdot C_1 \quad (8)$$

As Equações (7) e (8) foram utilizadas para projetar os parâmetros do controlador por análise de um circuito analógico utilizando amplificador operacional. Com isso, podemos escolher  $R_1$  e calcular  $C_1$ . Em seguida calculamos o valor de  $R_2$  e o parâmetro  $T_i$ .

### 5.3 Desenvolvimento do controle

Utilizamos a equação da planta, a saber  $G(s)$ , para encontrar o controle que deverá ser utilizado para manter a tensão de saída em 6 volts. Para isso, usamos a ferramenta Sisotool, que pode ser encontrada no Matlab. Escrevemos o comando “sisotool(gs)” no MATLAB, que abrirá uma janela.

É necessário adicionar zeros e polos, sempre verificando se a saída prevista tem a forma da resposta ao degrau da planta.

A equação do controlador, que foi encontrada com o cancelamento de polos através da adição de zeros, está representada pela Equação (9).

$$c = \frac{0.0112s+80}{3.2s+1} \quad (9)$$

Com a função do controlador determinada pelo pacote do Sisotool, ela deverá ser descrita no Matlab, para que possa ser discretizada posteriormente. Para isso, os seguintes comandos foram utilizados:

```
numc = [0.0112 80];
denc = [3.2 1];
c = tf(numc, denc);
```

Para calcular o sistema em malha aberta, multiplicaram-se as funções de transferência da planta (gs) e do controle (c):

```
gma = gs * c;
```

A função de transferência em malha aberta, resultado da multiplicação acima, está descrita na Equação (10).

$$gma = \frac{0.0112s+80}{1.07e^{-6}s^3+5.56e^{-5}s^2+3.251s+1.016} \quad (10)$$

Para visualizar o gráfico da tensão de saída com o efeito do controlador, precisamos definir a função de transferência em malha fechada. Para isso, usamos a função feedback, com ganho 1:

```
gmf = feedback(gma, 1);
```

A função de transferência, resultado da invocação da função feedback(), está descrita na Equação (11).

$$gmf = \frac{0.0112s+80}{1.072e^{-6}s^3+5.56e^{-5}s^2+3.262s+81.02} \quad (11)$$

Para avaliar se o controlador projetado consegue estabilizar a tensão de saída, uma análise da resposta ao degrau é realizada com base na FT em malha fechada. A seguinte função retorna a resposta ao degrau da FT gmf:

```
step(gmf);
```

O resultado da invocação da função step() está representado na Figura 3.

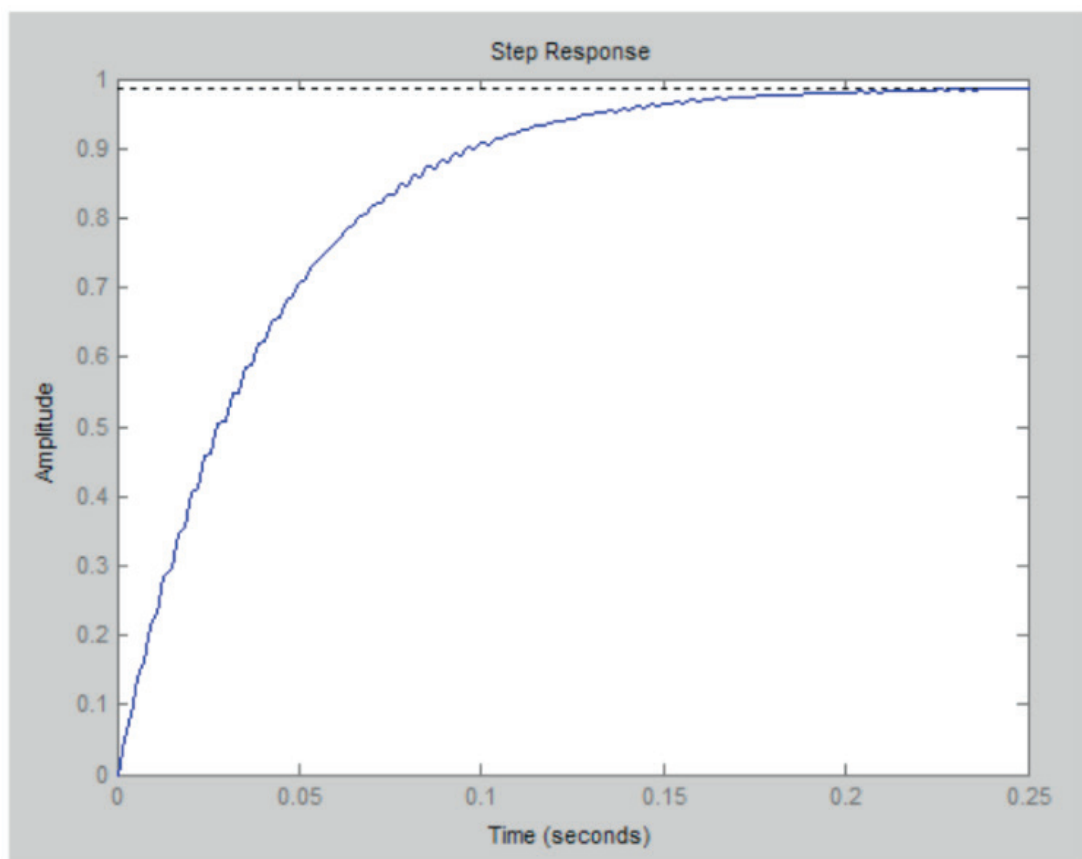


Figura 3 - Saída estável obtida com o controle

Fonte: Compilação do autor

Como a resposta ao degrau da FT em malha fechada mostrou boa estabilidade, então o controle poderá ser utilizado. O próximo passo, é discretizar a FT utilizando a transformada Z, e depois encontrar a equação de diferença. Para isso, discretizamos a função de transferência do controle, ou seja, deixamos a mesma no plano Z. Utilizamos a função c2d, do Matlab, para tal finalidade. Como a frequência desejada

é de 3.9 kHz, o período utilizado é 0.000256ms.

$$gz = c2d(c, 0.000256, '')$$

A FT no domínio Z, obtida pela utilização da função  $c2d()$ , é apresentada na Equação (12):

$$gZ = \frac{0.0035z+0.0029}{z-0.9999} \quad (12)$$

Para determinar a equação de diferença, a qual será utilizada na programação do controlador digital, utilizamos as Equações (13) a (18).

$$\frac{U_z}{E_z} = \frac{0.0035+0.0029}{z-1} \quad (13)$$

$$U_z \cdot (z - 1) = \frac{E_z(0.0035+0.0029)}{z-1} \quad (14)$$

$$U_z \cdot z - U_z = 0.0035z \cdot E_z + 0.0029 \cdot E_z \quad (15)$$

$$U_z - U_{z-1} = (0.0035 \cdot E_z + 0.0029 \cdot E_z) \cdot z^{-1} \quad (16)$$

$$U_z = U_{z-1} + 0.0035 \cdot E_k + 0.0029 \cdot E_{k-1} \quad (17)$$

Adicionamos o ganho de 1000 com a finalidade de corrigir o atraso na resposta. Com isso, temos:

$$U_z = U_{z-1} + 3.5 \cdot E_k + 2.9 \cdot E_{k-1} \cdot z^{-1} \quad (18)$$

Essa é a equação de diferença que utilizaremos para programar o controlador digital.

## 6 | RESULTADOS

### 6.1 Simulação

Para simular e verificar a corretude do controle projetado, utilizamos o simulador PSIM. Na Figura 4 é possível visualizar o esquema elétrico, no PSIM, da placa do kit conversor.

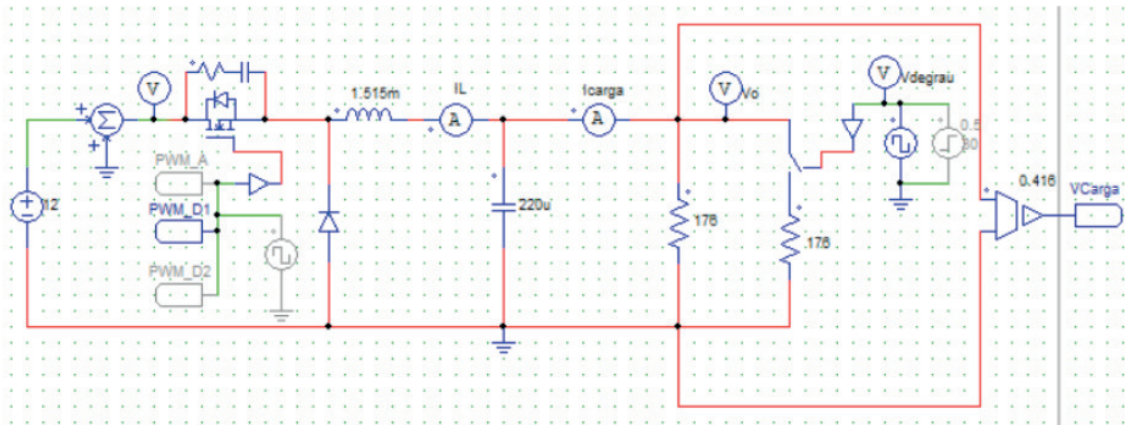


Figura 4 - Esquemático do kit

Fonte: Compilação do autor

Adicionamos ruídos na tensão de entrada e na resistência de carga, os quais permitiram avaliar a eficiência do controle digital. O ruído aplicado à entrada fez com que esta variasse entre 8V e 12V, e o ruído aplicado à carga fez com que ela variasse entre 176 ohms e 88 ohms. Com isso, o circuito final pode ser descrito como na Figura 5.

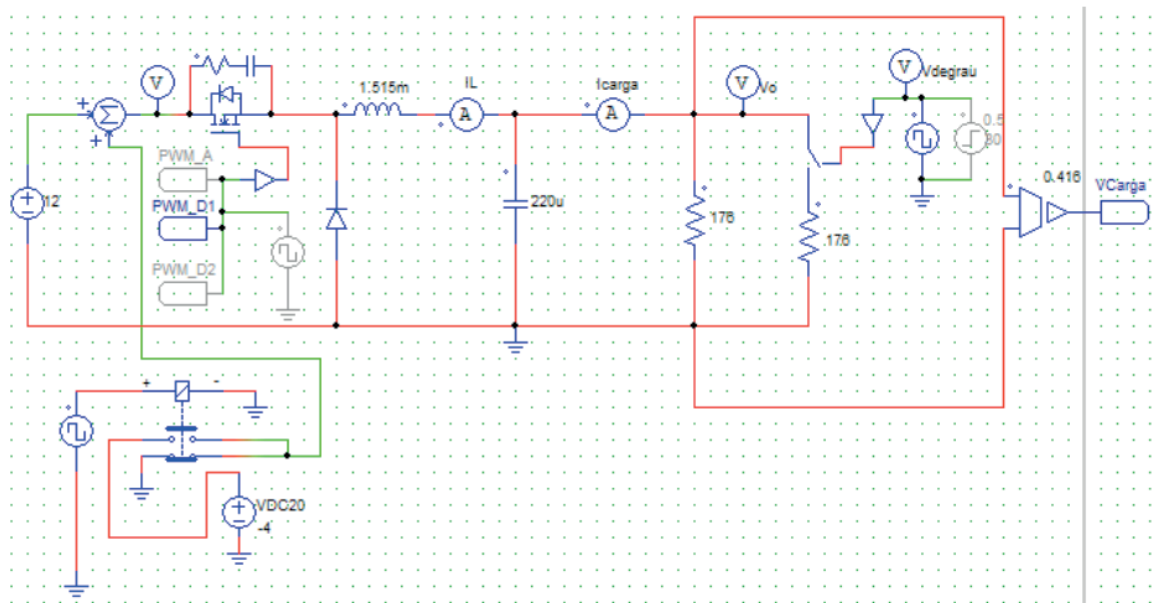


Figura 5 - Circuito com ruído

Fonte: Compilação do autor

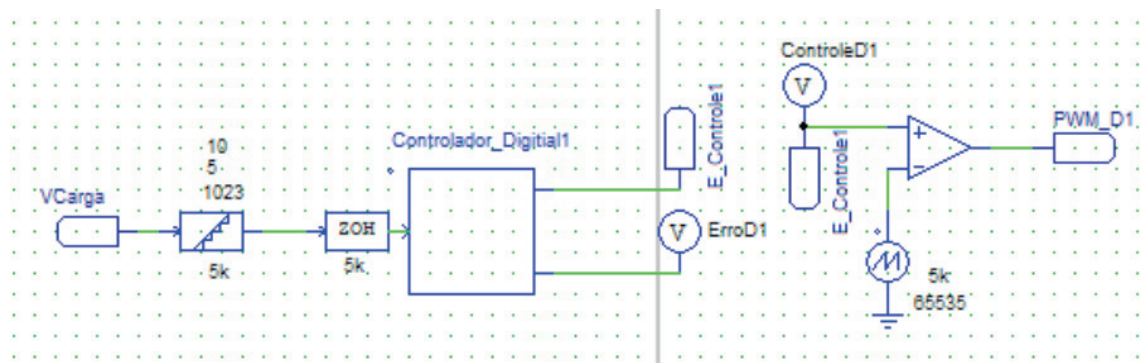


Figura 6 - Esquemático do controle

Fonte: Compilação do autor

Inserimos o código, em linguagem C, a equação de diferença no componente cblock, que é intitulado “Controlador DigitalD1”. Esse componente cblock simula um código em C executando em um microcontrolador, por exemplo. Na Figura 7, apresenta-se o cblock programado em linguagem C.

```

static double ek=0, e1k=0, uk=0, u1k=0;
static double ref=511; // Equivalente a um valor de tensão de 2.5V (Analogico)
    ek = ref - x1;
    uk = u1k+(3.5*ek)+(2.9*e1k);
    u1k = uk;
    e1k=ek;
    if(uk>65534)
    {
        uk =65534;
    }
    if(uk<0)
    {
        uk=0;
    }
    y1=uk;
    y2=ek;

```

Figura 7 - Código do controlador digital

Fonte:Compilação do autor

As tensões de saída e entrada do kit conversor CC-CC estão apresentadas na Figura 8. A tensão de saída apresenta overshoot aceitável e se mantém com um valor médio em torno de 6V, como desejado. Com essa simulação no PSIM, observou-se que o controle digital projetado é capaz de regular a tensão na saída em um valor desejado, mesmo com a aplicação de ruídos na entrada e na resistência de carga. Caso haja necessidade, os ganhos da equação de diferença podem ser modificados para diminuir o overshoot na tensão de saída.

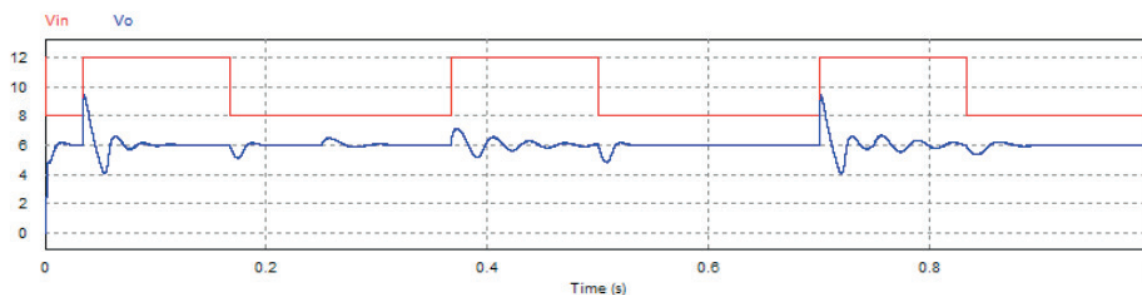


Figura 8 - Gráfico de tensão

Fonte: Compilação do autor

## 7 | CONCLUSÃO

O kit conversor CC-CC didático apresentado possui um esquema básico de um conversor de tensão voltado à aprendizagem. Porém, percebeu-se a necessidade de se desenvolver um controle digital para evitar variações da tensão de saída em caso de variação da tensão de entrada ou da resistência de carga.

O estudo possibilitou uma melhoria no supracitado kit didático, permitindo a ampliação do conteúdo didático para as áreas de eletrônica de potência e controle de processos. O controle foi desenvolvido para que a tensão de saída seja estabilizada em 6V, mesmo que haja uma variação da tensão de entrada, que é de 12V, ou uma variação da resistência de carga.

A elaboração desse controle utilizou equações que foram obtidas com auxílio do software Matlab. A validação foi realizada utilizando-se o software PSIM. Nos testes do simulador PSIM, distúrbios foram inseridos tanto na entrada, quanto na resistência de carga. Os resultados desses testes comprovaram que o controlador projetado para o kit didático apresenta boa estabilidade, e boa resposta para distúrbios aplicados tanto à entrada quanto na saída. Através da análise dos resultados, foi possível perceber que o controle digital está atuando corretamente, pois a tensão de saída se manteve em 6V, mesmo com uma variação de 4V da tensão de entrada e de 50 por cento na resistência de carga.

O kit conversor didático, que possui extrema importância no aprendizado da eletrônica de potência, pôde ser aperfeiçoado com o desenvolvimento de um controle digital compatível com seu funcionamento. Como trabalho futuro, deseja-se elaborar um controlador digital baseado em Arduino para ser incorporado ao kit conversor didático.

## REFERÊNCIAS

XLVII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 1., 2019, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: Abenge, 2019.

COELHO, L dos Santos; MARIANI, V. C. **Sistema híbrido neuro-evolutivo aplicado ao controle de um processo multivariável.** (2006).

DE ARAÚJO, F. M. U. **Sistemas de controle.** 2007. Disponível em: <<https://www.dca.ufrn.br/menighet/FTP/Controle/scv20071.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

DE ARAÚJO, I. B. Q.; SOUTO, F. V.; JUNIOR, A. G.da Costa; DE SOUSA, C. P. **Desenvolvimento de um protótipo de automação predial/residencial utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica arduino.** 2012.

DIAS, J. **Condicionador unificado de qualidade de energia com controle digital.** 2010

**MATLAB.** Version r2013a. [s.l.]: Mathworks, 2013.

MONZANI, R. C. **CONTROLADORES ANALÓGICOS E DIGITAIS UMA ANÁLISE COMPARATIVA.** (2010).

OGATA, K. (2011). **Engenharia de controle moderno.** Pearson Education, 5th edition.

**PSIM.** Version 9.1.1. [S.l.]: Powersim, 2011.

SPERB, J. D.. **Projeto de um inversor trifásico com snubber de undeland regenerativo e controle digital.** (2007)

VIANA, I. P.; LIMA, W. S.; AQUINO, C. A.; JOHANNESSEN, J. G. R.; MEDEIROS, C. M. S. **Didactic kit for practical testing of the basic switched mode power supply topologies.** (2013).

## CULTURA NA ESCOLA.A QUADRILHA

*Data de aceite: 13/01/2020*

### **Fabiano Lemos Pereira**

A quadrilha na Escola Estadual Arlindo Costa (Escola onde realizei meu estágio no ano de 2017) ocorreu em dia e hora previamente marcada com a presença de toda a equipe de funcionários, professores, coordenação, gestores e estagiários. Como estagiária analisei, no decorrer da festa, o desinteresse dos alunos para a simbologia do evento como, por exemplo: a roda da quadrilha foi composta por poucos alunos do ensino fundamental e ensino médio, faltou o cortejo de falas e brincadeiras caipiras comuns ao evento, e em menos de 10mn a dança já havia acabado. Os jovens e as crianças (não houve um horário separado para as crianças) estavam “soltos”, não havia um planejamento, coordenação para a sequência dos eventos que ocorrem nesta festa que se qualifica como folclore, também. Sobre o Folclore vale a pena lembrar um pouco da sua história; A quadrilha era dançada por pares na corte de Luís XV e se popularizou no Brasil em inúmeras variantes a partir do século XIX. No interior do Brasil, a quadrilha é a dança

típica das festas juninas onde se comemora os dias de santo Antônio e são Pedro. Na época da regência a quadrilha era bastante popular. A forma de quadrilha mais popular no Brasil é a caipira, que surgiu no interior de São Paulo.

Continuando o relato da minha análise pude notar que no decorrer da atividade na qual estávamos participando, percebemos que após o término da quadrilha o DJ convidou a TODOS os alunos (as crianças incluídas) a participarem do BAILE FUNK que foi realizado em uma sala fechada e devidamente preparada (globos luminosos, luzes apagadas, música sensualista) com a cobrança de 12,00\$ por pessoa. Para os alunos que não podiam pagar a quantia estipulada, foi oferecido um BAILE FUNK, mais simples, no pátio da Escola. Então se iniciou o show de danças sensuais; perguntei-me: será que estou em uma Escola mesmo? Se estou; como classificar a atitude permissiva dos gestores e demais “educadores” desta instituição? Para responder a estes e outros questionamentos que envolvem os elementos norteadores da Educação Escolar, vamos lembrar as tendências pedagógicas estudadas no curso de Licenciatura em História.



- Tendência Liberal Renovada Progressista.
- Pedagogia Liberal.
- Pedagogia Liberal Tradicional.
- Liberal Renovada Não Diretiva.
- Liberal Tecnicista.
- Progressista Liberal.
- Progressista Libertária.
- Tendência Crítico Social dos Conteúdos.

Verificamos que em nenhuma destas tendências pedagógicas há uma defesa, ou tópico, que enquadre o que presenciamos na Escola Estadual Arlindo Costa. No PPP da Escola Estadual Arlindo Costa (verificado por mim, folha por folha) consta que a tendência pedagógica adotada é a Pedagogia Tradicional Democrática. Recorremos então, ao autor do livro “Didática”; José Carlos Libâneo ,que explica sobre esta forma de ensino pedagógico:

A escola democrática, portanto, é aquela que possibilita a todas as crianças a assimilação de conhecimentos científicos e o desenvolvimento de suas capacidades intelectuais, de modo a estarem preparadas para participar ativamente da vida social (na profissão, na política, na cultura). Assim as tarefas da escola, centradas à transmissão e assimilação ativa dos conhecimentos, devem contribuir para objetivos de formação profissional, para compreensão das realidades do mundo do trabalho; de formação política para que permita o exercício ativo da cidadania (participação nas organizações populares, atitude consciente e crítica no processo eleitoral etc.) de formação cultural para adquirir uma visão de mundo compatível com os interesses emancipatórios da classe trabalhadora. (Libâneo. 1994, p.227)

O que presenciamos na Escola Estadual Arlindo Costa foi a perda do valor de um folclore, a perda da ética e profissionalismo na arte de educar. Pois como diz Rinalva Silva na obra “Educação: A Outra qualidade”;

O aluno não é cliente da escola, mas parte dela. É sujeito que aprende que constrói seu saber, que direciona seu projeto de vida. (Silva, 1995. p, 132)

E o autor Libâneo na obra “Educação escolar: políticas, estrutura e organização” afirma que:

No contexto da sociedade contemporânea, a educação pública tem tríplice responsabilidade: ser agente de mudanças, capaz de gerar conhecimentos e desenvolver a ciência e a tecnologia; trabalhar a tradição e os valores nacionais ante a pressão mundial de descaracterização da soberania das nações periféricas; preparar cidadãos capazes de entender o mundo, seu país, sua realidade e de transformá-la positivamente. (Libâneo. 2012.p, 133)

Este relato foi apresentado, por mim, no seminário de estágio na Universidade Estadual de Goiás- unidade Anápolis em 2017. Minha crítica teve como objetivo

principal o alerta aos formandos em Licenciatura sobre a questão premente da Educação nas Escolas Públicas. Aprendemos regras, posturas, a ciência da historiografia. Estudamos autores que trabalham com a ética do ensinar, o cuidado com a profissão de Professor (a), o respeito com o labor na escola, enfim nos preparamos para sair da Universidade com o intuito de passar o conhecimento calcado na ética do fazer ao aluno o melhor que pudermos e nos deparamos com o descaso na educação pelo governo e pela própria gestão escolar, salvo algumas poucas exceções.

Nossa conclusão será sempre aquela que confere ao educador das ciências quê: A responsabilidade dos professores, coordenadores e gestores da escola pública no quesito; Arte de Ensinar aumenta na medida em que os problemas sociais, culturais, econômicos e políticos de um país atingem as camadas mais baixas da população. Aceitar de “braços cruzados” ou se deixar corromper pelos golpes estatais na educação é um mal a ser extirpado por todos que se comprometem com o ensino aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- Libâneo, José Carlos. *Didática/ José Carlos Libâneo*. - Sao Paulo: Cortez, 1994. - (Coleção magistério. 2º grau. Série formação do professor).
- Libâneo, José Carlos. *Educação escolar: políticas, estrutura e organização/ José Carlos Libâneo, João Ferreira de Oliveira, Mirza Seabra Toschi*-10 ed. rev. e ampl. - Sao Paulo: Cortez, 2012. - (Coleção docência em formação: saberes pedagógicos/ coordenação Selma Garrido Pimenta).

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Adriana Demite Stephani** - Possui Licenciatura em Letras e Pedagogia. Especialista em Língua Portuguesa: Métodos e Técnicas de Produção de Textos. Mestrado e Doutorado em Literatura pela Universidade de Brasília (UnB). Atualmente é docente (Adjunto III) do Curso de Pedagogia da Universidade Federal do Tocantins, em Arraias, e do Programa de Pós-graduação em Letras da UFT/Porto Nacional. Tem experiência na área de Letras e Pedagogia com ênfase em Ensino de Língua e Literatura e outras Artes, atuando principalmente nos seguintes temas: Formação de professores, Letramentos, Arte e ensino, Arte Literária, Literatura e ensino, Literatura e recepção, Literatura e outras Artes, Leitura e formação, Leitura e Escrita Acadêmica e Literatura infanto-juvenil. Coordenadora do Grupo de Pesquisa Literatura, Ensino e Recepção (LER), em parceria com docentes da UEG e UnB. Avaliadora do Inep/MEC de cursos de Letras e Pedagogia.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aedes aegypti 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 296

Ambiental 10, 14, 110, 177, 188, 228, 239, 241, 244, 257, 258, 259, 260, 261, 268, 296

Ambientes inteligentes 215, 220, 296

Aprendizado 11, 12, 13, 30, 49, 59, 62, 84, 89, 113, 117, 152, 153, 154, 157, 162, 180, 189, 191, 193, 203, 216, 222, 224, 227, 230, 232, 233, 245, 249, 281, 290, 296

Aprendizagem 9, 10, 12, 13, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 69, 83, 84, 85, 87, 93, 94, 97, 98, 104, 105, 106, 109, 110, 113, 119, 120, 121, 125, 126, 127, 129, 131, 137, 138, 154, 165, 167, 174, 180, 181, 186, 189, 191, 192, 193, 194, 206, 211, 229, 230, 235, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 253, 254, 279, 290, 294, 296

Aproximação de funções 58, 61, 296

### B

Bioestatística 95, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 296

### C

Canvas 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 296

Ciclo básico das engenharias 164, 165, 174, 296

Competências 13, 21, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 71, 76, 77, 83, 84, 85, 86, 90, 92, 93, 94, 106, 109, 110, 116, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 137, 155, 174, 176, 188, 191, 192, 193, 194, 204, 213, 232, 235, 239, 296

Competências transversais 83, 84, 85, 90, 93, 296

Complexidade 11, 12, 46, 50, 52, 53, 109, 176, 185, 187, 188, 189, 296

Construção civil 10, 13, 16, 17, 141, 195, 197, 203, 266, 296

Controle digital 278, 279, 280, 282, 288, 289, 290, 291, 296

Conversor 278, 279, 280, 282, 283, 284, 287, 289, 290, 296

Cooperação 227, 296

### D

Dashboard 215, 216, 218, 222, 296

Design thinking 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 116, 117, 118, 296

Disciplina integradora 83, 84, 93, 296

### E

Educação matemática 9, 104, 140, 141, 150, 152, 155, 163, 296

Energia solar fotovoltaica 24, 26, 28, 266, 296

Engenharia 4, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 31, 33, 42, 44, 46, 47, 50, 56, 57, 58, 59, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 80, 81, 82, 83, 84, 87, 93, 94, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 116, 117, 129, 130, 131, 134, 135, 136, 137, 138, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 183, 187, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 204, 205, 206, 208, 213, 214, 217, 218, 224, 225, 226, 244, 245, 247, 266, 277, 290, 291, 296

Engenharia de software 42, 138  
Engenharia elétrica 19, 21, 22, 23, 27, 31, 75, 266  
Engenharias 10, 51, 58, 130, 132, 164, 165, 174, 178, 214, 296  
Engenheir(o)s líderes 70, 75, 78  
Ensino 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 30, 31, 32, 34, 38, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 56, 59, 62, 69, 73, 74, 75, 79, 81, 84, 93, 94, 95, 97, 98, 101, 103, 104, 105, 106, 111, 113, 117, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 127, 129, 132, 138, 139, 141, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 157, 158, 162, 163, 174, 176, 178, 179, 180, 181, 189, 190, 192, 193, 204, 205, 206, 212, 213, 214, 225, 229, 230, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 249, 253, 254, 257, 260, 261, 279, 292, 293, 294, 295  
Ensino de ciências 94, 119, 139, 151, 236, 237, 239, 242, 243, 254  
Ensino de engenharia 47, 56, 59, 69, 73, 106, 174, 176, 178, 190, 204  
Ensino em engenharia 129  
Ensino técnico 22, 205, 213  
Era digital 46, 47, 48, 49, 50, 51, 56  
Escola pública 8, 119, 227, 294  
Espaço não formal 236, 237, 239  
Estação rádio base 266, 267, 269, 275  
Estratégias de formação 177  
Estruturas cristalinas 243, 245, 249  
Etnografia 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 189, 190  
Extensão universitária 1, 2, 31

## G

Genética 119, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 128  
Grupo pet

## H

História da balança 152, 153, 158, 163

## I

Impressão 3d 243  
Inclusão feminina 70, 78, 80  
Interdisciplinaridade 58, 59, 60, 63, 109, 113, 164, 165, 193, 205, 206, 214, 215, 224, 226  
Internet das coisas 47, 215, 225

## L

Liderança 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 85, 87, 91, 92, 93, 129, 137, 176, 193, 194  
Liderança feminina 70

## M

Matemática 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 22, 27, 58, 60, 61, 62, 63, 66, 68, 69, 95, 96, 104, 127, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 162,

163, 172, 180, 186, 296  
Matemática intervalar 58, 60, 61, 62, 63, 66, 68, 69  
Matemáticas 26, 139, 140, 141, 150, 151, 153, 167  
Materiais lúdicos 227  
Material cerâmico 191, 195, 197, 200, 201, 202, 203  
Metodologia de avaliação 83, 87  
Metodologia de projeto 106, 109, 113, 117  
Metodologias ativas 10, 49, 50, 52, 53, 56, 84, 93, 119, 129, 137, 165, 174  
Mínimos 58, 60, 61, 63, 65, 66, 67, 68, 234  
Mobilização 140, 151, 227  
Modo step-down 278  
Multidisciplinaridade 53, 205, 206, 213

## O

Off-grid 266, 267  
Óleo 166, 167, 169, 170, 173, 175, 257, 258, 259, 260, 265

## P

Parceria institucional 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8  
Pbl 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 38, 45, 94, 120, 121, 122, 126, 138  
Percepção 56, 82, 85, 95, 97, 99, 103, 104, 113, 126, 137, 211, 215, 216, 220, 221, 224, 225, 251  
Perfil sociodemográfico 95, 99, 100, 101, 104  
Pesquisa universitária  
Petróleo 70, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 206  
Pontes de macarrão 129, 131, 132, 133, 134, 135, 137  
Processo de ensino-aprendizagem 97  
Produtor de farinha 139, 140, 141, 142, 143, 150  
Projetos integradores 53, 191, 193, 194, 195, 204  
Protótipo 30, 56, 111, 112, 205, 207, 208, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 220, 221, 223, 224, 225, 248, 280, 291  
Python 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 219, 222, 223  
Pyxsc 58, 59

## Q

Quadrados 6, 58, 60, 61, 63, 65, 66, 67, 68, 145  
Química 18, 75, 109, 116, 154, 161, 186, 191, 199, 200, 206, 241, 254, 257, 259, 260, 261

## R

Resíduo de barragem 191  
Reutilização de resíduos 10, 18  
Revisão bibliográfica 71, 152, 161

## S

Sabão ecológico 257, 258, 259, 260, 261, 263, 264

Significativa crítica 119, 121, 126, 127

Sistema marítimo de produção de petróleo 164, 165, 167, 174

Sociotécnica 177, 178, 180, 182, 184, 185, 189, 190

## T

Teste hidrostático 205, 207, 213, 214

Trabalhos acadêmicos 33, 35, 38, 39, 40, 42, 130

## U

Usos/significados 139, 140, 142, 150, 151

## V

Verticalização 205

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**