



**Cleberton Correia Santos**  
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares  
nas Ciências e da Terra  
e Engenharias 2**

---

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências  
Exatas e da Terra e Engenharias 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 2 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-641-6 DOI 10.22533/at.ed.416192309</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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

## APRESENTAÇÃO

O livro “**Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 2º volume 35 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A MATEMÁTICA PRATICADA EM ESCOLAS PAROQUIAIS LUTERANAS DO RS E REVELADA EM CADERNOS ESCOLARES DA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XX	
Malcus Cassiano Kuhn	
DOI 10.22533/at.ed.64819103091	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
A QUALIDADE DO AR NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE ENSINO FUNDAMENTAL: IMPORTÂNCIA E EXEMPLOS PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO	
Maria Eduarda Palheiros Vanzan	
Raquel Mac-Cormick Franco	
Luiz Francisco Pires Guimarães Maia	
DOI 10.22533/at.ed.64819103092	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE COBRE (II): AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS, MORFOLÓGICAS E TÉRMICAS PARA APLICAÇÃO EM CATÁLISE	
Maria Iaponeide Fernandes Macêdo	
Pedro Luiz Ferreira de Sousa	
Karine Loíse Corrêa Conceição	
Neyda de la Caridad Om Tapanes	
Roberta Gaidzinski	
DOI 10.22533/at.ed.64819103093	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
A ROBOTICA EDUCACIONAL LIVRE COMO METODOLOGIA ATIVA PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS	
Elcio Schuhmacher	
Vera R. N. Schuhmacher	
DOI 10.22533/at.ed.64819103094	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
ANÁLISE DA PERFORMANCE DE METODOLOGIAS NUMÉRICAS DE SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DE TRANSPORTE DE NÉUTRONS EM GEOMETRIA UNIDIMENSIONAL SLAB NA FORMULAÇÃO DE ORDENADAS DISCRETAS	
Rafael Barbosa Libotte	
Hermes Alves Filho	
DOI 10.22533/at.ed.64819103095	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SOLUBILIDADE DE ELEMENTOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE DIFERENTES TIPOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS	
Eduardo Baudson Duarte	
Amanda Péres da Silva Nascimento	
Mirna Aparecida Neves	
Diego Lang Burak	
DOI 10.22533/at.ed.64819103096	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>68</b>
ANÁLISE DE IMAGENS EM ESCALAS UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET	
Francisco Edcarlos Alves Leite	
Marcos Vinícius Cândido Henriques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103097</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>78</b>
ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS COM ÊNFASE EM MEIO FÍSICO NA IMPLANTAÇÃO DE UMA BARRAGEM EM ATERRO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA/MG	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103098</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>86</b>
APLICAÇÃO DA JUNÇÃO DA PLATAFORMA LIVRE SCILAB E ARDUINO PARA CONTROLE DE pH	
Annanda Alkmim Alves	
Luiz Fernando Gonçalves Pereira	
Letícia Lopes Alves	
Saulo Fernando dos Santos Vidal	
Daniel Rodrigues Magalhães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103099</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>94</b>
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CERVEJA PARA A ADSORÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO CARMIM EM EFLUENTE AQUOSO	
Ana Paula Fonseca Maia de Urzedo	
Taynara Mara Vieira	
Rodinei Augusti	
Kelly Beatriz Vieira Torres Dozinel	
Ana Cláudia Bernardes Silva	
Cristiane Medina Finzi Quintão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030910</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>105</b>
REAÇÕES DE BIOTRANSFORMAÇÃO PROMOVIDAS PELO FUNGO ENDOFÍTICO <i>Aspergillus Flavus</i>	
Lourivaldo Silva Santos	
Marivaldo José Costa Corrêa	
Williams da Siva Ribeiro	
Manoel Leão Lopes Junior	
Raílda Neyva Moreira Araújo Cabral	
Fabiane da Trindade Pinto	
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon	
Haroldo da Silva Ripardo Filho	
Carlos Vinicius Machado Miranda	
Jéssica de Souza Viana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030911</b>	

**CAPÍTULO 12 ..... 116**

AUTOMETÁTESE DO DL-KAVAIN, RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADE CATALÍTICA E IMPEDIMENTO ESTÉRICO DO SUBSTRATO

Thais Teixeira da Silva  
Vanessa Borges Vieira  
Aline Aparecida Carvalho França  
Talita Teixeira da Silva  
Mayrla Letícia Alves de Oliveira  
Roberta Yonara Nascimento Reis  
Maria de Sousa Santos Bezerra  
Fabiana Matos de Oliveira  
José Milton Elias de Matos  
Benedito dos Santos Lima Neto  
José Luiz Silva Sá  
Francielle Aline Martins

**DOI 10.22533/at.ed.648191030912**

**CAPÍTULO 13 ..... 128**

BIOPROSPECÇÃO DE ENZIMAS PRODUZIDAS POR FUNGOS DECOMPOSITORES ISOLADOS DE DETRITOS VEGETAIS DE RIACHOS DA REGIÃO DE FOZ DO IGUAÇU-PR

Caroline da Costa Silva Gonçalves  
Maria Lair Sabóia de Oliveira Lima  
Rafaella Costa Bonugli-Santos  
Felipe Justiniano Pinto  
Daniele da Luz Silva  
Ana Letícia Fernandes  
Renato Malveira Carreiro do Nascimento  
Mariana Gabriely da Silva Menezes

**DOI 10.22533/at.ed.648191030913**

**CAPÍTULO 14 ..... 138**

AÇÃO E IMPACTO DE *MIDDLEBOXES* PRESENTES NA *WORLD WIDE WEB*

Adenes Sabino Schwantz  
Bruno Borsatti Chagas

**DOI 10.22533/at.ed.648191030914**

**CAPÍTULO 15 ..... 144**

VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA PARA QUANTIFICAÇÃO DE RUTINA E QUERCETINA NAS FOLHAS DE *Senna acuruensis*

Lucivania Rodrigues dos Santos  
Adonias Almeida Carvalho  
Luanda Ferreira Floro da Silva  
Gerardo Magela Vieira Júnior  
Ruth Raquel Soares de Farias  
Mariana Helena Chaves

**DOI 10.22533/at.ed.648191030915**

**CAPÍTULO 16 ..... 157**

CLASSIFICAÇÃO TERMODINÂMICA DAS RADIOSSONDAGENS DE BELÉM DURANTE OS ANOS DE 2014 E 2015

Silvia Adriane Elesbão  
Alfredo Quaresma da Silva Neto  
Maria Aurora Santos da Mota

**DOI 10.22533/at.ed.648191030916**



**CAPÍTULO 17 ..... 170**

COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Psidium* (MYRTACEAE) DA AMAZÔNIA

Renan Campos e Silva  
Joyce Kelly do Rosário da Silva  
Rosa Helena Veras Mourão  
José Guilherme Soares Maia  
Pablo Luis Baia Figueiredo

**DOI 10.22533/at.ed.648191030917**

**CAPÍTULO 18 ..... 182**

CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA E DA ANÁLISE NÃO LINEAR NO PROJETO PRELIMINAR DE UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO PARA ESTUDO DE VIABILIDADE

Wagner de Sousa Santos  
Rafael Marcus Schwabe

**DOI 10.22533/at.ed.648191030918**

**CAPÍTULO 19 ..... 195**

DESENVOLVIMENTO DE UMA MEMBRANA BIODEGRADÁVEL CONTENDO ÓLEO DE COPAÍBA (*copaifera spp*) OBTIDA POR ELETROFIAÇÃO

João de Deus Pereira de Moraes Segundo  
Maria Oneide Silva de Moraes  
Tainah Vasconcelos Pessoa  
Rosemeire dos Santos Almeida  
Ivanei Ferreira Pinheiro  
Karen Segala  
Walter Ricardo Brito  
Marcos Akira d'Ávila

**DOI 10.22533/at.ed.648191030919**

**CAPÍTULO 20 ..... 204**

EROSÃO HÍDRICA EM ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS E ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Ana Beatriz Alves de Araújo  
Isaac Alves da Silva Freitas  
Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel  
Ricardo Alves Maurício  
Clédson Lucena de Araújo  
Fiana Raissa Coelho Pereira  
Eduardo Maurício Gadelha  
Geovanna Maria Andrade de Oliveira  
Lígia Raquel Rodrigues Santos  
Matheus Monteiro da Silva  
Raniere Fernandes Costa  
Walesca Ferreira de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.648191030920**

**CAPÍTULO 21 ..... 214**

ESTUDO CATALÍTICO DA POLIMERIZAÇÃO RADICALAR MEDIADA POR [Ni<sup>II</sup>(N-SALICILIDENO-CICLOOCTILAMINA)<sub>2</sub>] EM ACETATO DE VINILA E METACRILATO DE METILA

Talita Teixeira da Silva  
Yan Fraga da Silva  
Manoel Henrique dos Santos Galvão  
Thais Teixeira da Silva  
Sâmia Dantas Braga  
Maria das Dores Alves de Oliveira  
Juliana Pereira da Silva  
Cristina Vidal da Silva Neta  
João Clécio Alves Pereira  
Geraldo Eduardo da Luz Júnior  
Valdemiro Pereira de Carvalho Júnior  
Nouga Cardoso Batista

**DOI 10.22533/at.ed.648191030921**

**CAPÍTULO 22 ..... 228**

DETERMINAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL E ORGÂNICO EM AMOSTRAS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS DO ESTADO DO PARÁ

Brenda Tayná Silva da Silva  
Kelly das Graças Fernandes Dantas

**DOI 10.22533/at.ed.648191030922**

**CAPÍTULO 23 ..... 241**

AValiação DA SECAGEM DA CASCA DE MANGOSTÃO (*Garcinia mangostana* L.) EM DIFERENTES AMBIENTES

Gabriela Nascimento Vasconcelos  
Elza Brandão Santana  
Rafael Alves do Nascimento  
Elisangela Lima Andrade  
Lorena Gomes Corumbá  
Lênio José Guerreiro de Faria  
Cristiane Maria Leal Costa

**DOI 10.22533/at.ed.648191030923**

**CAPÍTULO 24 ..... 254**

FAKE NEWS: UM PROBLEMA MIDIÁTICO MULTIFACETADO

Felipe de Matos Müller  
Márcio Vieira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.648191030924**

**CAPÍTULO 25 ..... 268**

IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE EM TANQUES DE NÍVEL DISPOSTOS DE FORMA NÃO-ITERATIVA

Luiz Fernando Gonçalves Pereira  
Fernando Lopes Santana  
Mario Luiz Pereira Souza  
Renan Zuba Parrela  
Saulo Fernando dos Santos Vidal

**DOI 10.22533/at.ed.648191030925**

<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>280</b>
IMPROVING URBAN MOBILITY THROUGH A BUS COLLABORATIVE SYSTEM	
Fábio Rodrigues de la Rocha	
Ramon Tramontin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030926</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>286</b>
GRAPPHIA: UMA FERRAMENTA <i>M-LEARNING</i> PARA ENSINO DA ORTOGRAFIA	
Luciana Pereira de Assis	
Adriana Nascimento Bodolay	
Luiz Otávio Mendes Gregório	
Magno Juliano Gonçalves Santos	
Alessandro Vivas Andrade	
Pedro Henrique Cerqueira Estanislau	
Gilberto Carvalho Lopes	
Daniela Perri Bandeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030927</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>296</b>
LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DISPONÍVEIS PARA O ESTUDO DE ATERRAMENTOS ELÉTRICOS	
Marcos Vinicius Santos da Silva	
Márcio Augusto Tamashiro	
Kaisson Teodoro de Souza	
Antonio Marcelino da Silva Filho	
Humberto Rodrigues Macedo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030928</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>303</b>
METODOLOGIA DE PURIFICAÇÃO DA GLICERINA GERADA COMO COPRODUTO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Paulo Roberto de Oliveira	
Elise Ane Maluf Rios	
Fernanda Joppert Carvalho de Souza	
Renan Vidal Viesser	
Patrick Rodrigues Batista	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030929</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>316</b>
NÍVEL DE VIBRAÇÃO LOCALIZADA EM UM DERRIÇADOR MECÂNICO PORTÁTIL UTILIZADO NO CAFEEIRO	
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior	
Irlon de Ângelo da Cunha	
Adriano Bortolotti da Silva	
Raphael Nogueira Rezende	
Luana Elís de Ramos e Paula	
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho	
Paulo Henrique de Siqueira Sabino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030930</b>	

<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>323</b>
O ENSINO NA MODALIDADE EAD: PERSPECTIVAS SOBRE O PROCESSO EDUCATIVO NA MATEMÁTICA	
<a href="#">Lucilaine Goin Abitante</a> <a href="#">Máriele Josiane Fuchs</a> <a href="#">Elizângela Weber</a> <a href="#">Cláudia Maria Costa Nunes</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030931</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>335</b>
O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO APOIO AO ENSINO E APRENDIZADO: UMA ABORDAGEM BASEADA NO BYOD	
<a href="#">Claudiany Calaça de Sousa</a> <a href="#">Ennio Willian Lima Silva</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030932</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>352</b>
COMPUTATIONAL METHOD $H_{\infty}$ APPLIED TO DEXTEROUS HAND MASTER - DHM	
<a href="#">Rildenir Silva</a> <a href="#">Ivanildo Abreu</a> <a href="#">Cristovam Filho</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030933</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>363</b>
ÓXIDO DE CÁLCIO (CaO) OBTIDO POR PRECIPITAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA COMERCIAL	
<a href="#">Roberto Ananias Ribeiro</a> <a href="#">Fernanda Barbosa Damaceno</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030934</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>374</b>
PHOTOELECTROCATALYSIS PROPERTIES OF $CUWO_4$ POROUS FILM UNDER POLYCHROMATIC LIGHT	
<a href="#">Aline Estefany Brandão Lima</a> <a href="#">Roberta Yonara Nascimento Reis</a> <a href="#">Maria Joseíta dos Santos Costa</a> <a href="#">João Paulo Carvalho Moura</a> <a href="#">Luis Jefferson da Silva</a> <a href="#">Reginaldo da Silva Santos</a> <a href="#">Laécio Santos Cavalcante</a> <a href="#">Elson Longo da Silva</a> <a href="#">Geraldo Eduardo da Luz Júnior</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030935</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>384</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>385</b>

## CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA E DA ANÁLISE NÃO LINEAR NO PROJETO PRELIMINAR DE UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO PARA ESTUDO DE VIABILIDADE

**Wagner de Sousa Santos**

Universidade Federal de Santa Catarina,  
Laboratório de Vibrações e Acústica  
Florianópolis – Santa Catarina

**Rafael Marcus Schwabe**

Centro Universitário Estácio de Santa Catarina  
São José – Santa Catarina

**RESUMO:** Todos os materiais sofrem deformações quando estão submetidos a determinadas forças. Alguns materiais deformam mais que outros, o que é o caso do solo que mesmo submetido á pequenas cargas sua deformação é maior do que materiais como o aço e concreto. O solo é um material constituído pela natureza que ao longo dos tempos se apresenta de várias formas, sendo que sua composição depende da localidade e condições nas quais se formou. Um dos aspectos mais importantes de projetos relacionados à engenharia geotécnica é a delimitação e entendimento das deformações (recalque) do solo, devido a carregamentos verticais que são aplicados na superfície do terreno ou em camadas próximas. Obras de infraestrutura geralmente desafiam a criatividade dos engenheiros, tanto por sua complexidade na concepção, quanto na execução. Talvez uma das estruturas mais fascinantes na Engenharia Civil sejam as pontes, sendo que suas formas

e contornos por muitas vezes desafiam a gravidade e marcam a evolução da tecnologia humana. O ferramental de calculo na etapa de projeto de estruturas civis evoluiu muito nas ultimas décadas, nos levando a concepções, que por sua complexidade, jamais seriam executadas com segurança em outras épocas. Neste trabalho procurou explorar-se a utilização de tecnologias de projeto para a concepção de uma ponte de concreto armado, comparando os resultados obtidos entre métodos modernos e clássicos de análise estrutural.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise Estrutural, ISE, PDelta, MEF, Pontes.

### CONSIDERATION OF THE GROUND-STRUCTURE INTERACTION AND NON-LINEAR ANALYSIS IN THE PRELIMINARY PROJECT OF AN ARMED CONCRETE BRIDGE FOR FEASIBILITY STUDY

**ABSTRACT:** All materials undergo deformations when subjected to certain forces. Some materials deform more than others, which is the case of the soil that even submitted to small loads its deformation is greater than materials such as steel and concrete. Soil is a material constituted by nature that over time is presented in various forms, and its composition depends

on the locality and conditions in which it was formed. One of the most important aspects of projects related to geotechnical engineering is the delimitation and understanding of soil deformation due to vertical loads that are applied to the surface of the terrain or to nearby layers. Infrastructure Constructions usually became a challenge to the engineer's creativity, either for their complexity in design or execution. Perhaps one of the most fascinating structures in Civil Engineering is the bridges, their shapes and contours defy gravity and mark the evolution of human technology. The calculation tools in the design stage of civil structures has evolved a lot in the last decades, leading us to conceptions, that by their complexity, would never be executed safely in other times. In this academic work, the use of design technologies for the project of a reinforced concrete bridge was explored, comparing the results obtained between modern and classical methods of structural analysis.

**KEYWORDS:** Structural Analysis. ISE; PDelta; FEM; Bridges.

## 1 | INTRODUÇÃO

Pontes sempre serão obras de artes da engenharia e arquitetura. Mesmo em períodos remotos, percebesse que o homem sempre se preocupou com a arquitetura de suas pontes, dando conotação de arte a estruturas civis que tinham por principal objetivo fornecer o transito seguro de pessoas e mercadorias.

De acordo com Vitorio (2002):

Desde os tempos mais primitivos, quando o homem usava um tronco de árvore para superar os obstáculos naturais e continuar seu trajeto, até os tempos atuais, em que estruturas desafiam a lei da gravidade e a própria imaginação humana pela ousadia de seus vãos, as pontes representam uma das mais belas formas de expressão da capacidade criadora da engenharia.(p.5).

A evolução da engenharia de softwares possibilitou a aferição de cálculos e modelagens estruturais na engenharia civil que antes eram inviáveis, seja por tempo ou custo, dando possibilidades a novas formas e geometrias, além é claro do refinamento de metodologias utilizadas no passado.

A consideração da interação solo estrutura já é uma realidade na concepção de estruturas civis, tal realidade já pode ser percebida pela disponibilidade deste recurso em softwares de engenharia estrutural disponíveis no mercado. Neste contexto, muitos estudos vêm sendo efetuados sobre o assunto no meio acadêmico.

Segundo Zumaeta (2011) a análise de segunda ordem global de edifícios é indispensável nos dias atuais, diferente de outras épocas. Assim como a interação solo-estrutura, a não linearidade geométrica também vem sendo utilizada na análise estrutural, notavelmente no que tange a consideração do efeito P-Delta. Tendo isso posto e considerando a ampla utilização de softwares na engenharia estrutural, pede-se um estudo comparativo em um projeto de pontes, a fim de medir a grandeza desses efeitos e suas interações.

Este trabalho teve como objetivo verificar a relevância da consideração da

Interação Solo – Estrutura (ISE) e da análise não linear geométrica para o estudo de viabilidade de uma ponte de concreto armado. A partir disto, foi modelada uma ponte de concreto armado em um software de elementos finitos, capaz de realizar análises não lineares. Foram realizadas três análises depois de efetuada a modelagem, a primeira de forma linear, a segunda considerando o efeito P-Delta e a terceira considerando o efeito P-Delta e a ISE, com o intuito de comparar os resultados a fim de verificar a diferença nos esforços obtidos pelos três métodos.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Uso do MEF na Análise Estrutural

Segundo Fish e Belytschko (2009) o MEF (Método dos Elementos Finitos) foi desenvolvido em meados de 1950 pela indústria aeroespacial dos Estados Unidos da América e Reino Unido. Em função da sua análise complexa, o método implementado a computadores só foi amplamente utilizado na atualidade por depender de processadores que em outras épocas eram inacessíveis em termos monetários.

Vitoreti (2003) elaborou análises numéricas para fins estruturais com o uso do MEF, considerando a ISE, chegando a resultados satisfatórios. Desta forma ficou evidenciado que o método é válido para a engenharia de estruturas. Dentre os métodos numéricos para resolução de problemas estruturais, sem dúvida o MEF é o mais divulgado e empregado em programas comerciais, dada a sua generalidade.

O MEF é uma ferramenta muito utilizada na engenharia contemporânea, funcionando como “motor de análise estrutural” de muitos softwares do mercado. A maior prova da aceitação do MEF é a sua ampla utilização pelos projetistas estruturais. Sem o MEF os projetos estruturais estariam sendo desenvolvidos com métodos de análise menos precisos, o que levaria a majorações de cargas e diminuições de resistências para garantir a segurança, perdendo eficiência, precisão e agilidade no processo.

Por fim, Queiroz (2010) demonstrou em sua dissertação a elaboração de um programa em linguagem Java para análise de estruturas reticuladas baseado no MEF. Muitas características do MEF aqui apresentadas terão como base a trabalho de Queiroz (2010), por ter exposto a comunidade científica de forma clara e didática a formulação das matrizes de rigidez, forças e deslocamentos.

### 2.2 Não linearidade geométrica

A análise da não-linearidade geométrica leva em consideração o efeito da estrutura deformada no acréscimo de esforços adicionais aos carregamentos originais previstos para a estrutura. De acordo com ZUMAETA (Apud PINTO, 2011, p.27):

“Quando se menciona a não linearidade geométrica, esta sendo considerada aquela causada pela mudança da geometria da estrutura, ou seja, mudança de posição da estrutura no espaço”.

Na Figura 1 devido aos deslocamentos, são adicionados novos momentos na base da estrutura, devido ao braço de alavanca criado pelo deslocamento. Na figura em questão, o momento  $M_2$  é acrescido pelo momento gerado por este novo esforço ( $F_v \cdot u$ ).

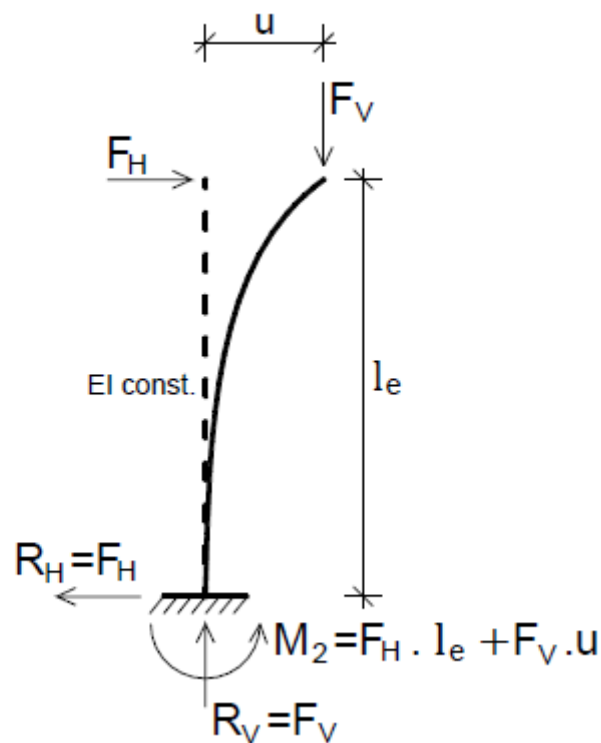


Figura 1: Esforços na estrutura deformada de um pilar engastado.

Fonte: ZUMAETA (2011)

### 2.3 Efeito P-Delta

O efeito P-Delta nada mais é do que um processo de análise não linear geométrica (ZUMAETA,2011). Este método é utilizado para a consideração do acréscimo de esforço na estrutura em função da sua deformabilidade.

Segundo ZUMAETA (2011, P.52) o método iterativo para determinação do efeito P-Delta mais utilizado é o das cargas laterais fictícias. O método consiste em aplicar cargas laterais equivalentes aos esforços adicionais obtidos na análise da estrutura deformada. Por ser um método iterativo o processo é repetido diversas vezes até que os esforços adicionais sejam insignificantes ou limitados à tolerância pré-estabelecida. O processo pode ser visto com mais clareza na Figura 2. Os esforços de primeira ordem ou lineares são apresentados na cor azul. Sucessivas adições de cargas Laterais são adicionadas para representar os momentos gerados pelo efeito deformável da estrutura no incremento de esforços.



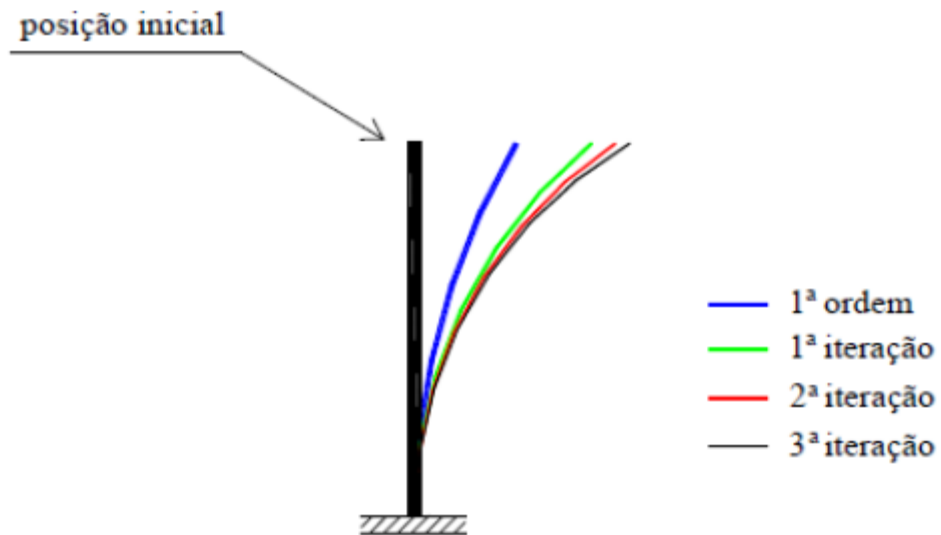


Figura 2: Interações e deformações de um pilar engastado.

Fonte: ZUMAETA Apud LIMA (2011)

O método das cargas laterais é utilizado na maioria dos softwares comerciais de análise estrutural existentes no mercado.

### 3 | METODOLOGIA

#### 3.1 Delimitação do problema

Este trabalho foi baseado em uma ponte atualmente em estudo de viabilidade na região de Santana do Livramento, no estado do Rio Grande do Sul, pela Eletrosul Centrais Elétricas S.A (Figura 3). O principal objetivo da ponte será o de garantir a travessia de veículos, equipamentos e pessoas, necessários ao acesso do futuro parque eólico de interesse da Eletrosul na região, sobre o curso de água denominado Passo dos Trilhos.

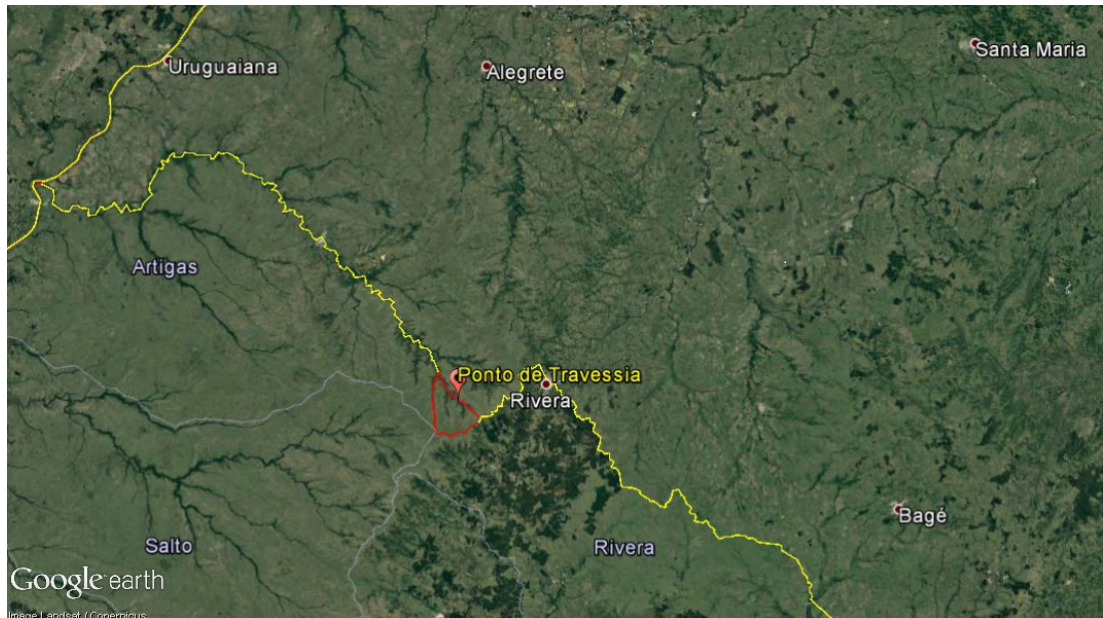


Figura 3: Localização do Ponto de Estudo

Fonte: Próprio Autor

O Modelo geométrico da ponte utilizado neste trabalho será o utilizado pela Eletrosul para o pré-dimensionamento da ponte. Segundo a ABNT (1995), em sua NBR 13532, o estudo de viabilidade estaria entre as etapas de projeto denominadas Programa de Necessidades e Estudo Preliminar de Arquitetura, no caso de uma edificação. Desta forma, em um estudo de viabilidade deverão ser produzidas informações técnicas que atestem que o empreendimento é viável economicamente, tecnicamente e ambientalmente. No âmbito do projeto estrutural, seriam necessários para o projeto de viabilidade, documentos técnicos que garantam que a ponte vislumbrada tem uma geometria adequada e estabilidade satisfatória.

De acordo com Oliveira e Brito (1998, p. 198), solos *in situ* ou residuais são solos formados a partir de rochas decompostas pelo intemperismo e que não foram transportados para longe de seu local de formação. Segundo estudos da Eletrosul, a região onde será desenvolvido o projeto é composta em grande parte de solos residuais, com pequena espessura de manto de intemperismo, atingindo a rocha sã em pequenas profundidades. A Figura 4 mostra um perfil de solo característico para solos residuais em regiões de baixo relevo formado a partir da decomposição do basalto, o que pode ser esperado na região em estudo.

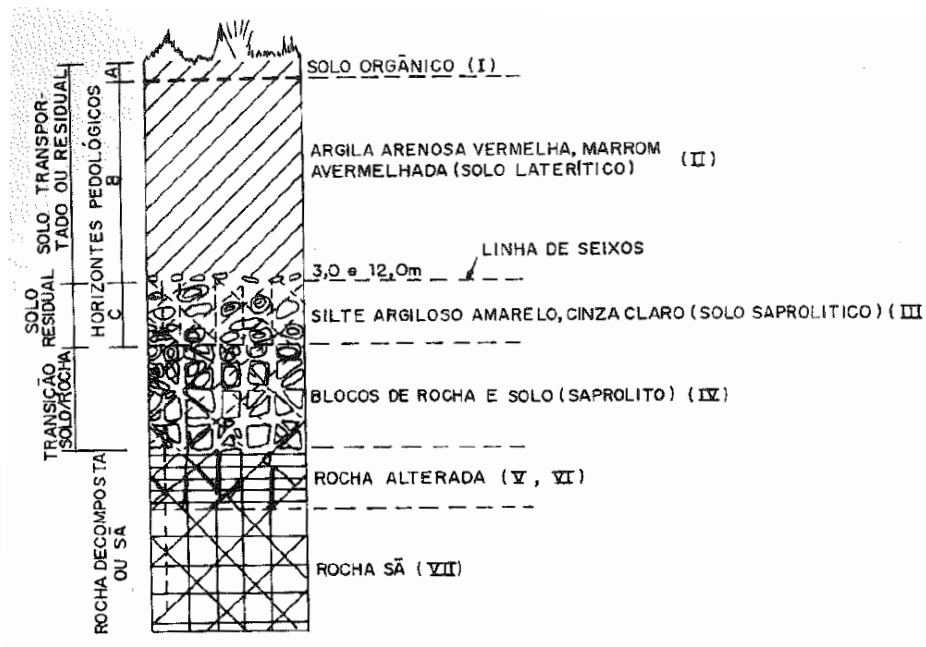


Figura 4: Perfil Típico de Solo formado a partir de basalto decomposto.

Fonte: ABGE (1998)

Para este trabalho foram utilizados valores para o comportamento do solo estimados pela Eletrosul para região, com base nos valores praticados em outras obras da região já implantadas por esta empresa. A tabela 1 relaciona os valores utilizados neste trabalho.

Parâmetro	Valor
<b>Coefficiente de Empuxo Ativo (Ka)</b>	0,4 (adimensional)
<b>Peso Específico (γ)</b>	19 kN/m <sup>3</sup>
<b>Tensão Admissível (σ)</b>	0,4 Mpa
<b>Coefficiente Elástico Vertical (Kv)</b>	1.000.000 kN/m <sup>3</sup>

Tabela 1: Características de Solo Utilizadas.

Fonte: Adaptado de Informações de Eletrosul Centrais Elétricas S.A.

O cálculo da pressão dinâmica de vento foi baseado na NBR 6123, chegando ao valor final de pressão dinâmica “q” de 1,429 kN/m<sup>2</sup>. Coeficientes adicionais foram aplicados a este valor para aplicar a carga à ponte de forma estática, que ficou preponderante nas laterais, ou seja, longarinas barreiras e pilares não submersos. Para o cálculo de vento, considerou-se a ponte em cota máxima de cheia e com vento máximo agindo sobre a ponte, simultaneamente. Para as características hidrológicas utilizou-se valor de velocidade da água estimado pela Eletrosul, no valor de 4 m/s. Aplicando o valor de 4 m/s, considerando o pilar com diâmetro de 0,7 metros, tem-se como valor final de pressão estática da água nos pilares de 3,81 kN/m.

## 3.2 Modelagem

A modelagem da estrutura foi efetuada no *software* SAP2000 (Figura 5). Durante a modelagem buscou adequar-se, com o ferramental de software, a estrutura proposta no pré-dimensionamento a realidade física estimada em campo.

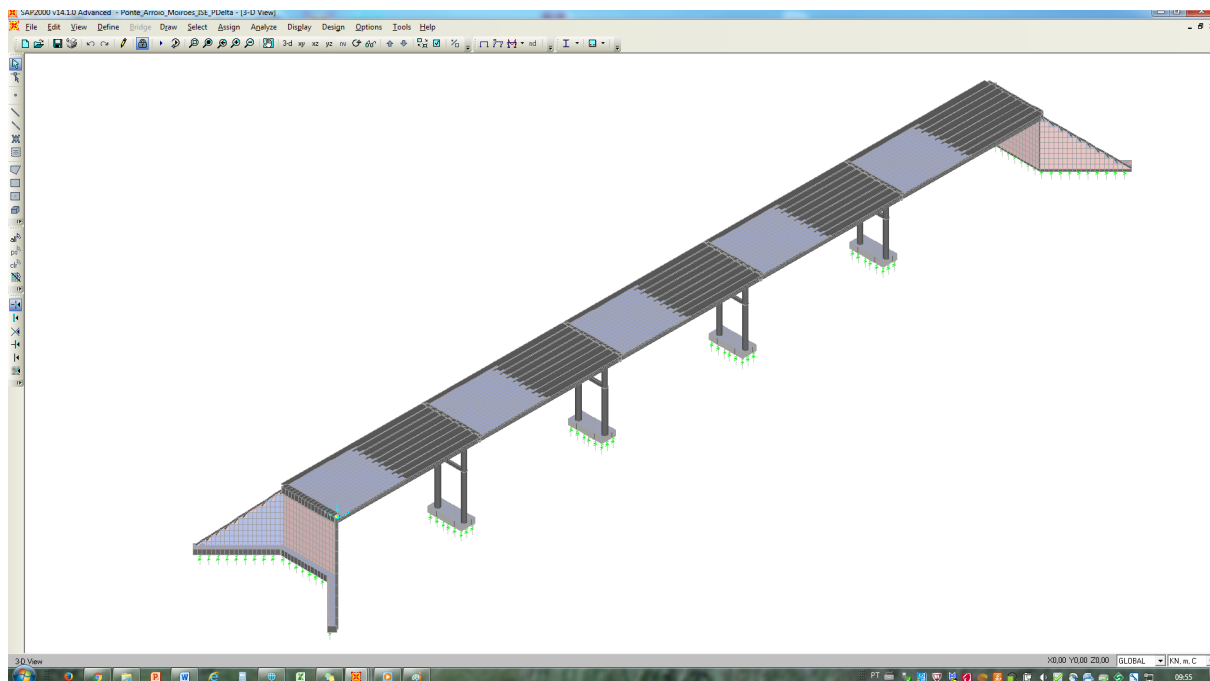


Figura 5: Visão 3D da modelagem efetuada no SAP2000.

Fonte: Próprio Autor.

O SAP2000 é um *software* de análise estrutural pelo método dos elementos finitos que realiza análises lineares e não-lineares. A variação de temperatura foi inserida como parâmetro global no software, com valor de 15° de variação. O módulo de elasticidade adotado foi o indicado pela NBR 6118 para análises elásticas a fim de determinar esforços solicitantes ou estados limites de serviço.

As lajes inseridas no modelo se constituem unicamente do tabuleiro e foram inseridas como elementos de casca, com espessura de 15 cm, tendo como material o concreto armado  $f_{ck}$  30 MPa. As barreiras foram inseridas no modelo como cargas aplicadas nas extremidades do tabuleiro.

A parcela de carga do vento correspondente ao tabuleiro foi adicionada como carga distribuída ao longo do comprimento das lajes. Foram adicionadas cinco linhas de cargas móveis ao modelo (Figura 6), formando três posições de tráfego do trem-tipo. A primeira linha na parte mais extrema do tabuleiro, a segunda entre a extremidade e o meio e a última no centro do tabuleiro.

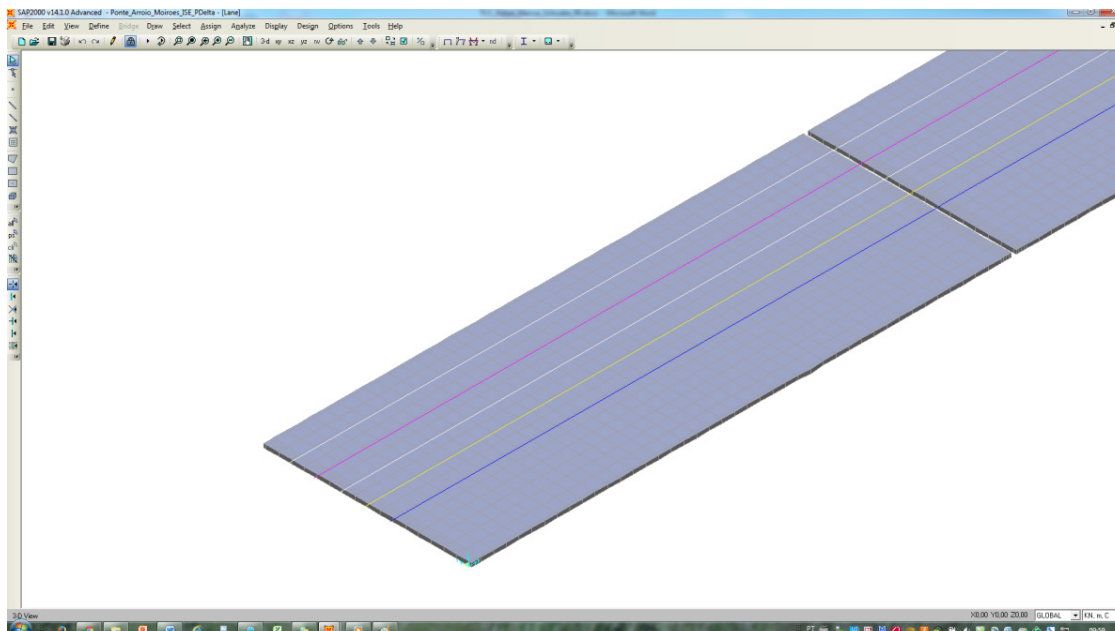


Figura 6: Linhas de Trafego do Trem-Tipo sobre o Tabuleiro.

Fonte: Próprio Autor.

As transversinas de apoio foram modeladas como uma barra de seção 80cmx80cm, em concreto fck 30 Mpa. Os consolos para troca do neopreme não foram modelados pela facilidade de fazê-lo posteriormente em um modelo isolado. As cargas de vento foram lançadas na lateral da transversina considerando os fatores constantes NBR 6123 para transformação em cargas estáticas.

As Longarinas foram modeladas como uma barra de seção variável em concreto fck 40 Mpa. A opção por um concreto de maior resistência se deu função da ideia de protender a peça. As cargas de vento foram lançadas na lateral da longarina considerando os fatores constantes NBR 6123 para transformação em cargas estáticas. A ligação das longarinas com as transversinas foi efetuada através de rotulas para simular o efeito do apoio em neopreme, que não gera um engaste entre as peças.

Os pilares foram modelados como uma barra de seção circular de diâmetro de 70 cm, em concreto fck 30 MPa. Os encontros foram modelados em casca com espessura de 35 cm, em concreto fck 30 MPa, a inserção dos parâmetros no SAP2000.

As cargas de vento foram lançadas na lateral do pilar considerando os fatores constantes NBR 6123 para transformação em cargas estáticas, na mesma direção fluxo do curso d'água, ou seja, na condição mais desfavorável. Nos encontros o empuxo foi dividido em empuxo ativo da massa de solo e o gerado pela sobrecarga devido à passagem do trem-tipo.

As sapatas foram modeladas como blocos para apoio dos pilares e sapatas corridas para os encontros, com 0,8 metros de altura. De forma a garantir a estabilidade nas diversas etapas construtivas, foram modelados tirantes, com

2 metros de altura, com o material não linear do SAP2000 chamado “HOOK”. O Hook tem propriedades não-lineares que limitam os esforços na peça apenas para tração que é o esforço esperado para os tirantes. Modelado desta forma o tirante não influenciará de maneira considerável nos esforços de compressão resistidos pelo solo representado por molas. Para simular a ISE optou-se por considerar o solo como molas lineares, que aceitam apenas esforços de compressão. Modelando desta forma é possível verificar a ocorrência de soerguimento de parte e/ou de toda a fundação. Adicionaram-se molas no sentido horizontal com coeficientes similar aos verticais. Nos encontros de pilares com as sapatas enrijeceu-se as ligações dos nós adjacentes na projeção das dimensões do pilar, para não concentrar o esforço apenas no nó de encontro da barra que simula o pilar. Para uma análise sem os efeitos da ISE, engastou-se todos os nós das sapatas. Adicionalmente foram removidos os tirantes, pois em um modelo onde o apoio é engastado seu cálculo é feito manualmente após a determinação dos esforços solicitantes na sapata. Esta etapa serviu como pré-dimensionamento do número de tirantes a ser aplicado no modelo completo de ISE.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para análise da estabilidade global foi utilizado o parâmetro  $\alpha$ , por ser mais simples de determinar do que o coeficiente  $\gamma_z$ . Como a estrutura possui diferentes alturas de pilares, além de pilares paredes, de forma a facilitar os cálculos, optou-se por utilizar uma rigidez equivalente, o que é previsto na NBR 6118, para determinar o valor de  $\alpha$ . Nas análises comparativas, apenas serão abordados os resultados dos pilares circulares. Desta forma, foram feitas duas análises para a determinação da inércia equivalente, uma com carga concentrada na transversal (eixo x) e outra na longitudinal (eixo y). As cargas consideradas para a determinação do parâmetro  $\alpha$  foram aquelas que eram aplicadas verticalmente conforme prevê a NBR6118, ou seja, as cargas de transito, peso próprio e sobrecargas de utilização. A Tabela 2 demonstra os resultados obtidos após a análise.

Direção	P (kN)	h (m)	ak (m)	Eik (Pa m <sup>4</sup> )	Nk (kN)	$\alpha$	n	$\alpha_1$
X	10	7	0,000006502	1,75843E+11	15.042,255	0,06	1	0,3
Y	10	7	0,0001	11433333333	15.042,255	0,25	1	0,3

Tabela 2: Determinação do Parametro  $\alpha$ .

Fonte: Próprio Autor

De acordo com a Tabela 2, os efeitos de segunda ordem para esta estrutura seriam desprezíveis, por ser considerada de nós rígidos. Verifica-se por meio da



tabela 4 que a direção y da estrutura possui muito menos rigidez que a direção x, o que era esperado para a estrutura, uma vez que a mesma possui mais linhas de pórticos que na direção y. Em que pese por norma não ser necessária à consideração dos efeitos de 2º ordem global, os efeitos foram considerados para a que possam ser efetuadas análises comparativas.

A estrutura foi processada em três etapas, a primeira para a análise linear, a segunda para a análise não linear e a terceira para a análise não linear considerando a ISE. Devido a enorme quantidade de elementos modelados e de forma a não tornar este trabalho demasiadamente extenso, os incrementos devido a efeitos de 2º Ordem e sua análise, serão apresentados apenas para os pilares e sapatas. Os pilares paredes não serão incluídos nesta análise.

A Tabela 3 apresenta os valores de solicitações normais obtidas com as 3 análises.

Elemento	Numero	Esforços Máximos ELU				
		Axial (kN)				
		Linear	Pdelta	Pdelta / Linear	Pdelta + ISE	Pdelta + ISE / Linear
Pilar	1	2411,943	2411,151	0,0%	2408,957	-0,1%
Pilar	2	2422,318	2423,351	0,0%	2422,210	0,0%
Pilar	3	2307,613	2305,737	-0,1%	2320,198	0,5%
Pilar	4	2426,096	2427,696	0,1%	2425,214	0,0%
Pilar	5	2293,095	2310,481	0,8%	2310,481	0,8%
Pilar	6	2424,494	2426,125	0,1%	2419,945	-0,2%
Pilar	7	2299,866	2297,983	-0,1%	2317,041	0,7%
Pilar	8	2398,418	2400,478	0,1%	2395,854	-0,1%

Tabela 3: Esforços de Compressão Máximos nos Pilares.

Fonte: Próprio Autor

Os percentuais apresentados na Tabela 3 demonstram que as solicitações diferiram em valores inferiores a 1% entre as análises, ou seja, a diferença neste parâmetro ficou quase irrelevante dada a magnitude dos esforços solicitados a estrutura. Contudo nessa análise fica evidente a importância da consideração da interação solo estrutura, uma vez que os momentos fletores para a ISE ficaram em alguns casos mais de 60% maiores que em relação às outras análises, concentrando os maiores aumentos perto da cabeceira sem as cargas de empuxo de terra.

Elemento	Numero	Esforços Máximos ELU				
		Momento Fletor (kN.m)				
		Linear	Pdelta	Pdelta / Linear	Pdelta + ISE	Pdelta + ISE / Linear
Pilar	1	129,170	130,555	1,1%	208,979	61,8%
Pilar	2	126,482	127,760	1,0%	208,950	65,2%
Pilar	3	223,563	221,829	-0,8%	214,309	-4,1%
Pilar	4	325,247	323,386	-0,6%	343,701	5,7%
Pilar	5	244,431	231,346	-5,4%	231,346	-5,4%
Pilar	6	332,616	330,701	-0,6%	357,039	7,3%
Pilar	7	251,354	250,661	-0,3%	240,604	-4,3%
Pilar	8	380,480	379,288	-0,3%	407,765	7,2%

Tabela 4: Momentos Fletores Resultantes Máximos nos Pilares.

Fonte: Próprio Autor

A Tabela 4 relaciona as resultantes dos momentos fletores solicitados às sapatas. O comparativo de esforços comprova o esperado para o modelo da ponte, praticamente todos os momentos nas sapatas tiveram pequenos acréscimos devido as análises de 2º ordem, contudo abaixo dos 10% previstos. Apesar dos esforços terem um aumento, devido à carga de compressão ser alta e a seção da peça ser grande, tais incrementos devem ser tranquilamente absorvidos pela a armadura mínima preconizada pela NBR 6118. Ainda em relação à tabela 7, percebe-se uma redistribuição de esforços nas sapatas, na ordem de 30%.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises efetuadas fica evidente a importância da consideração da ISE em projetos de pontes de concreto armado. Em alguns casos os momentos fletores resultantes das análises que consideram a ISE superaram em 30% os resultados das análises sem a consideração da ISE. Vale pontuar que os esforços de compressão nas sapatas não sofreram grandes redistribuições. Isso pode se dar em função da grande resistência a compressão do solo considerado e a adoção de tirantes nas sapatas. Em solos de baixa resistência esta redistribuição pode ser muito mais relevante.

Neste trabalho não se considerou as etapas construtivas que podem aumentar os recalques, este assunto ficou aberto à discussão em trabalhos futuros. Em relação à consideração do efeito P-Delta, a facilidade em considerar justifica sua utilização na análise estrutural de pontes de concreto armado, mesmo observando que as diferenças entre análises lineares elásticas ficaram na casa do 1%.

O método de determinação do parâmetro  $\alpha$  adotado para este trabalho se apresentou adequado, uma vez que o aumento de esforços devido aos efeitos de 2º ordem ficaram abaixo dos 10%. A partir desta constatação pode-se dizer que



a análise de estabilidade global através do parâmetro  $\alpha$  é válido para pontes de concreto armado. Vale lembrar que o modelo adotado considerou alguns fatores que podem ser modelados de formas diferentes, como por exemplo, a adoção de rótulas e *links* para os tirantes. No caso dos tirantes, sua modelagem pode ser feita em separado oferecendo diferenças nos resultados.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002a.

\_\_\_\_\_. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

FISH, J.; BELYTSCHKO, Ted. **Um primeiro curso em elementos finitos**. Rio de Janeiro: LTC, c2009. xi, 241 p.

IWAMOTO, Roberto Kunihiro. **Alguns aspectos dos efeitos da interação solo-estrutura em edifícios de múltiplos andares com fundação profunda**. 2000. 137 p. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos. 2000.

VITÓRIO, José Afonso Pereira. **Pontes rodoviárias: fundamentos, conservação e gestão**. Recife, CREA-PE, 2002.

QUEIROZ, Paulo Cesar de Oliveira. **Análise Estática de Estruturas Reticuladas: Ambiente de Simulação em JAVA**. 2010. 235 p. Dissertação. Paraíba. João Pessoa. 2010.

ZUMAETA, Winston Junior Moncayo. **Análise de segunda ordem global em edifícios de concreto armado**. 2011. 220 p. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos. 2011.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**CLEBERTON CORREIA SANTOS-** Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: [cleber\\_frs@yahoo.com.br](mailto:cleber_frs@yahoo.com.br)) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abastecimento urbano 78

Aprendizagem 35, 38, 39, 46, 47, 48, 286, 287, 288, 289, 295, 323, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 336, 339, 341, 343, 345, 348, 350

Aspergillus flavus 105, 106, 108, 109, 110, 114, 115

Aterramentos elétricos 296, 297, 301, 302

Atividade antioxidante 170, 171, 172, 175, 179, 180, 181

### B

Biodiesel 303, 304, 305, 306, 314, 315, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373

Biotransformação 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 131

### C

Cadernos escolares 1, 3, 4, 5, 9

Cafeeiro 317

Catálise 24, 26, 117, 126, 222, 363, 366, 368

### D

Dispositivos móveis 286, 289, 293, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 345, 346, 347, 349, 350, 351

### E

Ensino 1, 2, 4, 12, 13, 15, 17, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 80, 105, 286, 287, 288, 294, 295, 297, 298, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 344, 346, 348, 349, 350, 351

Escolas paroquiais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13

### G

Geometria 2, 12, 28, 185, 187, 299

### H

História da Educação Matemática 1, 2, 14

### I

Impactos ambientais 61, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 107, 210

## **K**

Kavain 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

## **L**

Lama abrasiva 59, 60

## **M**

Metátese 116, 117, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126

Middleboxes 138, 139, 140, 141, 142, 143

Modelagem computacional 49, 50, 69, 296

## **N**

Nanopartículas 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 196, 203

## **O**

Óxido de cálcio 363, 364, 367, 368, 369, 371, 373

Óxido de cobre 24, 25, 27, 30, 31, 33, 34

## **P**

Polimerização Radicalar 215

## **R**

Resíduos industriais 59

Resistividade do solo 296

Rhodamine B 374, 376, 381, 382

Robótica 35, 37, 38, 40, 41, 46, 47, 48

## **S**

Smart Cities 280

## **T**

Transporte de nêutrons 49, 50, 51, 57

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-641-6

