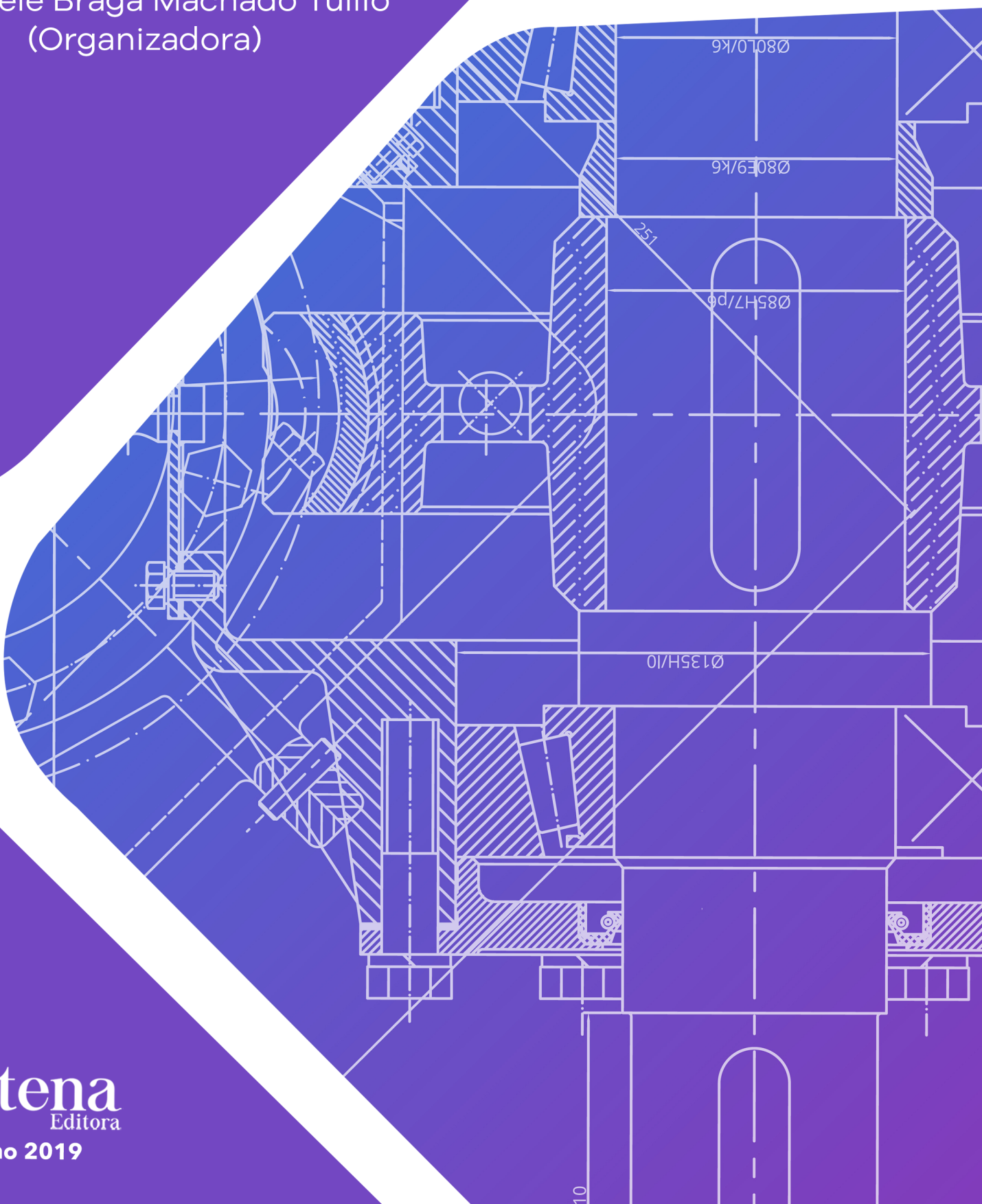


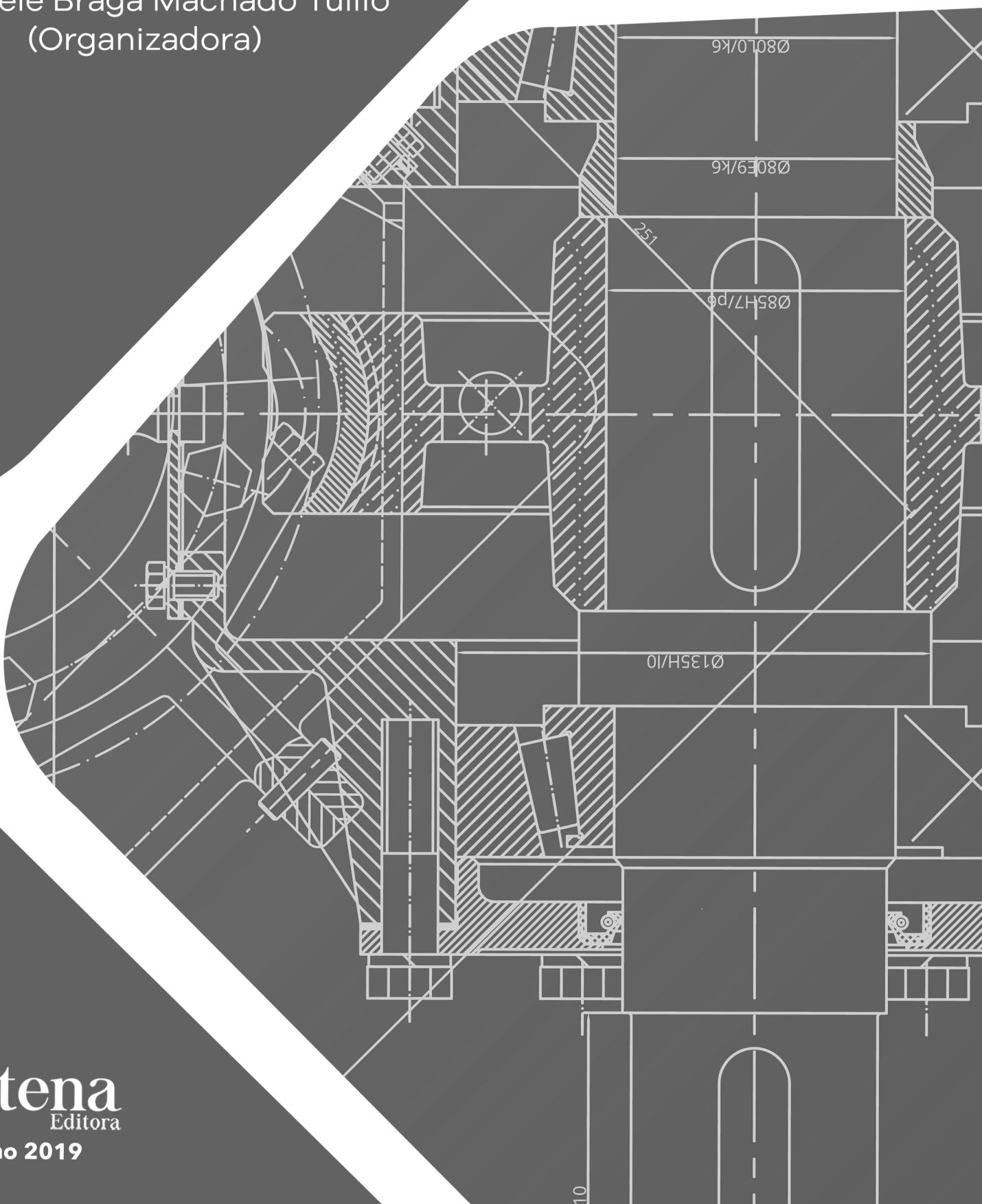
# Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2

Franciele Braga Machado Tullio  
(Organizadora)



# Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2

Franciele Braga Machado Tullio  
(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 Internazionele 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)**

P474 Pesquisa científica e inovação tecnológica nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa PR: Atena Editora, 2019. – (Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-903-5

DOI 10.22533/at.ed.035200601

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

CDD 658.5

**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

## APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2” contempla vinte e quatro capítulos em que os autores abordam pesquisas científicas e inovações tecnológicas aplicadas nas diversas áreas de engenharia.

Inovações tecnológicas são promovidas através dos resultados obtidos de pesquisas científicas, e visam permitir melhorias a sociedade através de seu uso nas engenharias.

A utilização racional de energia, consiste em utilizar de forma eficiente a energia para se obter determinado resultado. O estudo sobre novas fontes de energia, e o seu comportamento podem trazer benefícios ao meio ambiente e trazer progresso a diversos setores.

A aplicação de novas tecnologias pode permitir avanços em diversas áreas, como saúde, construção, meio ambiente, proporcionando melhorias na qualidade de vida de diversas comunidades.

Diante do exposto, almejamos que o leitor faça uso das pesquisas aqui apresentadas, permitindo uma reflexão sobre seu uso na promoção de desenvolvimento social e tecnológico.

Franciele Braga Machado Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
EVOLUÇÃO DA SEGURANÇA NO TRABALHO PARA A ATIVIDADE DO SETOR ELÉTRICO	
Humberto Rodrigues Macedo Valci Ferreira Victor Kaisson Teodoro de Souza Paulo Henrique Martins Gonçalves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352006011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: LEGISLAÇÃO REGULATÓRIA E BENEFÍCIOS AOS CONSUMIDORES PELA COMPENSAÇÃO DE ENERGIA	
Neide Alves Dalla Vecchia Ruan Michel Alves Dalla Vecchia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352006012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
HIDROENERGIA: ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE UMA TURBINA FRANCIS PARA APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO EM PCHS	
Cristine Machado Schwanke Ingrid Augusto Caneca da Silva Vanessa Silva Goulart Suélen Mena Meneses Nathália Dias Imthon Matheus Henrique Baesso Joyce Alves Silva Cruz Ethan Ribas Pereira Perez Matheus Felicio Palmeira dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352006013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DE PEDIDOS DE PATENTES RELACIONADOS À UTILIZAÇÃO DAS MICROALGAS	
Kamila Cavalcante dos Santos Jéssica Guimarães Lopes Andréia Alves Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352006014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>43</b>
ESTUDO DE AÇÕES PARA A REDUÇÃO DOS CUSTOS DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA GRANDES CONSUMIDORES	
Valci Ferreira Victor Humberto Rodrigues Macedo Adail Pereira Carvalho Lucas Cardoso da Silva Pitágoras Rodrigues de Melo Sobrinho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352006015</b>	

<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>53</b>
PROPOSTA DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO E DESPACHO DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO CONCEITO DE CENTRAIS VIRTUAIS DE ENERGIA	
Rodrigo Regis de Almeida Galvão Thiago José Lippo de França Breno Carneiro Pinheiro Luis Thiago Lucio	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352006016</b>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>67</b>
PROTEÇÃO TÉRMICA CONTRA ARCOS ELÉTRICOS: UM ESTUDO DE CASO COM UMA SUBESTAÇÃO DE 13,8 KV	
Herick Talles Queiroz Lemos Humberto Dionísio de Andrade Matheus Emanuel Tavares Sousa Adriano Aron Freitas de Moura Ednardo Pereira da Rocha Ailson Pereira de Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352006017</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>81</b>
VEÍCULOS ELÉTRICOS E A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA PARTIR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	
Jardel Eugenio da Silva Fabianna Tonin Jair Urbanetz Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352006018</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>92</b>
ANÁLISE DA CURVA E FATOR DE CARGA COM E SEM PRESENÇA DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA	
Murilo Miceno Frigo Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352006019</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>101</b>
ANÁLISE DE VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE LASER SCANNER TERRESTRE EM MINERAÇÃO DE CALCÁRIO	
Caio Cesar Vivian Guedes Oliveira Luis Eduardo de Souza Luciana Arnt Abichequer	
<b>DOI 10.22533/at.ed.03520060110</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>114</b>
APLICAÇÃO DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA NO ESTUDO DE CASO DA PALMILHA SENSORIZADA PARA PÉS DIABÉTICOS	
Luciana Maria de Oliveira Cortinhas Leonara Gonçalves e Silva Pires Anna Patrícia Teixeira Barbosa Jeane Souza Chaves Sidou	



Camila Alves Areda  
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento  
Rafael Leite Pinto de Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.03520060111**

**CAPÍTULO 12 ..... 127**

**AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO E REPETIBILIDADE DO SENSOR LEAP MOTION  
CONTROLLER PARA A SUA UTILIZAÇÃO EM REABILITAÇÃO VIRTUAL**

Marcus Romano Salles Bernardes de Souza  
Eduardo Apolinário Lopes  
Rogério Sales Gonçalves

**DOI 10.22533/at.ed.03520060112**

**CAPÍTULO 13 ..... 134**

**ESTUDO PROSPECTIVO DE ÁCIDO LÁTICO PRODUZIDO POR LEVEDURAS EM  
GLICEROL BRUTO**

Leandro Rodrigues Doroteu  
Fabrício de Andrade Raymundo  
Rogerio de Jesus Camargo Emidio  
Marcilene Cordeiro Gomes  
Camila Alves Areda  
Eliana Fortes Gris  
Grace Ferreira Ghesti  
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento  
Nadia Skorupa Parachin  
Eduardo Antônio Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.03520060113**

**CAPÍTULO 14 ..... 146**

**MOUSE AUXILIAR DISTRIBUIDOR DE CARGA DE TRABALHO NA INTERAÇÃO COM  
UM COMPUTADOR PESSOAL PARA DUAS MÃOS**

Fabrício de Andrade Raymundo  
Marcelo Borges de Andrade  
Marcus Vinícius Lopes Bezerra  
Marina Couto Giordano de Oliveira  
Sânia Léa Alves Rocha Lopes  
Adriana Regina Martin  
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.03520060114**

**CAPÍTULO 15 ..... 163**

**ÓXIDOS MISTOS A BASE DE  $\text{TIO}_2/\text{ZNO}$  APLICADOS NA DEGRADAÇÃO  
FOTOCATALÍTICA DA ATRAZINA**

Gabriel Maschio de Souza  
Gabriela Nascimento da Silva  
Luiz Mário de Matos Jorge  
Onélia Aparecida Andreo dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.03520060115**

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>172</b>
PARADIGMAS TECNOLÓGICOS E REGIMES DE APROPRIABILIDADE: O CASO DA INDÚSTRIA FONOGRAFICA NA ERA DIGITAL	
Sheila de Souza Corrêa de Melo Edoardo Sigaud Gonzales Natália Bonela de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.03520060116</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>183</b>
UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS AND AIRSPACE INTERFACES	
Omar Daniel Martins Netto Maria Emília Baltazar Jorge Miguel dos Reis Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.03520060117</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>201</b>
UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA PARA DELINEAR ESTRATÉGIAS DE POSICIONAMENTO DE MERCADO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS DE MONITORAMENTO	
Janaina dos Santos Melo Maria Fernanda Mascarenhas dos Santos Melis Levi dos Santos Sandra Malveira Grace Ferreira Ghesti Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.03520060118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>213</b>
ANALISE COMPUTACIONAL DE VIGAS RETANGULARES DE CONCRETO ARMADO REFORÇADA AO CISALHAMENTO COM PRFC	
Maicon de Freitas Arcine Nara Villanova Menon	
<b>DOI 10.22533/at.ed.03520060119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>228</b>
ANÁLISE COMPARATIVA DE TÉCNICAS DE INTERPOLAÇÃO APLICADAS À ANÁLISE DE POLUIÇÃO ELETROMAGNÉTICA	
Talles Amomy Alves de Santana Humberto Dionísio de Andrade Herick Talles Queiroz Lemos Matheus Emanuel Tavares Sousa Adriano Aron Freitas de Moura Ednardo Pereira da Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.03520060120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>241</b>
ANÁLISE CRÍTICA E PROPOSIÇÕES DE INOVAÇÃO AO MÉTODO DE ENSAIO DE AÇÃO DE CALOR E CHOQUE TERMICO À LUZ DA ABNT NBR 15575 (2013)	
Luciani Somensi Lorenzi Luiz Carlos Pinto da Silva Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.03520060121</b>	

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>254</b>
ESTUDO NUMÉRICO BIDIMENSIONAL DO EFEITO DA PRESENÇA DE UM TUMOR NO CAMPO DE TEMPERATURA DE UMA MAMA	
José Ricardo Ferreira Oliveira	
Vinicius Soares Medeiros	
Jefferson Gomes do Nascimento	
Alisson Augusto Azevedo Figueiredo	
Gilmar Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.03520060122</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>261</b>
AMBIENTE DE PROJETO DE HARDWARE E SOFTWARE INTEGRADOS PARA APRENDIZADO E ENGENHARIA DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS	
Edson Lisboa Barbosa	
Lucas Fontes Cartaxo	
Cícero Samuel Rodrigues Mendes	
Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.03520060123</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>273</b>
UMA PROPOSTA PRÁTICA DE MANUFATURA DE CONCRETO QUE PERPASSA DISCUSSÕES SOBRE SUSTENTABILIDADE E PENSAMENTO CRÍTICO	
Alaor Valério Filho	
Ânderson Martins Pereira	
Carlos Alfredo Barcellos Bellinaso	
Daniela Giffoni Marques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.03520060124</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>281</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>282</b>

## UMA PROPOSTA PRÁTICA DE MANUFATURA DE CONCRETO QUE PERPASSA DISCUSSÕES SOBRE SUSTENTABILIDADE E PENSAMENTO CRÍTICO

Data de aceite: 26/11/2019

### **Alaor Valério Filho**

Universidade Federal do Pampa – Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais.

Bagé – Rio Grande do Sul

### **Ânderson Martins Pereira**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós-graduação em Letras.

Bagé – Rio Grande do Sul

### **Carlos Alfredo Barcellos Bellinaso**

Universidade da Região da Campanha

Bagé – Rio Grande do Sul

### **Daniela Giffoni Marques**

Universidade da Região da Campanha

Bagé – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** O presente artigo busca refletir sobre uma prática de ensino em Engenharia Civil que pretende desenvolver a independência e o pensamento crítico de alunos da graduação. Ao longo do trabalho, estratégias para o ensino dessa área e questionamentos acerca da prática docente sob o aspecto da altivez acadêmica serão propostos. Este artigo justifica-se por contribuir com a pesquisa acerca de estudos sobre o ensino de Engenharia e sobre a inserção de práticas voltadas para a sustentabilidade, a qual tem se destacado nas últimas décadas

e tem tornado disponíveis novas ferramentas para melhor entender a atualidade, bem como a necessidade de medidas educativas que a contemplem. Além disso, este estudo inova no que tange a aplicabilidade da teoria de *Communicative Approach* no ensino de Engenharia Civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino, Engenharia Civil, Sustentabilidade

### A PRACTICAL PROPOSAL OF MANUFACTURE OF CONCRETE THAT PERMEATES DISCUSSIONS ABOUT SUSTAINABILITY AND CRITICAL THINKING

**ABSTRACT:** This article aims to reflect on a teaching practice in Civil Engineering, which seeks the independence and critical thinking of undergraduate students. Strategies for the teaching of Civil Engineering and questionings about the teaching practice in terms of academic haughtiness will be proposed throughout the work. This article is justified by contributing to the research on Engineering teaching and about the insertion of practices focused on sustainability, which has stood out in the last decades and has made available new tools to understand better the contemporaneity, as well as the need for educational measures that contemplate it. Furthermore, this study innovates in what concerns the application of Communicative

## INTRODUÇÃO

A raça humana, em busca de aprimoramento, evolui diariamente, esta evolução é perpassada pela tecnologia; tal processo é essencial, pois melhora a qualidade de vida humana em sociedade. Porém, a prática em torno das melhorias tecnológicas se imbrica à questão da sustentabilidade uma vez que o nosso planeta não consegue repor a quantidade de recursos que lhe são extraídos para manter esta evolução constante. A Engenharia Civil é um dos ramos responsável por esse desenvolvimento, tendo assim a responsabilidade de inserir em seus meios de atuação formas de reduzir a agressão causada ao meio ambiente, buscando não só o desenvolvimento tecnológico e estrutural da sociedade, mas encontrando meios de usufruir dos recursos naturais com parcimônia. Sabendo disso, o presente trabalho propôs práticas didáticas direcionadas ao ensino superior sobre o tema da sustentabilidade. De forma a limitar a prática, elegeu-se o trabalho com o concreto, pois este além de ser um elemento praticamente indispensável na construção civil, dá espaço para o engenheiro criar diferentes fórmulas de sua manufatura. O objetivo da prática é desenvolver o pensamento crítico dos engenheiros sobre os materiais a serem utilizados na criação de seu próprio concreto, englobando, para tal, uma perspectiva sustentável e mantendo as características de resistência do concreto. Ademais, este trabalho se justifica para além de seus objetivos no que tange o ensino de engenharia civil, pois sabe-se que existe uma defasagem no campo teórico sobre esta questão. Desta forma, a reflexão aqui apresentada, busca colaborar com tais estudos e fomentar futuros questionamentos. De modo a contextualizar a prática, a proposta pretende ser aplicada na disciplina “Materiais da Construção Civil III” no curso de Engenharia Civil da Universidade da Região da Campanha no município de Bagé-RS, a qual é ofertada para acadêmicos do quinto semestre. A escolha da disciplina se deu, pois, seus requisitos são as disciplinas de Materiais da Construção Civil II e Materiais da Construção Civil I, que tem por foco e comportamento desses materiais. Além disso, acredita-se que na disciplina de “Materiais da Construção Civil III” os alunos já possuam base para desenvolver um raciocínio crítico sobre as escolhas que farão enquanto profissionais da engenharia.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA A PRÁTICA

Esta seção busca discutir os conceitos teóricos que guiam a proposta didática. Sabe-se que este é um relato de prática feita para o público de alunos de graduação

da engenharia civil, porém são poucos os aportes teóricos que versem sobre a prática de sala de aula no contexto do ensino de engenharia civil. Como pode-se inferir na citação abaixo:

Um dos engenheiros, autor desta publicação, (M.H.C.B), cursou todos os anos de sua escola de engenharia acompanhado de uma singular coincidência. Ele nunca entendia as aulas e nem era por elas motivado. Fruto disso, ele ia sempre mal nas provas do primeiro semestre e só quando as coisas ficavam pretas, no segundo semestre, é que ele, impelido e desesperado pela situação, punha-se a estudar como um louco e o suficiente para chegar aos exames e lá então, a regra geral, tirar de boas as ótimas notas. Só quando do fim do curso, é que ele era atraído pela beleza do tema e do assunto, mas nunca pela beleza didática (ou falta de didática) com que a matéria era ensinada. (BOTELHO; MARCHETTI, 2015, p.16)

Na citação acima, Manuel Henrique Campos Botelho e Osvaldemar Marchetti (2015) sinalizam a defasagem de propostas de ensino no âmbito da engenharia civil. Essa defasagem aumenta ainda mais quando se afunila o escopo para estudos sobre materiais, como o concreto, o qual, por ser uma linha mais específica no estudo da engenharia, não conta com teorias de ensino que visem práticas em sala de aula. Como a proposta que aqui se configura, busca não apenas facilitar o acesso dos alunos, mas também torná-los participativos na aquisição do conhecimento, buscou-se referenciais de prática estrangeiros à engenharia. O conceito que introduziu o fazer que será narrado à frente é o de *Critical thinking* (pensamento crítico), trazido por Charles Temple. Segundo o autor,

Definindo Pensamento Crítico: Os filósofos geralmente definem o pensamento crítico como um processo de raciocínio e reflexão que é feito para decidir em que acreditar ou que curso de ação tomar. O pensamento crítico geralmente é feito em resposta a algo - um problema na experiência real, algo que lemos ou um argumento que ouvimos (2016, p.03; tradução nossa).

Este conceito é de extrema importância, pois busca-se a independência dos alunos. Sabe-se que ao sair da graduação, os alunos precisarão tomar decisões rápidas em situações críticas e não raras vezes se depararão com momentos em que precisarão contar com certa autonomia intelectual. Logo, é na graduação que devem começar a desenvolver sua independência, ainda que assistida. O presente trabalho utiliza-se também da teoria da abordagem comunicativa. Para isso, é necessário entender-se de onde vem a teoria, o porquê e para que fins se utilizam teorias do ensino de línguas em um contexto de ensino de Engenharia Civil. O *Communicative Approach* (abordagem comunicativa) é uma teoria criada para aquisição de língua adicional. Foi criada em 1970 opondo-se à metodologias voltadas para a gramática e a memorização e que tinham o professor como centro do conhecimento. Seu principal diferencial é o reconhecimento da interdependência entre linguagem e comunicação, por isso existe neste método uma ênfase no aluno e na construção

do aprendizado por meio da comunicação e da prática e não por meio de atividades centradas no professor. Neste contexto, o aluno se torna mais ativo na construção do conhecimento e o professor é, portanto, um guia.

A grande aceitação da abordagem comunicativa e os caminhos relativamente variados, nos quais é interpretada e aplicada, pode ser atribuída ao fato de que estes profissionais vindos de diferentes tradições educacionais conseguem se identificar com isto e conseqüentemente interpretá-lo de diferentes formas. (RICHARDS, 2001, p.157; tradução nossa).

Como visto na passagem acima, as ideias gerais do *Communicative Approach* são maleáveis e, pois, adaptáveis às outras áreas. É necessário que se entenda a plasticidade destas ideias e de quão relevantes elas podem ser em nível de metodologia para se trabalhar fora do ensino da língua. Acredita-se que, em aulas de engenharia civil, pode-se trabalhar de forma efetiva com este método. No contexto da construção civil, o *Communicative Approach* se alia a ideia de *Critical Thinking* de Temple (2016), proporcionando ao aluno uma aprendizagem ativa e uma construção de conhecimento interativa que se dá a partir dele. Dessa forma, o aluno descobre como as coisas funcionam e toma decisões no decorrer da aula, estimulando assim a criatividade dos alunos e a ideia de pertencimento e responsabilidade sobre o próprio aprendizado.

Portanto, no *Communicative Approach*, o aluno aprende a fazer fazendo, isso é levado para o projeto na medida em que entendemos que é na prática que os alunos internalizam os conteúdos que aprenderam e ativamente internalizam os conceitos. O *Communicative Approach* tem um olhar diferenciado sobre ensino-aprendizagem, pois entende que ao aluno não é necessário à explicitação de todo conteúdo por parte do professor. O aluno adquire de forma implícita, sem que necessite pensar sobre as escolhas que faz, dessa forma a explicitação se dá após um momento natural de implicação, na qual por meio do input o aluno tenha contato com o objeto de aprendizado.

aprendizado implícito envolve adquirir habilidades e conhecimento sem conhecimento consciente, isto é, automaticamente e sem tentativas conscientes de aprendê-los. Dentre os professores da linguagem, a visão emergente de uma classe comunicativa típica tem sido a de que se deve aproximar um ambiente de linguagem de aquisição natural tanto quanto for possível. Por isso, deve-se prover bastante material autêntico para alimentar os alunos de processos de aprendizado implícitos (DÖRNYEI, 2001, p.35, tradução nossa).

A passagem acima é interessante, pois legitima uma ênfase na prática, como se verá na organização de aulas a seguir. A sequência didática se baseia em muitas informações que serão passadas implicitamente aos alunos em virtude da prática e muitas explicitações de problemas serão dadas apenas quando estes ocorrerem.

Espera-se que os futuros engenheiros cometam erros, testem seus materiais e aprendam a reconhecer a motivação de seus enganos, bem como se utilizem de ferramentas para saná-los. Outro ponto metodológico é a utilização do processo *Presentation, Practice, Production* (PPP) para a elaboração das aulas. Sobre esses aspectos as aulas foram organizadas primeiramente pela apresentação do conteúdo que seria abordado (*Presentation*), exercícios de produção de conteúdo (*Controlled ou Freer Practice*) e por último uma produção criativa por parte dos alunos (*Production*). Usou-se o PPP como uma forma de organização e planejamento de aulas e não como uma fórmula.

Qualquer um que tiver ensinado usando a técnica de apresentar algo, praticá-lo de um modo controlado e depois dando ao aluno a chance de usar isto em uma comunicação livre, atividade de *Production*, saberá que este está longe da perfeição. Ainda assim, é uma ferramenta poderosa para tornar seus alunos mais ativos no processo de aprendizado (CASE, 2013, online; tradução nossa).

A ideia de *Production* se alia à ideia, já exposta, de Temple na qual o aluno deve manter um relacionamento crítico com o que aprendeu, já que se utilizará do que apreendeu para produzir algo seu, imprimindo suas próprias opiniões e concepções no produto que será entregue. Como se verá na sequência didática, o grande produto dos alunos será um concreto feito por eles e com materiais elegidos por eles; houve, contudo, momentos do planejamento das aulas que levaram em conta o pensamento crítico perpassaram todas as etapas do PPP.

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A proposta didática foi dividida em cinco partes. A primeira parte foi introdutória (*Presentation*); os alunos seriam retirados da sala de aula e apresentados ao laboratório de concreto. Lá, seriam expostos ao maquinário necessário à confecção do concreto, dentre eles cabe salientar a betoneira, equipamento utilizado para homogeneização da mistura; a prensa à compressão axial, para que os alunos realizassem o rompimento de corpos de prova; os equipamentos utilizados no *slump test*, teste realizado após a confecção do concreto na betoneira que determina a sua trabalhabilidade; e moinho à martelos, para moer eventuais materiais que eles resolvessem utilizar. Além do maquinário, os alunos iniciariam seu percurso teórico sendo apresentados à NBR 12655 e ao método da Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC) de dosagem empírica de concreto, padronizado por Fernando Antônio Piazza Recena em 1989, os quais versam sobre dosagem dos ingredientes da confecção dos concretos. Após a discussão sobre as questões da dosagem, seria apresentado aos alunos a NBR 5738, que regulamenta o modo de preparo do concreto e seu teste de trabalhabilidade e, por fim, a NBR 5739 que regulamenta o



teste à compressão axial. De posse destas leituras, os alunos discutiram todos os processos de feitura do concreto que seriam: escolha dos materiais; suas proporções; a maneira de preparo; e o teste do produto acabado.

Segunda etapa (*Practice*). Os alunos nesta etapa seriam divididos em duplas, pois além de ser um procedimento mais rústico e de difícil realização ao aluno individual, seria esperado que as duplas pudessem debater sobre a prática entre si. Para esta atividade, eles apenas reproduziram as teorias que haviam apreendido, criando um concreto de traço padrão, ainda que cada dupla pudesse escolher qual *fck* (do inglês, *Feature Compression Know*) - traduziremos para o português como Resistência Característica do Concreto à Compressão - pretendia obter ao final do processo. O ideal da atividade seria que os alunos levassem para a sala de aula os dados obtidos nos testes, o “teste de pressão à compressão axial” conta com dados levantados nos períodos de 7 (sete), 14 (quatorze) e 28 (vinte e oito) dias, cada etapa deve ter, como dita a norma, três rompimentos de corpos-de-prova, logo foram rompidos ao todo 9 (nove). A partir de tais necessidades, foi estabelecido que os alunos voltariam a se encontrar em um período de 40 (quarenta) dias para que pudessem realizar todas as etapas. No encontro, esperar-se-ia que os alunos discutissem a experiência, se foi possível atingir os *fck* pretendidos e, caso negativo, quais seriam possíveis estratégias para atingir os objetivos.

Terceira etapa (sensibilização à *production*), em aula, seria apresentada às duplas problemas de descarte de materiais, questões de sustentabilidade que envolvem a engenharia civil e questionado aos alunos de que forma eles poderiam tornar a confecção do concreto mais sustentável. Lembrando aos alunos que os agregados miúdo (geralmente areia) e graúdo (geralmente brita) poderiam ser substituídos por outros materiais de modo a promover um concreto mais sustentável. Assim, seria dada a tarefa aos alunos de escolherem materiais que fossem acessíveis em Bagé e região e que pudessem ser cooptados pela engenharia civil de forma a promover uma reutilização benéfica ao meio ambiente.

Quarta etapa (*production*), de posse dos materiais e das fórmulas individuais cada dupla seria dirigida ao laboratório, para criar seu concreto. Solicitar-se-ia as duplas que fizessem a substituição dos materiais em três traços diferentes variando a porcentagem da substituição, visto que um dos objetivos foi fomentar o pensamento crítico. Neste sentido, as diferentes porcentagens de substituição proveriam uma melhor análise do comportamento do concreto. Cada traço deveria ter massa suficiente para preencher 9 (nove) corpos-de-prova e realizar o *slump test*. Assim, cada dupla seria responsável pela confecção de 27 (vinte e sete) corpos-de-prova.

Quinta etapa (apresentação da *production*), após a feitura dos concretos cada dupla teria de confeccionar um banner, no qual além dos dados os alunos deveriam justificar o motivo da escolha dos materiais utilizados e os possíveis ganhos em sua

utilização. Os trabalhos deveriam ser expostos em aula em forma de apresentação de pôster, com duração de 20 (vinte) minutos para cada arguição. A avaliação por parte do professor se daria após o cumprimento das 5 (cinco) etapas, nas quais a dupla deveria ter sido coerente com as propostas e normas observadas. Esta avaliação seria somente para checar os elementos basilares para que o trabalho pudesse ser considerado apto. Cumpridas estas exigências, seriam avaliadas a assiduidade, a participação na execução da prática e em aula, sendo esta parte realizada não pelo professor regente, mas pelo outro proponente da dupla que acompanhou todo o processo. Esta avaliação foi elaborada de forma a responsabilizar os alunos por seu aprendizado, bem como por sua nota, já que a nota é atribuída apenas nesta etapa da avaliação.

## CONCLUSÃO

Acredita-se que esta prática corroboraria para a formação dos alunos, não só no conteúdo da disciplina de “Materiais da Construção Civil III, como ajudaria no desenvolvimento de sua identidade futura de engenheiros civis, uma vez que esta área da engenharia está inteiramente ligada à proposição de melhores soluções possíveis para os mais diversos problemas. Salienta-se que um dos pontos mais importantes alcançados com esta proposta prática é o de apresentar meios para que os alunos desenvolvam o pensamento sustentável, o qual é imperativo a futuros engenheiros civis em uma sociedade deficiente de recursos naturais, como é a nossa. Estes terão responsabilidade ambiental no que tange o bom uso dos diversos recursos ambientais que a natureza proporciona à nossa sociedade. É urgente que não só a engenharia se torne sustentável, mas toda a educação, pois é através dela que construiremos não casas e edifícios, mas um mundo novo. Espera-se que este trabalho fomente futuras pesquisas que se articulem entre o ensino do fazer sustentável e as mais diversas áreas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS -NBR 12655. **Concreto: Preparo, controle e recebimento**. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS -NBR 5738. **Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS -NBR 5739. **Concreto: Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos ±Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS -NBR 6118. **Concreto: Projetos de estruturas de concreto, procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

BOTELHO, M.H.C.;MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. 8 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2015.

CASE, Alexander. **“15 reasons why PPP is so unfashionable”**. 03 Abr 2013. Disponível em: . Acesso em: 03 Abr 2018.

DÖRNYEI, Zoltán. **Motivational strategies in the language classroom**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

G1, . **Cinzas de Termelétrica cobrem carros e invadem casas em Candiota, RS**. 19 Jul 2012. Disponível em: < <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2012/07/cinzas-determeletrica-cobrem-carros-e-invadem-casas-em-candiota-rs.html>>. Acesso em: 26 Mai 2018.

RICHARDS, Jack. **Approaches and methods in Language teaching**. 2nd ed. New York: Cambridge, 2001.

TEMPLE, C. **Critical Thinking and critical literacy**. Thinking Classroom, v. 6, n. 2, April 2005. p. 15-20. Newark: International Reading Association, 2005.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Franciele Braga Machado Tullio** - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abaqus 213, 214, 215, 218, 219, 221, 222, 223, 226, 227

Acidente de trabalho 1

Air Traffic Management (ATM) 183

Análise de patentes 41

Apontador 129, 147

Arco elétrico 67, 68, 69, 70, 73, 74, 79, 80

Atrazina 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170

### B

Biopolímeros 134, 135

### C

Compensação de energia 10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 54, 100

Corpo 103, 114, 118, 119, 124, 134, 143, 177, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 255

### D

Degradação 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 245, 250

Demanda contratada 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51

Diluição 101, 103, 104, 105, 106, 109, 111

Dispositivo 22, 73, 74, 127, 128, 129, 132, 147, 148, 151, 177, 180, 209, 245

Distribuição 1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 40, 41, 54, 73, 76, 90, 92, 93, 100, 117, 119, 138, 140, 147, 160, 161, 173, 174, 178, 180, 182, 206, 226, 229, 233, 234, 236, 247, 248

### E

Economia de energia 43, 51

Eletricista 1, 2, 5, 7, 69

Energia elétrica 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 32, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 52, 53, 54, 59, 60, 63, 65, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 97, 98, 100

Energia incidente 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 78, 79

Energia solar fotovoltaica 81

Equipamentos de proteção individual 8, 67, 68

### F

Fator de carga 92, 93, 94, 98, 99, 100

Fonte hídrica 20

Fotocatálise 163, 165

### G

Geometria de bancada 101

Geração distribuída 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 53, 54, 57, 65, 81, 89, 90

Geração elétrica distribuída 20

## I

Indústria fonográfica 172, 173, 176, 178, 179, 181, 182

Interpolação 228, 229, 230, 231, 232, 236, 237, 238, 239, 240

## J

Jogos sérios 127, 128, 132

## L

Leap motion controller 127, 128, 129, 132, 133

Leveduras 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

## M

Método da validação cruzada 228, 230, 237, 238

Microalgas 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 135

Microgeração 15, 17, 18, 53, 55, 56, 57, 63, 64, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100

Mineração de calcário 101, 103, 105, 109

Modelo tridimensional 101, 109

Mouse 146, 147, 148, 149, 150, 155, 159, 160, 161

## N

Nr10 1, 2

## O

Óxidos mistos 163, 165, 169

## P

Palmilha 114, 115, 116, 117, 122, 123, 124, 126

Paradigmas tecnológicos 172, 173

Poli(ácido láctico) 134, 135, 137

Polímeros Reforçados com Fibra de Carbono (PRFC) 213, 214, 218, 223, 225, 226, 227

Poluição eletromagnética 228, 238

Prospecção tecnológica 34, 36, 41, 42, 114, 117, 145, 149, 162, 203, 204

## R

Reabilitação virtual 127, 128, 132

Rede de distribuição 14, 15, 76, 92, 93

Reforço ao cisalhamento 213, 215, 216, 227

Regimes de apropriabilidade 172, 173, 174, 175

## S

Sap2000 v15 213, 214, 215, 219, 226

Scanner a laser terrestre 101, 102, 103, 104

Sinais bioelétricos 114, 118, 124

Sistemas fotovoltaicos 81, 82, 90, 92, 93, 100

## T

Turbinas 14, 20, 22, 23, 24, 31, 32

## U

UAS Traffic Management (UTM) 183, 185, 186, 187, 189, 190, 194, 196, 197, 198, 200

Unmanned Aircraft System (UAS) 183, 184, 186, 200

## V

Veículo elétrico 81, 84, 86, 88, 89, 90

