

**Cleberton Correia Santos  
(Organizador)**

**Estudos Interdisciplinares  
nas Ciências e da Terra  
e Engenharias 3**

---

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências  
Exatas e da Terra e Engenharias 3

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 3 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-642-3 DOI 10.22533/at.ed.423192309</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 3º volume 37 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>
PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Paula Consoli Ireno Franco Mary Leiva Faria Ana Paula Bilck	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
ACESSIBILIDADE AO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE BIOLOGIA, MICROSCOPIA E ANÁLISES CLÍNICAS DA UEZO POR PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS	
Tiago Alexandre Silva Nascimento Gabriella Oliveira Alves Moreira De Carvalho Thiago Manchester De Mello Fabio Da Silva De Azevedo Fortes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
ANÁLISE DA ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES NO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA	
Marinésio Pinheiro de Lima Robson Ribeiro Lima Francisco Wilson Hollanda Vidal	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
ELABORAÇÃO DE MODELO COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DE VIBRAÇÕES LIVRES EM UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO	
Arlindo Pires Lopes Esterfeny Guedes Pires Larissa Lázara Mesquita Cavalcante Matheus Pereira da Silva Mayk Oris Guerreiro Stefanny di Samuel da Costa Tiago de Souza Seixas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>45</b>
ANÁLISE SENSORIAL: TESTES DISCRIMINATIVOS, DESCRITIVOS E AFETIVOS	
Antônio das Graças Amaral Neto Elisa Norberto Ferreira Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103095</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>57</b>
APLICAÇÃO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS BÁSICOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	
José Ribamar Azevedo dos Santos João Roberto Ursino da Cruz Marcos Paulo Santos Cardoso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103096</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 70**

ASPECTOS ECONÔMICOS DA LAVRA INTEGRAL DO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA

Marinésio Pinheiro de Lima  
Júlio Cezar de Souza  
Francisco Wilson Hollanda Vidal

**DOI 10.22533/at.ed.71619103097**

**CAPÍTULO 8 ..... 78**

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM RELAÇÃO A CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL NA CIDADE DE CAMBORIÚ, SC

Beatriz Faga  
Joeci Ricardo Godoi  
Viviane Furtado Velho  
Letícia Flohr

**DOI 10.22533/at.ed.71619103098**

**CAPÍTULO 9 ..... 90**

DESENVOLVENDO BIOMATERIAIS DE HIDROXIAPATITA RECOBERTA COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPs) PARA APLICAÇÃO EM DEFEITOS CRÍTICOS ÓSSEOS

Ingrid Russoni de Lima  
Gabrielle Cristine Lemos Duarte Freitas  
Elaine Cristina Lopes Pereira  
Lucas Furtado Loesh  
Fernanda A. Sampaio da Silva  
Heleno Souza da Silva  
Renata Antoum Simão  
José Adilson de Castro  
Gláucio Soares Fonseca

**DOI 10.22533/at.ed.71619103099**

**CAPÍTULO 10 ..... 102**

AVALIAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO DO INOCULANTE E DA COMBINAÇÃO DE SUBSTRATOS SOBRE A PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DE GLICEROL BRUTO, DEJETOS SUÍNOS E GLICOSE

Fidel Alejandro Aguilar Aguilar  
Ronnie Von Dos Santos Veloso  
Luis Fernando Santis Espinosa  
Lilian de Araújo Pantoja  
Alexandre Soares dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.716191030910**

**CAPÍTULO 11 ..... 114**

CAPTURE DE CARBONO VOLÁTIL DO PROCESSO DE BIORREMEDIAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Odete Gonçalves  
Paulo Fernando de Almeida  
Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella  
Ana Maria Álvares Tavares da Mata

**DOI 10.22533/at.ed.716191030911**

**CAPÍTULO 12 ..... 129**

CARBETO DE BORO (B<sub>4</sub>C): REVISÃO acadêmica ACERCA DAS PROPRIEDADES E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Eduardo Braga Costa Santos  
Denise Dantas Muniz  
Eliandro Pereira Teles  
Danielle Guedes de Lima Cavalcante  
Ricardo Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.716191030912**

**CAPÍTULO 13 ..... 141**

CLIMATOLOGIA DA REGIÃO OESTE DO PARÁ - CENTRO DA AMAZÔNIA - E IMPACTO DOS TRÊS ÚLTIMOS EVENTOS DE SECAS SEVERAS NA TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO

Gabriel Brito Costa  
Waldeir dos Santos Pereira  
Mayara Barbosa Lima  
Juliane da Silva Sampaio  
Ana Caroline da Silva Macambira  
Letícia Victória Santos Matias  
Duany Thainara Corrêa da Silva  
Natan Barbosa Almada  
Rogério Favacho da Cruz  
Jéssica Aline Godinho da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.716191030913**

**CAPÍTULO 14 ..... 153**

DESIGN DE ENUNCIADOS COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS SOB O ENFOQUE DA (RE) FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS

Fabiane Fischer Figueiredo  
Claudia Lisete Oliveira Groenwald

**DOI 10.22533/at.ed.716191030914**

**CAPÍTULO 15 ..... 164**

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL E BIOACESSÍVEL *in vitro* DE CÁLCIO EM DIFERENTES TIPOS DE LEITE POR FOTOMETRIA DE CHAMA

Ani Caroline Weber  
Luiz Ricardo Mallmann Oliveira  
Sabrina Grando Cordeiro  
Eniz Conceição Oliveira  
Eduardo Miranda Ethur  
Lucélia Hoehne

**DOI 10.22533/at.ed.716191030915**

**CAPÍTULO 16 ..... 175**

ESPAÇO ARTE\_ON: PLATAFORMA ON-LINE PARA EXPOSIÇÕES ARTÍSTICAS DOS DISCENTES DO ENSINO MÉDIO DO IFC-CAS

Leonardo Cristovam de Jesus  
Lucas Pereira Elias  
Marcos Henrique de Morais Golinelli  
Tereza Cristina Benevenuto Lautério

**DOI 10.22533/at.ed.716191030916**

**CAPÍTULO 17 ..... 188**

ESTRATÉGIAS FOCADAS NO ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA BRASILEIRA

Deborah Godoy Martins Corrêa  
Tiago de Oliveira  
Denise Stringhini

**DOI 10.22533/at.ed.716191030917**

**CAPÍTULO 18 ..... 201**

ESTUDO DA FRAÇÃO ÁCIDA DO ÓLEO DE COPAÍBA

Carlos Vinícius Machado Miranda  
Railda Neyva Moreira Araújo Cabral  
Luely Oliveira da Silva  
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon  
Marivaldo José Costa Corrêa  
Eloisa Helena de Aguiar Andrade  
Manoel Leão Lopes Junior  
Lourivaldo Silva Santos

**DOI 10.22533/at.ed.716191030918**

**CAPÍTULO 19 ..... 209**

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO REAPROVEITAMENTO DO ESTÉRIL DE ROCHAS ORNAMENTAIS COMO AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Weverton Pereira do Sacramento  
Maria de Lourdes de Oliveira  
Luana Leite Ferreira  
Robson Wotikowski Guedes

**DOI 10.22533/at.ed.716191030919**

**CAPÍTULO 20 ..... 218**

EXPLORANDO CONCEITOS GEOMÉTRICOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Leila Pessôa Da Costa  
Sandra Regina D'Antonio Verrengia

**DOI 10.22533/at.ed.716191030920**

**CAPÍTULO 21 ..... 226**

GESTÃO DE INFORMAÇÕES CLÍNICAS DE ANIMAIS DE GRANDE PORTE: UMA PROPOSTA DE SOLUÇÃO BASEADA EM COMUNIDADE DE PRÁTICA

Gersica Agripino Alencar  
Rafael Santos Barbosa  
Ricardo André Cavalcante de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.716191030921**

**CAPÍTULO 22 ..... 239**

GRUPOS DE HOMOLOGIA SIMPLICIAL

Wendy Díaz Valdés  
Lígia Laís Fêmina  
Gisele Andrade Lemos  
Jorge Vicente Barbosa Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.716191030922**

**CAPÍTULO 23 ..... 246**

LAMINADOS DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS COM FIOS DE JUTA NA FORMA DE TECIDO E ORIENTADOS A 0°, 45° E 90°

José Emílio Medeiros dos Santos  
Douglas Santos Silva  
Igor dos Santos Gomes  
Maurício Maia Ribeiro  
Roberto Tetsuo Fujiyama

**DOI 10.22533/at.ed.716191030923**

**CAPÍTULO 24 ..... 263**

*MAGONIA PUBESCENS* A.ST.-HIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Ana Mayra Pereira da Silva  
Amanda Ribeiro Correa  
Cárita Rodrigues de Aquino Arantes  
Rosiane Alexandre Pena Guimarães  
Monica Franco Nunes  
Dielle Carmo de Carvalho Neres  
Elisangela Clarete Camili  
Carla Spiller

**DOI 10.22533/at.ed.716191030924**

**CAPÍTULO 25 ..... 270**

O CURSO DE PRÉ-CÁLCULO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR

Erasmus Tales Fonseca  
Leandro Teles Antunes dos Santos  
Patrícia Milagre de Freitas  
Dayane Andrade Queiroz

**DOI 10.22533/at.ed.716191030925**

**CAPÍTULO 26 ..... 279**

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Dafne Fonseca Alarcon  
Luziana Quadros da Rosa  
Robson Santos da Silva  
Felipe de Matos Müller  
Márcio Vieira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.716191030926**

**CAPÍTULO 27 ..... 294**

PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA TRANSVERSALIDADE

Daniana de Costa  
Edilson Pontarolo

**DOI 10.22533/at.ed.716191030927**

**CAPÍTULO 28 ..... 304**

RESULTADOS PRELIMINARES DA UTILIZAÇÃO DO WRF NO INPE/EUSÉBIO - UM ESTUDO DE CASO

Vanessa de Almeida Dantas  
Vicente de Paulo Silva  
Adilson Gandu

**DOI 10.22533/at.ed.716191030928**

<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>313</b>
A MODELAGEM MATEMÁTICA NA PRODUÇÃO DE MILHO INFLUENCIADO PELA SUCESSÃO DE CULTURAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA	
Lilian Fátima Ancerowicz	
Rubia Diana Mantai	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030929</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>326</b>
SISTEMA PARA PREVENÇÃO DE QUEDAS E PENSAMENTO DO PASSAGEIRO NA PORTA DO TRANSPORTE COLETIVO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO	
Lucas Goiabeira Farias	
Francisco da Conceição Silva	
Wellington Luis Mineiro França	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030930</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>332</b>
TEATRO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE FRAÇÕES	
Fabiana Geresa Leindeker da Silva	
Jenifer Cassandra da Silva Oliveira	
Bruno Ferreira da Luz	
Tamires Bon Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030931</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>342</b>
UM ESTUDO SOBRE O DESEMPENHO DE VIRTUALIZAÇÃO NOS HYPERVISORS VMWARE E KVM	
Lúcio Flávio de Jesus Silva	
Marco Antônio Castro Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030932</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>349</b>
CONTRIBUIÇÃO DO PIBID/QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE COARI-AMAZONAS	
Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi	
Cristiana Nunes Rodrigues	
Carlos Victor Lamarão	
Maria Aparecida Silva Furtado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030933</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>358</b>
OCORRÊNCIA DE PARALISIA FACIAL PERIFÉRICA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP: ANÁLISE DE CASOS ATENDIDOS EM UMA CLÍNICA/ESCOLA NO PERÍODO DE 2012 A 2014	
Marcos Barros de Souza	
Daiane de Oliveira Portella	
Miriam Rodrigues Silvestre	
Lúcia Martins Barbatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030934</b>	

<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>368</b>
APLICAÇÃO DE SISTEMAS LINEARES EM CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA	
Robson Cabral Severo	
Leonardo Vale de Araujo	
Rafael The Bonifácio de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030935</b>	
<b>CAPÍTULO 36</b> .....	<b>378</b>
DIAGNÓSTICO SOBRE OS CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E AS FALHAS QUE OCASIONARAM OS DESABAMENTOS NA CICLOVIA TIM MAIA	
Vinicius da Silva Freitas	
Rafael Alves da Rocha	
Marcelo Augusto da Silva Cunha	
Bruno Matos de Faria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030936</b>	
<b>CAPÍTULO 37</b> .....	<b>388</b>
RECICLAGEM DE VIDRO DE PARA-BRISAS PARA PRODUÇÃO DE VITROCERÂMICA COM 15% DE ÓXIDO DE NIÓBIO	
Hiasmim Rohem Gualberto	
Iury Almeida Moraes	
Mônica Calixto de Andrade	
Edgard Poiate Junior	
Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva	
Isis Andrea Venturini Pola Poiate	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030937</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>401</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>402</b>

## ELABORAÇÃO DE MODELO COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DE VIBRAÇÕES LIVRES EM UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO

### **Arlindo Pires Lopes**

Universidade Federal do Amazonas – UFAM,  
Faculdade de Tecnologia  
Manaus – Amazonas

### **Esterfeny Guedes Pires**

Universidade do Estado do Amazonas – UEA,  
Escola Superior de Tecnologia  
Manaus – Amazonas

### **Larissa Lázara Mesquita Cavalcante**

Centro Universitário do Norte – UNINORTE,  
Escola de Arquitetura, Engenharia e TI  
Manaus – Amazonas

### **Matheus Pereira da Silva**

Universidade do Estado do Amazonas – UEA,  
Escola Superior de Tecnologia  
Manaus – Amazonas

### **Mayk Oris Guerreiro**

Universidade do Estado do Amazonas – UEA,  
Escola Superior de Tecnologia  
Manaus – Amazonas

### **Stefanny di Samuel da Costa**

Universidade do Estado do Amazonas – UEA,  
Escola Superior de Tecnologia  
Manaus – Amazonas

### **Tiago de Souza Seixas**

Centro Universitário do Norte – UNINORTE,  
Escola de Arquitetura, Engenharia e TI  
Manaus – Amazonas

dificultado devido ao abstracionismo necessário dos alunos para a visualização dos fenômenos que ocorrem nas estruturas. Como ferramenta para servir de auxílio no aprendizado, são usados programas que utilizam o Método dos Elementos Finitos (MEF) como fundamento para a resolução de problemas estruturais, pois mostra de forma clara o modelo estrutural desenvolvido na sua interface. Um dos softwares mais utilizados para a análise de estruturas e que está disponível em várias instituições educacionais através de licenças, é o SAP2000. O presente trabalho tem como objetivo elaborar um tutorial do SAP 2000 para o estudo de vibrações livres numa ponte de concreto armado, auxiliando os alunos no entendimento e análise dos resultados obtidos. Assim, é possível estimular os alunos a aprender a utilizar o programa e tornar as aulas mais atraentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizado, Método dos Elementos Finitos, Tutorial, SAP 2000, Pontes de Concreto Armado.

### COMPUTATIONAL MODELLING ON THE STUDY OF FREE VIBRATIONS IN A REINFORCED CONCRETE BRIDGE

**ABSTRACT:** Learning Theory of Structure is hampered due to the necessary abstraction of

**RESUMO:** O estudo da Teoria das Estruturas é

the students to visualize the phenomenon that occur in structures. As a tool to serve aid in learning, are used software using the Finite Element Method (FEM) as a basis for resolving structural problems, it shows clearly the structural model developed in interface. One of the software most commonly used for the analysis of structure and is available in various education institutions through licensing is the SAP2000. This work has a goal to develop a SAP2000 tutorial for the study of free vibrations a reinforced concrete bridge, assisting the students in understanding and obtained results analysis. So, is possible to stimulate students to learn using the program and make the most attractive classes.

**KEYWORDS:** Learning, Finite Element Method, Tutorial, SAP200, Reinforced Concrete Bridge.

## 1 | INTRODUÇÃO

O aprendizado dos alunos de graduação referente à área de estruturas pode ser melhorado quando feito o uso de softwares livres para a obtenção de uma resposta mais rápida e visível quanto às influências dos elementos de contorno, seções dos elementos estruturais e tipos de carregamento, por exemplo. A relação da informática com o aprendizado de engenharia de estruturas pode ser encontrada em PRAVIA et al. (2001), PECK (2004), PRIKLADNICKI et al. (2008) e RAMIRO et al. (2014). Um programa que vem ganhando espaço na análise de estruturas é o SAP2000, tal programa faz o uso do Método dos Elementos Finitos (MEF). Segundo Zienkiewicz e Taylor (1989) o MEF é uma ferramenta de grande utilidade na interpretação e compreensão de muitos fenômenos de engenharia.

O programa comercial SAP 2000 v.16, foi escolhido para o desenvolvimento do presente trabalho por ser uma ferramenta muito difundida no campo da engenharia estrutural e, ainda por encontrar-se disponível em várias instituições educacionais através de licenças. Com o intuito de facilitar o aprendizado dos alunos de Engenharia Civil da UEA nas matérias voltadas para a Teoria das Estruturas, o presente trabalho tem o objetivo de elaborar um tutorial do SAP2000 para o estudo de vibrações livres em uma ponte de concreto armado.

O estudo de vibrações pode ser encontrado em CLOUGH & PENZIEN (1993), CHOPRA (2005), JUSTO (2010) e LIMA (2013).

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, optou-se por exportar parcialmente a geometria da ponte (longarinas, transversinas e pilares) através do Autocad versão 2015.

## 2.1 Procedimentos No Autocad

### 2.1.1 Criar layers para os elementos componentes da estrutura

Clicar em LAYER PROPERTIES > NEW LAYER. Fica a critério do usuário seguir o padrão de cores da figura 1, ou não.

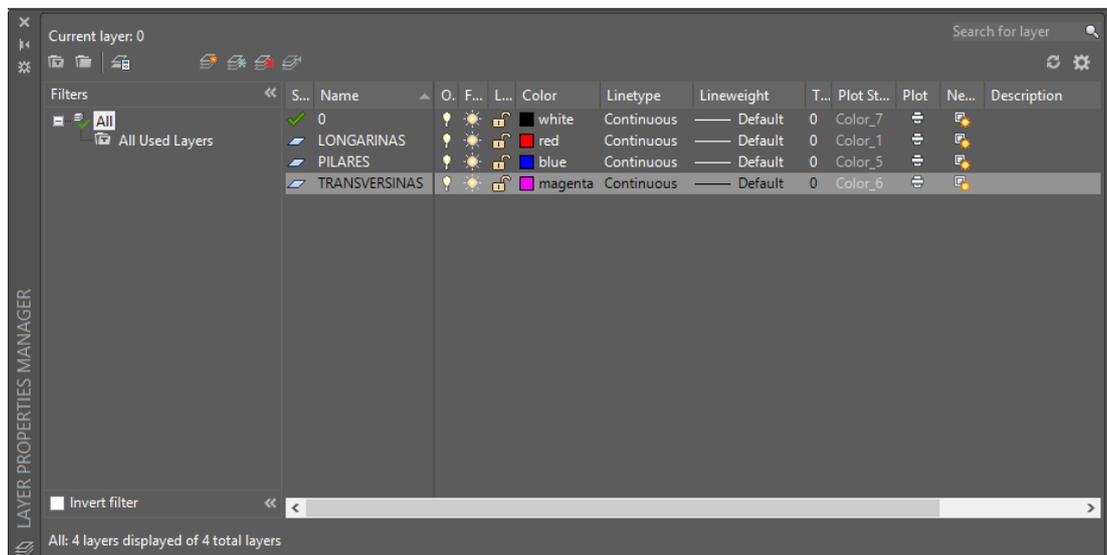


Figura 1 – Janela de layers.

### 2.1.2 Desenhar as Longarinas, Transversinas e Pilares

Utilizar as respectivas layers e dimensões como mostrado na figura 2.

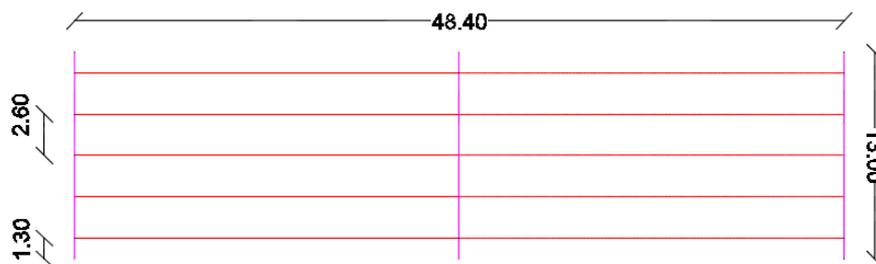


Figura 2 – Dimensões das longarinas e transversinas.

Os pilares nos apoios das extremidades e no apoio central possuem 8,00m de altura, o conjunto deve ficar igual ao mostrado na figura 3.

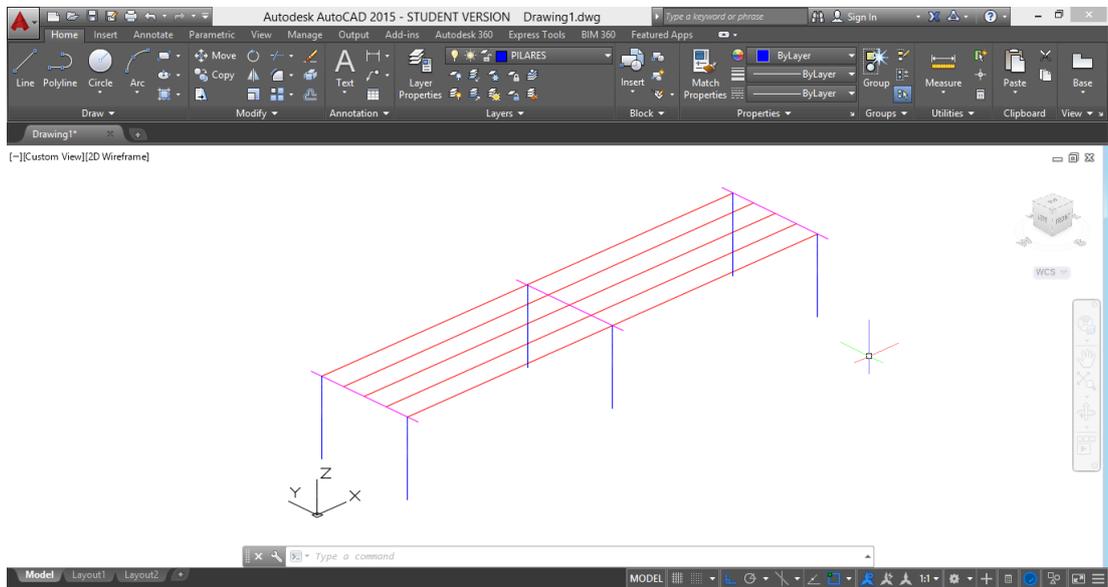


Figura 3 – Conjunto sem tabuleiro.

### 2.1.3 Mover o conjunto na origem

Agora arrastar o eixo global para o pilar mais próximo do conjunto, deixando-o na origem (0,0,0) e pronto para a exportação para o SAP2000.

Após a conclusão do desenho no Autocad, salvar o documento em formato .dxf para iniciar a etapa de modelagem no SAP2000.

## 2.2 Procedimento no SAP2000

Como a unidade utilizada para desenhar o conjunto foi metro, deve-se mudar as unidades na tela inicial para KN, m, C, como na Figura 4.

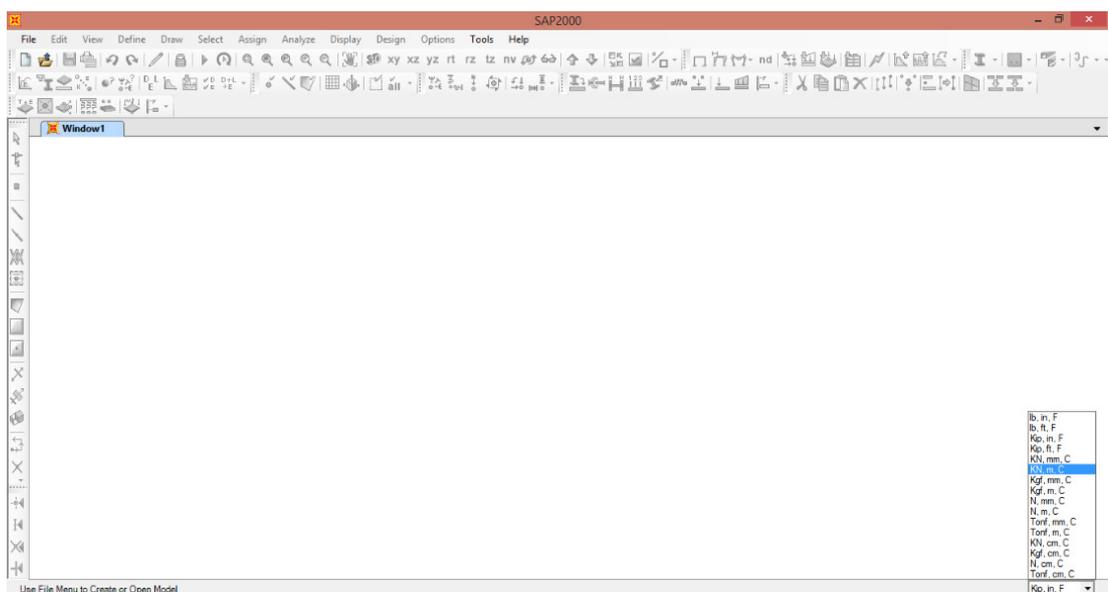


Figura 4 – Tela inicial do SAP2000.

### 2.2.1 Importar longarinas do Autocad

Para importar as longarinas, clique em FILE > IMPORT > AUTOCAD.DXF  
FILE > ABRIR “ARQUIVO.DXF”.

Feito isso, basta-se escolher o eixo Z como a coordenada fora do plano e importar as longarinas através da layer utilizada, no item “Frames”:

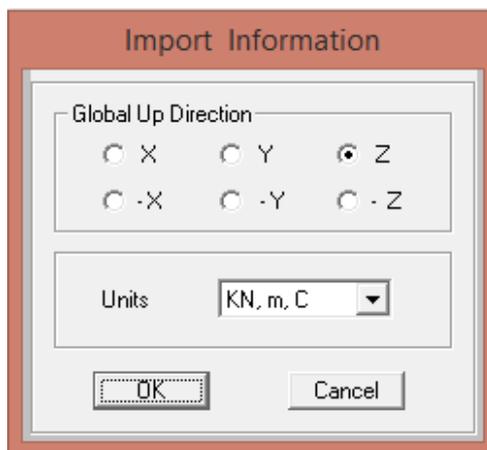


Figura 5 – Janela para a escolha do eixo.

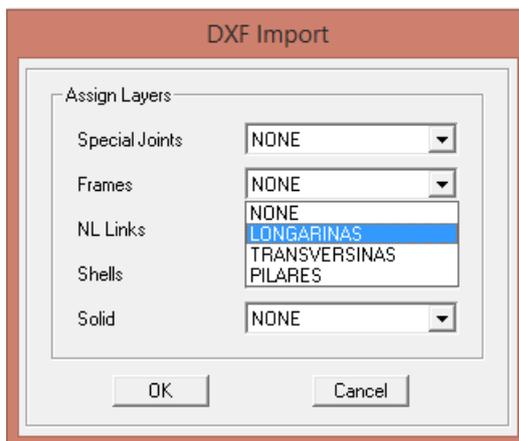


Figura 6 – Janelas para importação das longarinas.

Depois de as longarinas serem importadas do Autocad, recomenda-se a criação de grupos para facilitar a posterior atribuição da seção do elemento.

Clicar em ASSIGN > ASSIGN TO GROUP > ADD NEW GROUP > digitar o nome do grupo > OK.

Agora, repetir o processo de importação e criação de grupo para as transversinas e os pilares, pois também serão como “Frames” no SAP2000.

Depois da importação e criação do grupo dos pilares, há a necessidade de se clicar no ícone da barra de ferramentas para a visualização do modelo em 3D.



Figura 7 – Barra de ferramentas de visualização.

## 2.2.2 Adicionar malha de elementos finitos no tabuleiro da ponte

Clicar em DRAW > DRAW POLY AREA > selecionar os cantos das transversinas das extremidades para formar um retângulo > ENTER > ESC.

Crie um grupo para a laje do tabuleiro criado, clicando na parte central do retângulo seguindo o mesmo processo dos grupos dos elementos “Frames”.

Clique na parte central da laje criada > EDIT > EDIT AREAS > DIVIDE AREAS > digitar os valores especificados nos locais indicados na figura 7.

Dessa forma será criada a malha com 20 elementos de 0,65m direção do eixo das transversinas e 100 elementos de 0,484m na direção do eixo das longarinas ao longo do tabuleiro. Com a malha pronta, há de se fazer a união dos nós com as longarinas e transversinas.

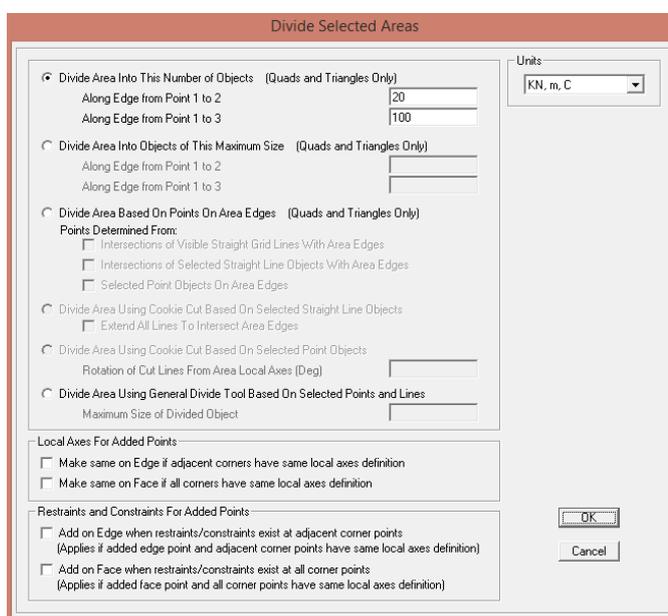


Figura 8 – Janelas para criação da malha do tabuleiro.

Dessa forma se criarão elementos de malha com 0,65m na direção das transversinas e 0,484m na direção das longarinas ao longo do tabuleiro. Com a malha pronta, há de se fazer a união dos nós com as longarinas e transversinas.

VIEW > SET 2D VIEW > X-Y PLANE > OK. Aparecerá a vista superior do tabuleiro com seus respectivos elementos, mostrada na Figura 8. Agora selecione os eixos dos elementos “Frames” e EDIT > EDIT POINTS > MERGE POINTS > OK.

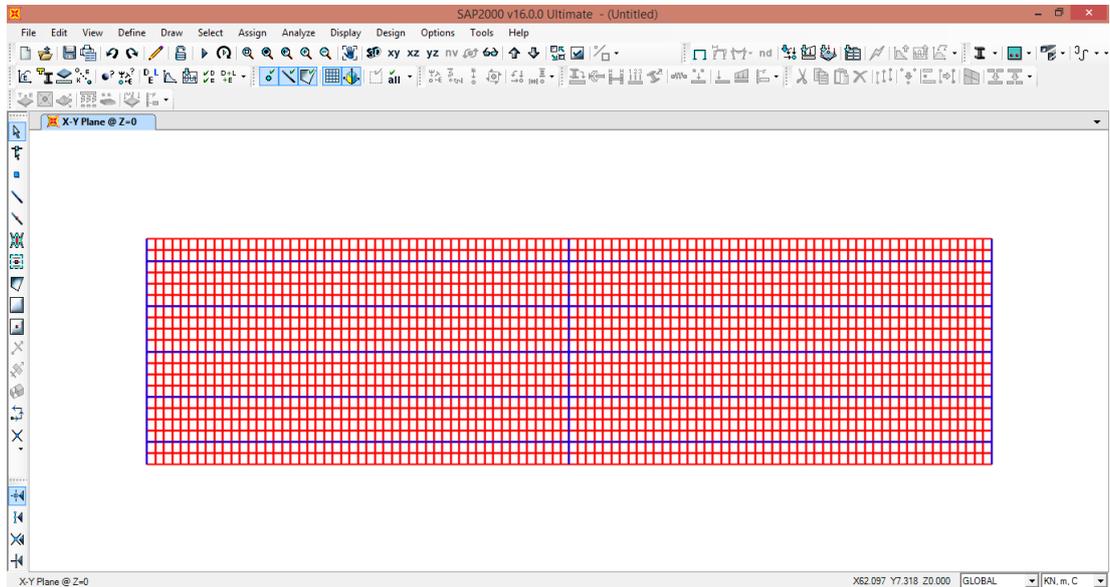


Figura 9 – Vista superior do tabuleiro.

### 2.2.3 Atribuir condições de contorno nos pilares

Clicar em VIEW > SET 3D VIEW > digite 10 em “elevation” > OK.

Selecione as extremidades dos pilares e ASSIGN > JOINT > RESTRAINTS > selecione a primeira opção para engastar os pilares, conforme Figura 10.

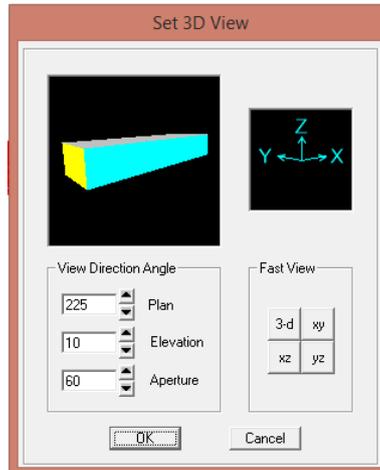


Figura 10 – Coordenadas da vista 3D.

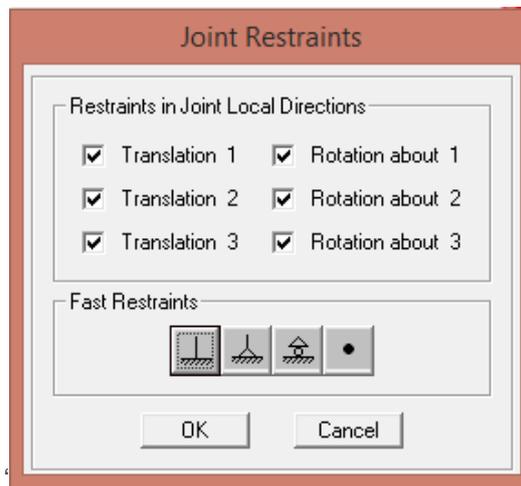


Figura 11– Inserção das restrições.

Agora volte para a vista 3D clicando em 3-d na janela do SET 3D VIEW para as próximas etapas de modelagem no SAP 2000.

#### 2.2.4 Definição do material escolhido (concreto $f_{ck} = 35\text{MPa}$ )

Clicar em DEFINE > MATERIALS > ADD NEW MATERIAL > MODIFY/SHOW MATERIAL > inserir os valores referentes ao concreto de  $f_{ck} = 35\text{MPa}$ .

Segundo a NBR 6118:  $f_{ck} = 35\text{MPa}$  >  $E = 29\text{GPa}$ , adotou-se  $\nu = 0,2$  e  $\alpha = 10 \times 10^{-5}$ .

#### 2.2.5 Definição das seções dos elementos

Clicar em DEFINE > SECTION PROPERTIES > FRAME SECTIONS > ADD NEW PROPERTY > selecione o tipo “Concrete” > selecione os tipos de seções, renomeie cada uma e insira suas respectivas dimensões.

Frame	Dimensão (m)
B1	0,90
B2	0,55
B3	0,18
B4	0,36
D1	1,30
D2	0,15
D3	0,00
D4	0,10
D5	0,20
D6	0,20

Tabela 1 – Dimensões do frame.

As transversinas (retangulares) possuem Depth (t3) = 0.95m e Width (t2) = 0.30m. Os pilares possuem seção circular com Diâmetro de 1.40m. Concluídos os frames, agora para a seção do tabuleiro: DEFINE > SECTION PROPERTIES > AREA SECTIONS > MODIFY/SHOW SECTIONS > renomear como LAJE > inserir o concreto do tipo 35Mpa > definido anteriormente > atribuir 0.18m para Membrane e Bending > OK.

### *2.2.6 Atribuir as seções nos elementos*

Clicar em SELECT > SELECT > GROUPS > LONGARINAS > OK > ASSIGN > FRAME > FRAME SECTIONS > LONGARINAS > OK. Repetir o processo para as transversinas e pilares.

Clicar em SELECT > SELECT > GROUPS > TABULEIRO > OK > ASSIGN > AREA > SECTIONS > TABULEIRO > OK, para o tabuleiro.

### *2.2.7 Visualização dos elementos estruturais da estrutura*

Para visualização da ponte com seus elementos estruturais: Clicar em VIEW > SET DISPLAY OPTIONS > marcar a opção EXTRUDED. Para voltar ao tipo de visualização dos elementos sem suas seções preenchidas, basta desmarcar a opção EXTRUDED.

### *2.2.8 Configurações para análise da ponte*

Salvar o arquivo e DEFINE > LOAD CASES > MODAL MODIFY/SHOW LOAD CASES > definir o número de modos de vibração igual a 3 > OK > OK.

**Load Case Data - Modal**

Load Case Name <input type="text" value="MODAL"/> <input type="button" value="Set Def Name"/>	Notes <input type="button" value="Modify/Show..."/>	Load Case Type <input type="text" value="Modal"/> <input type="button" value="Design..."/>
Stiffness to Use <input checked="" type="radio"/> Zero Initial Conditions - Unstressed State <input type="radio"/> Stiffness at End of Nonlinear Case <input type="text" value=""/> <p style="font-size: small;">Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case</p>		Type of Modes <input checked="" type="radio"/> Eigen Vectors <input type="radio"/> Ritz Vectors
Number of Modes Maximum Number of Modes: <input type="text" value="3"/> Minimum Number of Modes: <input type="text" value="1"/>		Mass Source <input type="text" value="MSSSRC1"/>
Loads Applied <input type="checkbox"/> Show Advanced Load Parameters		
Other Parameters Frequency Shift (Center): <input type="text" value="0."/> Cutoff Frequency (Radius): <input type="text" value="0."/> Convergence Tolerance: <input type="text" value="1.000E-09"/> <input type="checkbox"/> Allow Automatic Frequency Shifting		
		<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>

Figura 12– Tela de configurações de análise modal.

Agora ANALYZE > SET ANALYSIS OPTIONS > selecionar a opção SPACE FRAME > OK. ANALYZE > RUN ANALYSIS > marcar a TYPE LINEAR STATIC como DO NOT RUN > TYPE MODAL > RUN NOW.

**Set Load Cases to Run**

Case Name	Type	Status	Action
DEAD	Linear Static	Not Run	Do not Run
MODAL	Modal	Not Run	Run

Analysis Monitor Options

 Always Show  
 Never Show  
 Show After  seconds

Click to:

  
  
  
  
  
  
 Model-Alive

Figura 13 – Tela de execução de análise.

### 2.2.9 Resultados das vibrações livres

Após a análise da estrutura, o SAP2000 fornece animações referentes aos três modos de vibrações, bastando clicar em START/STOP ANIMATION no canto inferior

direito da tela para início e fim das animações e as setas ao lado para visualizar os modos de vibração desejados, conforme figura 14.



Figura 14 – Ferramentas para visualização dos modos de vibração.

Especificamente para o exemplo utilizado no presente trabalho, apenas uma dentre os três modos de vibrações resultantes da análise não oferece boa visualização, portanto, aqui serão representados apenas os dois primeiros, conforme figuras 15 e 16.

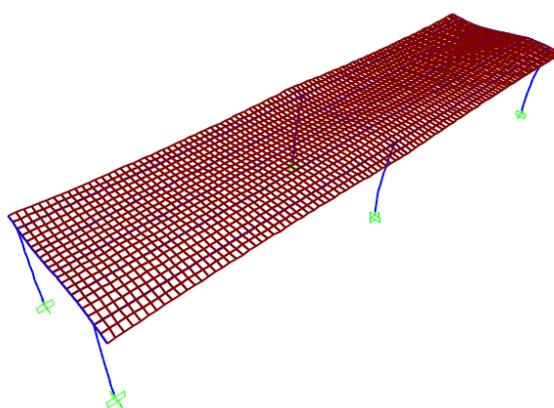


Figura 15 – 1 modo de vibração da ponte.

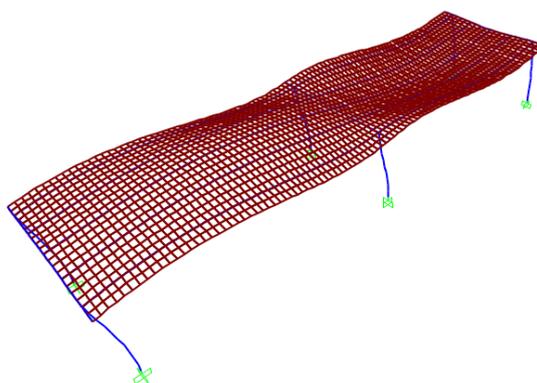


Figura 16 – 2º modo de vibração da ponte.

### 3 | CONCLUSÕES

A vantagem da possibilidade de implementação computacional do MEF permite que o programa SAP2000 se torne uma poderosa ferramenta para a interpretação dos fenômenos estruturais, visto que sua interface oferece uma boa visualização da estrutura modelada. Pela disponibilidade do SAP200 através de licença educacional é possível garantir a sua utilização por alunos da Universidade do Estado do Amazonas

(UEA) com o intuito de servir de auxílio no aprendizado de matérias relacionadas com a Teoria das Estruturas.

Este trabalho mostrou de uma forma simples e compacta aos estudantes do curso de Engenharia Civil da UEA a partir da utilização do SAP2000 a modelagem de uma estrutura não usual (ponte de concreto armado). Logo, pode-se servir como um recurso adicional de auxílio, criando assim uma predisposição maior ao interesse dos alunos quanto ao aprendizado de matérias relacionadas com a Teoria das estruturas, mais especificamente vibrações livres.

## REFERÊNCIAS

CHOPRA, A. K. **Dynamics of structure - Theory and Applications to Earthquake Engineering**. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

CLOUGH, R. W. & PENZIEN, J. **Dynamics of Structure**. New York: Mc Graw-Hill, 1993.

JUSTO, Rodrigo André Esteves Gonçalves. **Comparação do Desempenho e de Funcionamento de Programas Comerciais (ANSYS E SAP2000) Focado à Análise Sísmica**. Lisboa. 2010.

LIMA, Gustavo Valença Fiuza. **Análise Dinâmica via Método dos Elementos Finitos do estádio Nacional de Brasília**. Brasília. 2013.

PECK, S.L.. **Trends in Ecology & Evolution**. 2004.

PRAVIA, Zacarias Martin Chamberlain; PASQUETTI, Eduardo; CHIARELLO, Juliana Ana. **Visualbarras: Um Software Didático para o Ensino de Análise Matricial de Estruturas Reticuladas Planas**. Passo Fundo. 2001.

PRIKLADNICKI, Rafael. **Ensino de Software: Desafios, Estratégias de Ensino e Lições Aprendidas**. Porto Alegre.

RAMIRO, F. S. **Softwares Educacionais – Seu Uso e Importância no Ensino – Aprendizagem dos Alunos de Engenharia Civil**. Porto Alegre. 2014.

SANTOS A. A.. **Elaboração de um Tutorial do SAP2000 para Estudo de Vibrações Livres em Pórticos Espaciais: XXXV – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, 2007.

ZIENKIEWICZ, O. C.; TAYLOR, R. L. **The Finite Element Method**. 1989.

## **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

Acessibilidade 10, 11, 20, 21, 22, 186  
Amazônia 141, 142, 143, 150, 207, 208, 246, 261  
Amido de mandioca 1, 2, 3, 4, 9  
Análise sensorial 45, 46, 56

### B

Bioacessibilidade 164, 165, 166, 168, 172, 173  
Biofilmes 4  
Biomateriais 92  
Biorremediação 114, 116, 117, 123, 125, 126, 128

### C

Carbeto de boro 129, 130, 131, 132, 140  
Carbono cristalizado 114

### D

Dejetos de suínos 112

### G

Gamificação 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 191, 194, 195  
Geometria 34, 118, 134, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 248, 259, 271, 390

### H

Homologia simplicial 239

### I

Inteligências múltiplas 188, 190, 191, 192, 193, 197, 198, 199, 200

### M

Matrizes 2, 129, 136, 138, 139, 247, 369  
Mineração 76, 80, 125, 197, 209, 211, 216, 217

### N

Nanopartículas 90, 91, 92, 93, 95, 98, 99, 100, 114, 116, 123, 125, 126

## O

Óleo de copaíba 201, 203, 204, 207

## P

Paralisia facial 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367

Pegmatito 23, 24, 25, 31, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Pensamento computacional 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 195

## Q

Qualidade do ar 78, 79, 80, 81, 87, 88

## R

Reciclagem 3, 52, 294, 297, 298, 300, 302, 388, 389, 399

Robótica 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 199, 279, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291

## S

SAP 2000 33, 34, 40

Sistemas lineares 368, 369, 373, 374, 377

## T

Tecnologias Digitais 153, 154, 155, 156, 157, 161, 162, 163, 195, 287

## V

Variabilidade climática 142

## W

Website 175, 176, 181, 183

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-642-3

