

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2



ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2



ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Rio de Janeiro
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
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
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia de computação 2 / Organizador Ernane Rosa Martins. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-384-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.849211808>

1. Engenharia da computação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 621.39

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A Engenharia de Computação é a área que estuda as técnicas, métodos e ferramentas matemáticas, físicas e computacionais para o desenvolvimento de circuitos, dispositivos e sistemas. Esta área tem a matemática e a computação como seus principais pilares. O foco está no desenvolvimento de soluções que envolvam tanto aspectos relacionados ao software, quanto à elétrica/eletrônica. Os profissionais desta área são capazes de atuar principalmente na integração entre software e hardware, tais como: automação industrial e residencial, sistemas embarcados, sistemas paralelos e distribuídos, arquitetura de computadores, robótica, comunicação de dados e processamento digital de sinais.

Dentro deste contexto, esta obra aborda diversos aspectos tecnológicos computacionais, tais como: implementação e modificações numéricas a serem feitas no algoritmo de Anderson (2010) para simular o escoamento sobre uma asa finita submetida a ângulos de ataque próximos ao estol; modelo distribuído para analisar a influência da formação e do adensamento de geadas sobre o desempenho de evaporadores do tipo tubo-aletado, comumente usados em refrigeradores frost-free; um algoritmo de Redes Neurais Convolucionais (CNN) que identifica se a pessoa está ou não utilizando a máscara; potencialidades do M-Learning e Virtual Reality no curso técnico em Agropecuária; avaliação da qualidade da energia elétrica em um sistema de geração de energia fotovoltaica; uma abordagem para a segmentação de imagens cerebrais, utilizando o método baseado em algoritmos genéticos pelo método de múltiplos limiares; estudo numérico de uma âncora torpedo sem aletas cravada em solo isotrópico puramente coesivo, utilizando um modelo axissimétrico não-linear em elementos finitos; estudo acerca da análise numérica de placas retangulares por meio do método das diferenças finitas, obtendo soluções aproximadas para o campo de deslocamentos transversais bem como os correspondentes momentos fletores, para problemas envolvendo uma série de condições de contorno, utilizando-se o software Matlab® para simulação; desenvolvimento e aplicação da Realidade Virtual (RV) como Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) para auxiliar no processo de ensino-aprendizado de disciplinas do Ensino Médio; avaliação dos resultados obtidos em campanhas de medição de qualidade da energia elétrica (QEE) na rede básica em 500 kV; examinar o comportamento mecânico-estático de uma longarina compósita projetada para uma aeronave esportiva leve através de investigações numéricas, empreendidas em software (ANSYS Release 19.2) comercial de elementos finitos; construção de um sistema para monitoramento de ativos públicos; a relação da Sociedade 5.0 envolvida no contexto da Indústria 4.0 e a Transformação Digital; algoritmos de seleção e de classificação de atributos, identificando as vinte principais características que contribuem para o desempenho alto ou baixo dos estudantes; a Mask R-CNN, utilizada para a segmentação de produtos automotivos (parabrisas, faróis, lanternas, para-choques e retrovisores) em uma empresa do ramo de reposição automotiva; o nível de usabilidade do aplicativo protótipo

para dispositivo móvel na área da saúde voltado ao auxílio do monitoramento móvel no uso de medicamentos em seres humanos.

Sendo assim, esta obra é significativa por ser composta por uma gama de trabalhos pertinentes, que permitem aos seus leitores, analisar e discutir diversos assuntos importantes desta área. Por fim, desejamos aos autores, nossos mais sinceros agradecimentos pelas significativas contribuições, e aos nossos leitores, desejamos uma proveitosa leitura, repleta de boas reflexões.

Ernane Rosa Martins


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

NONLINEAR LIFTING LINE IMPLEMENTATION AND VALIDATION FOR AERODYNAMICS AND STABILITY ANALYSIS

André Rezende Dessimoni Carvalho

Pedro Paulo de Carvalho Brito


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118081>

CAPÍTULO 2..... 11

INFLUÊNCIA DA FORMAÇÃO DE GEADA EM EVAPORADORES DE TUBO ALETADO USANDO UM MODELO DISTRIBUÍDO

Caio Cezar Neves Pimenta

André Luiz Seixlack

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118082>

CAPÍTULO 3..... 24


INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE SEÇÕES DE CONECTORES NA EFICIÊNCIA DA RUPTURA POR SEÇÃO LÍQUIDA EM CANTONEIRA DE CHAPA DOBRADA

Jéssica Ferreira Borges

Luciano Mendes Bezerra

Francisco Evangelista Jr

Valdeir Francisco de Paula

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118083>


CAPÍTULO 4..... 37

INFORMATION THEORY BASED STOCHASTIC HETEROGENEOS MULSTISCALE

Ianyqui Falcão Costa

Liliane de Allan Fonseca

Ézio da Rocha Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118084>

CAPÍTULO 5..... 59

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA IDENTIFICAR O USO DE MÁSCARA NA PREVENÇÃO DA COVID-19

Roberson Carlos das Graças

Edyene Cely Amaro Oliveira

Guilherme Ribeiro Brandao


Igor Siqueira da Silva

Samara de Jesus Duarte

Samara Lana da Rocha

Hermes Francisco da Cruz Oliveira


Guilherme Henrique Chaves Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118085>

CAPÍTULO 6..... 67

ANÁLISE DE DESEMPENHO MECÂNICO DE PLACAS A PARTIR DE MÉTODOS APROXIMADOS


Gabriel de Bessa Spínola
Edmilson Lira Madureira
Eduardo Morais de Medeiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118086>

CAPÍTULO 7..... 85

M-LEARNING E VIRTUAL REALITY NO ENSINO TÉCNICO DE AGROPECUÁRIA


Gabriel Pinheiro Compto
Jeconias Ferreira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118087>

CAPÍTULO 8..... 95

MODELLING AND ANALYSIS OF AEROBOAT JAHU


João B. de Aguiar
Júlio C.S. Sousa
José M. de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118088>

CAPÍTULO 9..... 113

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ENERGIA EM SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA - ANÁLISE DAS CAMPANHAS DE MEDIÇÃO DE TENSÃO E CORRENTE E CARACTERÍSTICAS DE INJEÇÃO DE HARMÔNICOS DOS SISTEMAS DE BAIXA, MÉDIA E ALTA TENSÃO


Nelson Clodoaldo de Jesus
João Roberto Cogo
Luiz Marlus Duarte
Jesus Daniel de Oliveira
Luis Fernando Ribeiro Ferreira
Éverson Júnior de Mendonça
Leandro Martins Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118089>

CAPÍTULO 10..... 127

OTIMIZAÇÃO MULTI-LIMAR PARA SEGMENTAÇÃO DE MRI POR ALGORÍTIMO GENÉTICO

Tiago Santos Ferreira
Paulo Fernandes da Silva Júnior
Ewaldo Eder Carvalho Santana
Mauro Sérgio Silva Pinto
Jayne Muniz Fernandes
Ana Flávia Chaves Uchôa
Jarbas Pinto Monteiro Guedes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180810>

CAPÍTULO 11..... 138

ANÁLISE NUMÉRICA DA CAPACIDADE DE CARGA DE ÂNCORAS TORPEDO CONSIDERANDO EFEITOS DE SETUP

Guilherme Kronemberger Lopes

José Renato Mendes de Sousa

Gilberto Bruno Ellwanger


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180811>

CAPÍTULO 12..... 156

ANÁLISE NUMÉRICA DE PLACAS EM ESTRUTURAS AEROESPACIAIS POR DIFERENÇAS FINITAS

Júlio César Fiorin

Reyolando Manoel Lopes Rebello da Fonseca Brasil

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180812>

CAPÍTULO 13..... 172


NUMERICAL SIMULATION OF LABYRINTH SEALS FOR PULSED COMPRESSION REACTORS (PCR)

Hermann Enrique Alcázar Rojas

Briam Rudy Velasquez Coila

Arioston Araújo de Moraes Júnior

Leopoldo Oswaldo Alcázar Rojas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180813>

CAPÍTULO 14..... 183

PRÁTICAS E CONTROLE DA CORRUPÇÃO NO MERCADO SEGURADOR: UMA PROPOSTA DE DADOS PARA SISTEMAS DE CONTROLE E COMPLIANCE

Lucas Cristiano Ferreira Alves

Melissa Mourão Amaral

Liza Dantas Noguchi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180814>


CAPÍTULO 15..... 198

PREDICTING EFFECTIVE CONSTITUTIVE CONSTANTS FOR WOVEN-FIBRE COMPOSITE MATERIALS

Jonas Tieppo da Rocha

Tales de Vargas Lisbôa

Rogério José Marczak

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180815>


CAPÍTULO 16..... 210

PREVENTING SPURIOUS ARTIFACTS WITH CONSISTENT INTERPOLATION OF PROPERTIES BETWEEN CELL CENTERS AND VERTICES IN TWO-DIMENSIONAL RECTILINEAR GRIDS

Alexandre Antonio de Oliveira Lopes

Flávio Pereira Nascimento

Francisco Ismael Pinillos Nieto
Túlio Ligneul Santos
Alberto Barbosa Júnior
Luca Pallozzi Lavorante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180816>

CAPÍTULO 17..... 230

REALIDADE VIRTUAL APLICADA COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO AO ENSINO

Simone Silva Frutuoso de Souza
Everton Welter Correia
Gabrielly Chiquezi Falcão
Leonardo Plaster Silva
Érica Baleroni Pacheco
Fábio Roberto Chavarette
Fernando Parra dos Anjos Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180817>

CAPÍTULO 18..... 245

RESULTADOS DE CAMPANHAS DE MEDIÇÃO DE QUALIDADE DA ENERGIA EM SISTEMAS COM COMPENSADORES ESTÁTICOS DE REATIVOS - ANÁLISE DO IMPACTO DE OUTROS AGENTES NA AMPLIFICAÇÃO DE HARMÔNICOS EM SISTEMA DE 500 kV


Nelson Clodoaldo de Jesus
João Roberto Cogo
Luis Fernando Ribeiro Ferreira
Luiz Marlus Duarte
Éverson Júnior de Mendonça
Leandro Martins Fernandes
Jesus Daniel de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180818>

CAPÍTULO 19..... 258

SIMPLIFIED NUMERICAL MODEL FOR ANALYSIS OF STEEL-CONCRETE COMPOSITE BEAMS WITH PARTIAL INTERACTION

Samuel Louzada Simões
Tawany Aparecida de Carvalho
Ígor José Mendes Lemes
Rafael Cesário Barros
Ricardo Azoubel da Mota Silveira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180819>

CAPÍTULO 20..... 266

SIMULAÇÃO DE UMA LONGARINA COMPÓSITA DE UMA AERONAVE ESPORTIVA LEVE

Felipe Silva Lima
Álvaro Barbosa da Rocha
Daniel Sarmento dos Santos

Wanderley Ferreira de Amorim Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180820>

CAPÍTULO 21.....279

SISTEMA RFID PARA CONTROLE DE ATIVOS PÚBLICOS

João Felipe Fonseca Nascimento

Jislane Silva Santos de Menezes

Jean Louis Silva Santos

Jennysson D. dos Santos Júnior

Luccas Ribeiro Cruz

Jean Carlos Menezes Oliveira

João Marcos Andrade Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180821>

CAPÍTULO 22.....292

SISTEMAS ESTRUTURAIS CONVENCIONAIS E SISTEMAS DE LAJES LISAS EM EDIFÍCIOS DE CONCRETO ARMADO

Pablo Juan Lopes e Silva Santos


Carlos Henrique Leal Viana

Sávio Torres Melo

Rebeka Manuela Lobo Sousa

Tiago Monteiro de Carvalho

Thiago Rodrigues Piauilino Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180822>

CAPÍTULO 23.....303

SOCIEDADE 5.0 CORRELACIONADA COM A INDÚSTRIA 4.0 E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

Pablo Fernando Lopes

Thiago Silva Souza

Fernando Hadad Zaidan


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180823>

CAPÍTULO 24.....313

TÉCNICA DE DIAGNÓSTICO DE BARRAS QUEBRADAS EM MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO SEM CARGA POR MEIO DA TRANSFORMADA WAVELET

Carlos Eduardo Nascimento

Cesar da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180824>





CAPÍTULO 25.....332

UNCERTAINTY QUANTIFICATION OF FRACTURE POTENTIAL AT CONCRETE-ROCK INTERFACE

Mariana de Alvarenga Silva

Francisco Evangelista Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180825>

CAPÍTULO 26	342
USANDO MINERAÇÃO DE DADOS PARA IDENTIFICAR FATORES MAIS IMPORTANTES DO ENEM DOS ÚLTIMOS 22 ANOS	
Jacinto José Franco	
Fernanda Luzia de Almeida Miranda	
Davi Stiegler	
Felipe Rodrigues Dantas	
Jacques Duílio Brancher	
Tiago do Carmo Nogueira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180826	
CAPÍTULO 27	355
ARTIFICIAL INTELLIGENCE USAGE FOR IDENTIFYING AUTOMOTIVE PRODUCTS	
Leandro Moreira Gonzaga	
Gustavo Maia de Almeida	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180827	
CAPÍTULO 28	366
UTILIZAÇÃO DE APLICATIVO PARA DISPOSITIVO MÓVEL PARA ADMINISTRAÇÃO DE MEDICAMENTOS	
Luísa de Castro Guterres	
Allan Rafael da Silva Lima	
Wender Antônio da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180828	
CAPÍTULO 29	399
VIBRATIONS ANALYSIS UNCOUPLED AND COUPLED FLUID-STRUCTURE BETWEEN SHELL AND ACOUSTIC CAVITY CYLINDRICAL FOR VARIOUS BOUNDARY CONDITIONS	
Davidson de Oliveira França Júnior	
Lineu José Pedroso	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180829	
SOBRE O ORGANIZADOR	410
ÍNDICE REMISSIVO	411

CAPÍTULO 6

ANÁLISE DE DESEMPENHO MECÂNICO DE PLACAS A PARTIR DE MÉTODOS APROXIMADOS

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 05/05/2021

Gabriel de Bessa Spínola

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – RN
<http://lattes.cnpq.br/0584338458160579>

Edmilson Lira Madureira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – RN
<http://lattes.cnpq.br/0666185389012179>

Eduardo Morais de Medeiros

Universidade Federal de Campina Grande
Natal – RN
<http://lattes.cnpq.br/7696115928204611>

RESUMO: Devido à falta de consenso entre os diversos modelos aplicados à avaliação de seus esforços, o projeto das lajes representa uma tarefa de complexidade razoável. A disponibilidade de softwares de alto desempenho permite a simulação de seu desempenho mecânico a partir do conceito de placa contínua. Apesar de sua grande aceitabilidade, os resultados obtidos a partir de tal procedimento estão longe da realidade, uma vez que o domínio do conhecimento do comportamento mecânico do concreto ainda não atingiu a plenitude. A validação dos softwares pode ser realizada utilizando procedimentos simplificados adotando-se o cálculo manual ou pequenos algoritmos. Tais tipos de abordagens são úteis, inclusive,

como recursos de projeto para unidades construtivas mais modestas, ou seja, edifícios residenciais ou pequenas estruturas comerciais e industriais. A Teoria das Placas Delgadas é aplicada a corpos sólidos compostos por material linear, elástico e homogêneo, cuja espessura é inferior às suas demais dimensões. Algumas soluções da Equação Diferencial derivada do referido modelo, foram propostas por Navier e por Levi. O objetivo deste trabalho é a análise do desempenho mecânico de lajes de concreto armado, apoiadas em grupo de vigas de alta rigidez, a partir da Teoria das Placas Delgadas, considerando as soluções propostas por Navier e por Levi. Os resultados obtidos revelaram que, mesmo para os casos envolvendo cargas e condições de bordo simétricas, o momento fletor máximo positivo na direção “y” ocorre em um ponto desviado do centro da placa.

PALAVRAS - CHAVE: Concreto Armado, Placas, Desempenho Mecânico, Análise.

MECHANICAL PERFORMANCE ANALYSIS OF PLATES FROM APPROXIMATED METHOD

ABSTRACT: Due to the lack of consensus among the several models applied to its internal forces assessment, the design of slabs represents a task of reasonable complexity. The availability of high-performance software allows its mechanical performance simulation from the continuous plate concept. Despite its great acceptability the results obtained from such procedure are far from the reality since the knowledge domain of the mechanical behavior of concrete yet did not reached fullness. The validation of software's

can be performed by using simplified procedures adopting in hand calculation or small algorithms. Such kinds of approaches are useful, including, as design resources for more modest constructive units, namely, residential buildings or small commercial and industrial structures. The Thin Plates Theory is applied to solid bodies composed by linear, elastic and homogeneous material, whose thickness is inferior to its remaining dimensions. Some solutions of the Differential Equation, derived from the referring Model, were proposed by Navier and by Levi. The aim of this work is the analysis of mechanical performance of reinforced concrete slabs, layered upon a group of high stiffness beams, from the Thin Plates Theory considering the solutions proposed by Navier and by Levi. The obtained results have revealed that, even for that cases involving symmetrical loading and edge conditions, the maximum bend moment in the “y” direction occur at a point deviated from the center of the plate.

KEYWORDS: Reinforced concrete, Plates, Mechanical performance, Analysis.

1 | INTRODUCTION

The Grid Method, The Marcus Method and the Thin Plate Theory represent models suitable to perform the analysis of displacements and internal Forces. Due to the lack of consensus of these models that has endured until nowadays, the reinforced concrete slabs design involves approach tasks of reasonable complexity.

The availability of high-performance computational codes allows the slabs mechanical performance simulation from plate elements and the assessment of the mechanical performance parameters from the consideration of their continuity. Nevertheless, the resolution carried out in this way is far from culminating into irrefutable results since the knowledge domain of the concrete behavioral response is yet to achieve fullness.

The validating operation of the obtained results referring to slabs analysis from automatic codes can be performed from the adoption of suitable simplified procedures for in hand calculation or small algorithms implementation.

Such kind of simplified approaches are useful, including, as design resources of projects of more modest constructive units, namely, buildings to support residences or commercial and industrial activities of low magnitude.

The Kirchhoff’s model, which culminates in the Thin Plates Theory, is applied to those cases involving structural solids composed by linear elastic homogeneous and isotropic material, of thickness that is very inferior to its dimensions in plant, for which, including, the Bernoulli hypothesis is valid.

A partial differential equation, namely, the Differential Equation of the Plates, is associated to the Kirchhoff’s Model, whose solution, for some special cases, was proposed by Navier and by Levi.

The aim of this work is the analysis of the mechanical performance of reinforced concrete slabs from the Thin Plates Theory considering the solutions proposed by Navier and by Levi.

Such analysis proceeding is applied to models consisting by laminar structures layered on a group of high stiffness beams that can be regarded as no displaceable supports.

The structural members defined according to this mode are diversified into a set of cases distinguished from each to another by geometric characteristics, taking into account, specially, the establishment of, at least, three different ratios between the span lengths, in the two principal coordinate directions.

2 I MODELLING

According to the Classical Theory of the Elasticity, the bending stiffness of plates is written in the form:

$$D = \frac{Eh^3}{12(1 - \nu^2)} \quad (1)$$

for which the E and ν parameters represent, respectively, the modulus of elasticity and the Poisson's ratio of the plate constituent material, while the h parameter is the plate thickness.

For the plate shown in Fig. 1.a, its deformed shape, Fig. 1.b, is described by the Lagrange Differential Equation, which stems from the Kirchhoff's Thin Plates theory, and is of the form presented by Woinowsky-Krieger and Timoshenko [1], and by Szilard [2], expressed by:

$$\frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \omega}{\partial y^4} = \frac{p_z(x, y)}{D} \quad (2)$$

since $p_z(x, y)$ is the load distribution function over the surface wide area of the plate.

According Szilard [2], the solution proposed by Navier for such differential equation, applied, solely, to plates that are simply supported along its all four edges, Figure 2.a, is expressed by a double trigonometric series, as presented in Eq.(3).

$$w(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} W_{mn} \sin\left(\frac{m\pi x}{L_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{L_y}\right) \quad (3)$$

such that, the " L_x " and " L_y " parameters, are the span lengths over the "x" and "y" coordinate directions, respectively. Equation (3) is valid if it is possible to approximate the transverse load for the trigonometric and also double series:

$$p_z(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} P_{mn} \sin\left(\frac{m\pi x}{L_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{L_y}\right) \quad (4)$$

According to the Fourier's Middle Period Series concept, the " P_{mn} " parameter is the, so called, Fourier's Coefficient and it is obtained from the Euler's form:

$$P_{mn} = \frac{4}{L_x L_y} \int_0^{L_y} \int_0^{L_x} p_z(x, y) \sin\left(\frac{m\pi x}{L_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{L_y}\right) dx dy \quad (5)$$

Once replacing Eq. (3) and Eq. (4) into Eq. (2) and promoting relevant algebraic transformations, it may result:

$$P_{mn} = \left[\left(\frac{m}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n}{L_y}\right)^2 \right]^2 \pi^4 D W_{mn} \quad (6)$$

and,

$$W_{mn} = \frac{P_{mn}}{\left[\left(\frac{m}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n}{L_y}\right)^2 \right]^2 \pi^4 D} \quad (7)$$

If Eq (7) is considered in Eq. (3) this later equation assumes the form of the relationship:

$$w(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{P_{mn}}{\left[\left(\frac{m}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n}{L_y}\right)^2 \right]^2 \pi^4 D} \sin\left(\frac{m\pi x}{L_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{L_y}\right) \quad (8)$$

If the load is uniformly distributed and p is its magnitude, then:

$$P_{mn} = \frac{16p}{\pi^2 mn} \text{ and } W_{mn} = \frac{16p}{\left[\left(\frac{m}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n}{L_y}\right)^2 \right]^2 \pi^6 mn D}, m, n = 1, 3, 5 \quad (9)$$

The bend moments, Fig. 1.c, are expressed, according to the Kirchhoff's Theory from de mathematical sentences:

$$M_x = -D \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right) \text{ e } M_y = -D \left(\nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right) \quad (10)$$

while the twisting moments are described according to the equation:

$$M_{xy} = -(1 - \nu) D \frac{\partial^2 \omega}{\partial x \partial y} \quad (11)$$

If Eq. 8 is replaced into Eq. 10 and Eq. 11, it may be obtained:

$$M_x = \pi^2 D \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left[\left(\frac{m}{L_x}\right)^2 + \nu \left(\frac{n}{L_y}\right)^2 \right] W_{mn} \sin\left(\frac{m\pi x}{L_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{L_y}\right) \quad (12)$$

$$M_y = \pi^2 D \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left[\nu \left(\frac{m}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n}{L_y}\right)^2 \right] W_{mn} \sin\left(\frac{m\pi x}{L_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{L_y}\right) \quad (13)$$

and:

$$M_{xy} = M_{yx} = -(1 - \nu)\pi^2 D \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{mn}{L_x L_y} W_{mn} \cos\left(\frac{m\pi x}{L_x}\right) \cos\left(\frac{n\pi y}{L_y}\right) \quad (14)$$

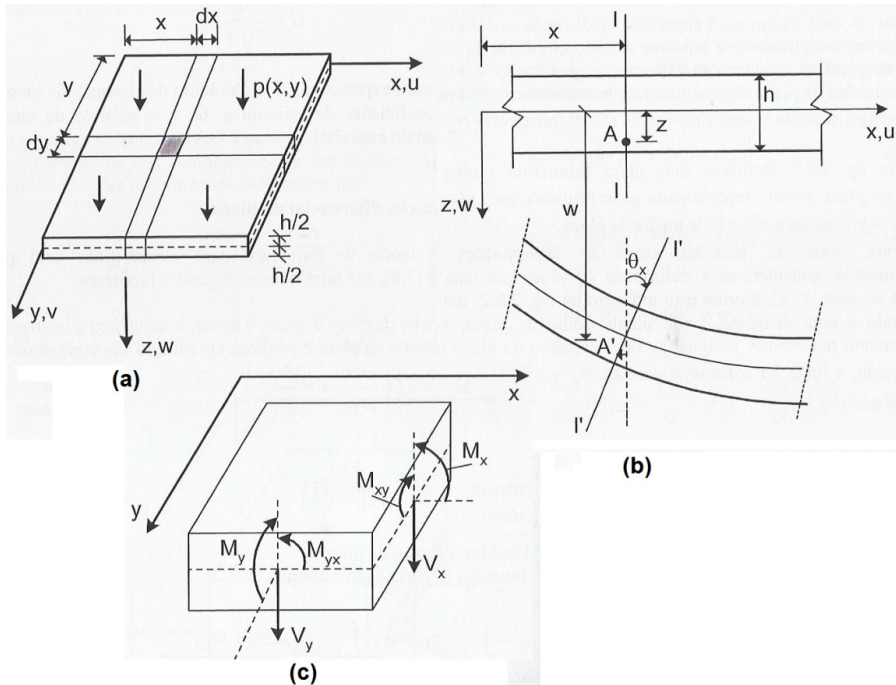


Figure 1. a) Slab; b) Deformed shape; c) Internal forces

As it was presented by Szilard [2], the solution of the Differential Equation of the Plates proposed by Levi, applied to slabs presenting the boundary conditions indicating in Fig. 2.a is of the form:

$$\omega(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} \left[A_m \cosh\left(\frac{m\pi x}{L_y}\right) + B_m \frac{m\pi x}{L_y} \sinh\left(\frac{m\pi x}{L_y}\right) + W_m \right] \sin\left(\frac{m\pi y}{L_y}\right) \quad (15)$$

For which:

$$W_m = \frac{4L_y^4}{(m\pi)^5} \frac{p}{D}; \alpha_m = \frac{m\pi L_x}{2L_y}; B_m = \frac{W_m}{2 \cosh(\alpha_m)} \text{ and } A_m = -\frac{B_m \alpha_m \sinh(\alpha_m) + W_m}{\cosh(\alpha_m)}$$

Replacing Eq. (15) into Eq. (10) and Eq. (11), it may result:

$$\begin{aligned}
 & M_x \\
 & = D \frac{\pi^2}{L_x^2} \sum_{m=1}^{\infty} m^2 \left\{ [(1-\nu)A_m - 2\nu B_m] \cosh\left(\frac{m\pi x}{L_y}\right) + (1-\nu)B_m \frac{m\pi x}{L_y} \operatorname{senh}\left(\frac{m\pi x}{L_y}\right) \right. \\
 & \left. + W_m \right\} \operatorname{sen}\left(\frac{m\pi y}{L_y}\right) \quad (16)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & M_y \\
 & = D \frac{\pi^2}{L_x^2} \sum_{m=1}^{\infty} m^2 \left\{ [(\nu-1)A_m - 2B_m] \cosh\left(\frac{m\pi x}{L_y}\right) + (\nu-1)B_m \frac{m\pi x}{L_y} \operatorname{senh}\left(\frac{m\pi x}{L_y}\right) \right. \\
 & \left. + \nu W_m \right\} \operatorname{sen}\left(\frac{m\pi y}{L_y}\right) \quad (17)
 \end{aligned}$$

and:

$$\begin{aligned}
 & M_{xy} \\
 & = -(1-\nu) \frac{\pi^2 D}{L_x^2} \sum_{m=1}^{\infty} m^2 \left[(A_m + B_m) \operatorname{senh}\left(\frac{m\pi x}{L_y}\right) + B_m \frac{m\pi x}{L_y} \cosh\left(\frac{m\pi x}{L_y}\right) \right] \\
 & \cdot \cos\left(\frac{m\pi y}{L_y}\right) \quad (18)
 \end{aligned}$$

As it is described by Szilard [2], Eq. 15, 16, 17 and 18 may be applied, too, for the structural analysis of slabs presenting the boundary conditions indicating in Fig. 2.b, since it is considered that:

$$B_m = \frac{W_m \operatorname{senh}(\alpha_m)}{\alpha_m + \operatorname{senh}(\alpha_m) \cosh(\alpha_m)} \quad (19)$$

For slabs presenting the boundary conditions illustrated on Fig. 2.c, the solution of the Differential Equation of the Plates proposed by Levi is of the form:

$$\begin{aligned}
 & \omega(x, y) \\
 & = \sum_{m=1}^{\infty} \left\{ \left[A_m + D_m \frac{m\pi x}{L_y} \right] \cosh\left(\frac{m\pi x}{L_y}\right) + \left[B_m \frac{m\pi x}{L_y} + C_m \right] \operatorname{senh}\left(\frac{m\pi x}{L_y}\right) \right. \\
 & \left. + W_m \right\} \operatorname{sen}\left(\frac{m\pi y}{L_y}\right) \quad (20)
 \end{aligned}$$

since that, the “A_m”, “B_m”, “C_m” and “D_m” parameters are obtained from the set of equations 21, 22, 23 and 24, solution.

$$\begin{aligned} & \cosh(\alpha_m)A_m + \alpha_m \sinh(\alpha_m)B_m - \sinh(\alpha_m)C_m - \alpha_m \cosh(\alpha_m)D_m \\ & = -W_m \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} & \cosh(\alpha_m)A_m + \alpha_m \sinh(\alpha_m)B_m + \sinh(\alpha_m)C_m + \alpha_m \cosh(\alpha_m)D_m \\ & = -W_m \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} & \sinh(\alpha_m)A_m + [\sinh(\alpha_m) + \alpha_m \cosh(\alpha_m)]B_m - \cosh(\alpha_m)C_m \\ & - [\cosh(\alpha_m) + \alpha_m \sinh(\alpha_m)]D_m \\ & = 0 \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} & \cosh(\alpha_m)A_m + [2\cosh(\alpha_m) + \alpha_m \sinh(\alpha_m)]B_m + \sinh(\alpha_m)C_m \\ & + [2\sinh(\alpha_m) + \alpha_m \cosh(\alpha_m)]D_m \\ & = 0 \end{aligned} \quad (24)$$

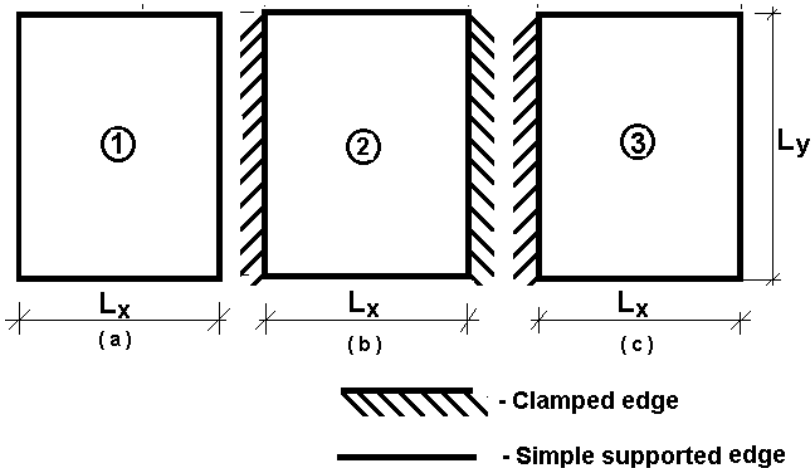


Figure 2. Plates boundary conditions

The bending and the twisting moments may be obtained by Eq. 10 and Eq. 11, respectively.

The tables prepared by Barés, presented by Araújo [3], exhibit dimensionless parameters in terms of displacement and internal forces and are determined from the theory of plates, which should be employed for the final displacements and internal forces calculations.

In the other hand, in the Grid Method formulation, the plates are discretized in both directions from finite unitary width tracks “x” and “y”, and any interaction between two adjacent tracks is disregarded, highlighting the mechanical performance of two tracks each of them distributed along every coordinate direction and intersecting themselves at the center of the referring structural member.

The tracks so defined are treated as beams whose height is equal to the slab thickness and the continuity of the set of tracks is established, merely, from the condition that the vertical displacements at the center of their spans are equal to both beams that represent the perpendicular tracks intersecting at the referring point. The Mechanics of Solid Materials postulates are applied to derive the equations that must be used to determine the displacements and internal forces. The twisting stiffness may be considered, in an approximate mode, from which the positive calculated moment magnitudes are reduced by the adoption of the coefficients proposed by Marcus, presented in Araújo [3].

3 | COMPUTATIONAL SUPPORT

In order to fulfill the objective proposed in this work, computational software was developed in automatic language C++, drafted upon the formulation affects to the grid method and those one referring to the solutions that were proposed by Navier and by Lévi. A computational image generator, elaborated in Delphi, called PROJECT 2, Madureira and Silva [5], including, was used.

4 | COMPUTATIONAL PROGRAM VALIDATION

The C++ computational program, characterized on the number 3 section of this paper, will be validated, naturally, in the course of this text development since the relevant subject of this work is a comparative structural analysis, based on several approximated models.

5 | ANALYZED SPECIMENS

The analyzed specimens are laminar structural members cast by C 30 concrete, whose relevant physical parameters, namely, the Young's modulus and the Poisson's ratio, were, properly, evaluated in accordance to the NBR 6118/2014, Design of Structural Concrete – Procedure [6].

The analysis subject of this work will be performed upon slabs whose span length in the “x” coordinate direction is fixed as “ $L_x = 4,00$ m”, considering a set of cases differentiated among themselves by the boundary conditions illustrated in Fig. 2 and by their span lengths in the “y” coordinate direction, “ L_y ”.

The analyzed specimens are submitted to uniformly distributed load normal to its middle plan.

The works reported in this paper were carried out from the consideration of two distinct stages of analysis. At the first one, 11 (eleven) different span lengths in the “y” coordinate direction are considered, in order to establish the different and gradual values for the ratio “ $\lambda = L_y/L_x$ ”, namely: 1.0; 1.1; 1.2; 1.3; 1.4; 1.5; 1.6; 1.7; 1.8; 1.9 and 2.0. It was determined, therefore, the dimensionless parameters values for the bending moments

over both coordinate directions and for the transverse displacement, to allow the trend analysis. At the second stage of analysis, it was performed the works on slabs presenting, alternatively, three values for the span length in the “y” coordinate direction, namely: “ $L_y = 4.00$ m”; “ $L_y = 5.00$ m”; and, “ $L_y = 6.00$ m”, and the relevant results comparison were established, and then the displacements and the moments variation fields along the whole area of the slabs were drafted.

6 | RESULTS

From the obtained results referring to the first stage of analysis, the folders of Fig. 3, 4, 5 and 6 were drafted, and, from such figures it may be noted close agreement, for the number one case, between the Lévi solution and the Navier double trigonometric series. In addition, it may be observed that the dimensionless parameters extracted from the Barés tables, agree in a fine approach with its corresponding results obtained by the Lévi solution.

According to the curves of Fig. 3 and the Table 1, the transverse displacement magnitude on the slab center, obtained from the Thin Plates Theory, proved to be smaller than those ones determined from the Grids Method as already reported by Silva e Cashell [7] and by Madureira et al [8].

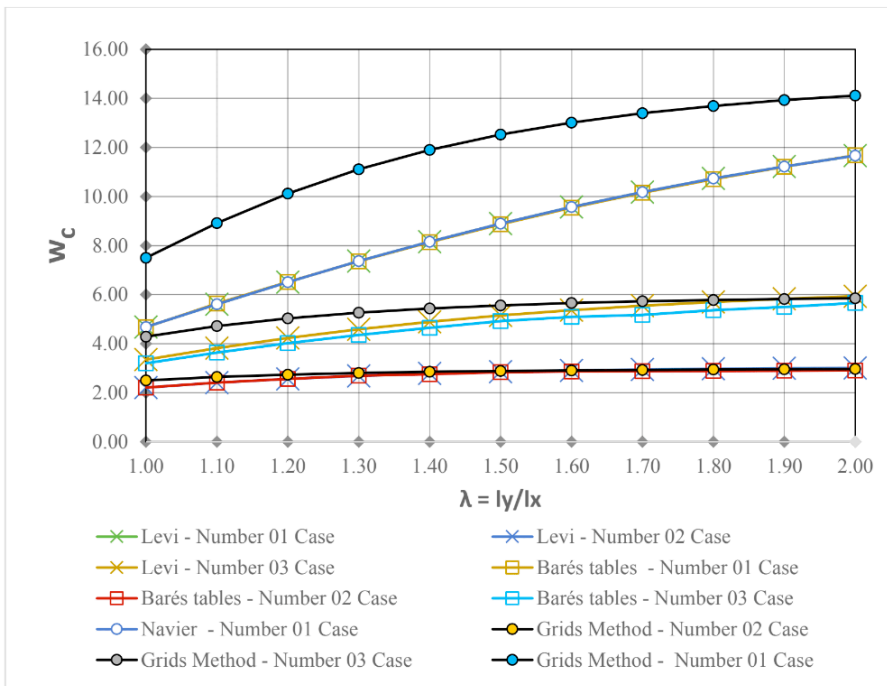


Figure 3. Transverse displacement dimensionless parameters

On the other hand, the bending moments at the center of slabs, over both coordinate directions, calculated from the Grid-Marcus Method, have presented smaller magnitudes than those ones referred in the upper paragraph, Fig. 4 and 5, while the results obtained from Grids Method present the highest one, Tables 2 and 3.

The differences among the displacement magnitudes reported above are as smaller as greater the ratio between the span lengths along the two coordinate directions, because, for the case number one, it was reduced from 37%, for $\lambda = 1.0$, to 17% for $\lambda = 2.0$, Table 1.

Displacements – w_c						
	Number 01 Case		Number 02 Case		Number 03 Case	
λ	P	G	P	G	P	G
1.00	4.68	7.50	2.21	2.50	3.35	4.29
1.10	5.61	8.91	2.41	2.64	3.82	4.71
1.20	6.51	10.12	2.56	2.74	4.23	5.03
1.30	7.36	11.11	2.69	2.80	4.59	5.26
1.40	8.16	11.90	2.78	2.85	4.89	5.43
1.50	8.90	12.53	2.85	2.89	5.15	5.56
1.60	9.57	13.01	2.91	2.91	5.37	5.65
1.70	10.18	13.40	2.95	2.93	5.55	5.73
1.80	10.73	13.70	2.97	2.94	5.70	5.78
1.90	11.23	13.93	2.99	2.95	5.83	5.82
2.00	11.67	14.12	3.01	2.96	5.93	5.85

P – Plates Theory Data; G – Grid Method Data

Table 1. Displacements dimensionless parameters

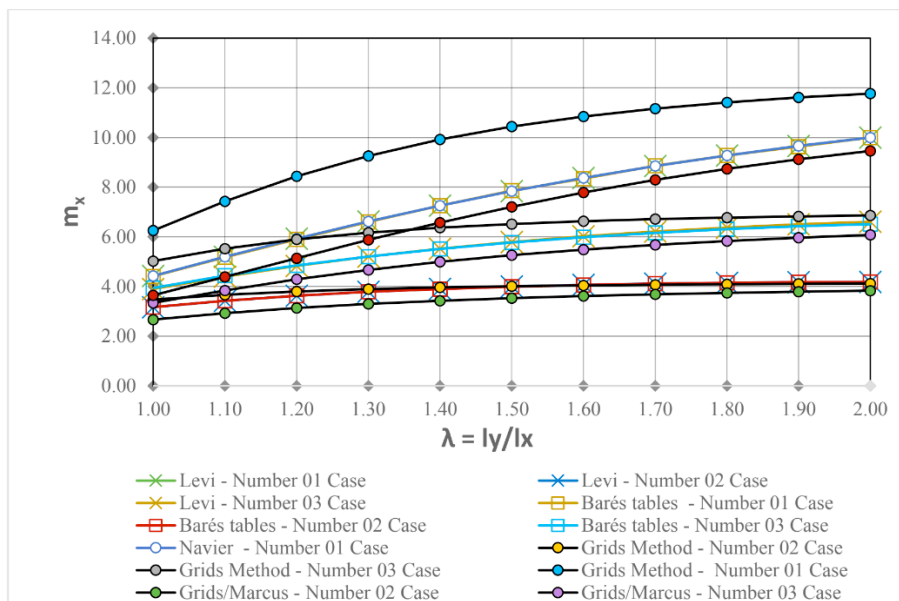


Figure 4. Dimensionless positive bending moments along the “x” direction

The differences involving the magnitudes of the positive bending moments in the “x” direction showed similar trend, ranging from 17% to 5%, if the results from the Theory of Plates and those ones from Grid-Marcus Method are compared, and, ranging from 29% to 15%, if the results from the Theory of Plates and that ones from Grid Method are compared, Table 2.

Bending Moment - M_x									
λ	Number 01 Case			Number 02 Case			Number 03 Case		
	P	G	GM	P	G	GM	P	G	GM
1.00	4.42	6.25	3.65	3.17	3.47	2.67	3.90	5.02	3.34
1.10	5.19	7.43	4.39	3.43	3.67	2.93	4.40	5.52	3.84
1.20	5.93	8.43	5.14	3.63	3.80	3.13	4.83	5.90	4.29
1.30	6.62	9.26	5.88	3.79	3.89	3.30	5.20	6.17	4.67
1.40	7.26	9.92	6.57	3.91	3.96	3.43	5.52	6.37	4.99
1.50	7.84	10.44	7.21	4.00	4.01	3.53	5.79	6.52	5.26
1.60	8.37	10.85	7.78	4.07	4.04	3.62	6.02	6.63	5.48
1.70	8.85	11.16	8.29	4.12	4.07	3.69	6.21	6.71	5.67
1.80	9.28	11.41	8.73	4.15	4.09	3.74	6.37	6.77	5.83
1.90	9.66	11.61	9.12	4.17	4.10	3.79	6.50	6.82	5.96
2.00	10.00	11.76	9.46	4.19	4.12	3.83	6.61	6.86	6.08

P – Plates Theory Data; G – Grid Method Data; Grid-Marcus Procedure Data

Table 2. Positive bending moment in “x” coordinate direction dimensionless parameters

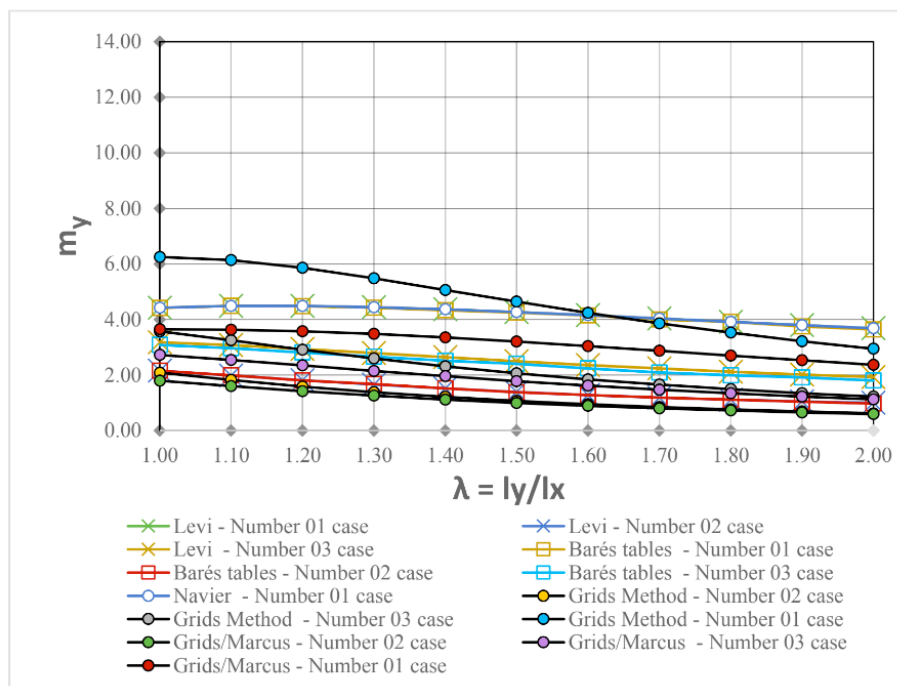


Figure 5. Dimensionless positive bending moments along the “y” direction

The differences referring to the positive bending moments over the “y” coordinate direction, seem have presented the same trendy reported above in this paragraph, if the results from the Theory of Plates and that ones from the Grid Method are compared, decreasing from 29% to 15%. However, it may be observed that, at first, it occurs reduction in such difference if the ratio between the span lengths increases from $\lambda = 1.0$ up to $\lambda = 1.6$ and, after that, the difference tends to increase. On the other hand, if the, if the results from the Theory of Plates and that ones from Grid/Marcus Method are compared, that difference presented diverse behavior, therefore, they increased from 24% up to 36%, since the “ λ ” values ranged from 1.0 up to 2.0, Table 3.

Bending Moment - M_y									
λ	Number 01 Case			Number 02 Case			Number 03 Case		
	P	G	GM	P	G	GM	P	G	GM
1.00	4.42	6.25	3.65	2.15	2.08	1.79	3.18	3.57	2.72
1.10	4.49	6.14	3.63	1.98	1.82	1.60	3.07	3.25	2.54
1.20	4.49	5.86	3.57	1.81	1.58	1.42	2.93	2.91	2.35
1.30	4.44	5.48	3.48	1.66	1.38	1.26	2.79	2.60	2.15
1.40	4.36	5.06	3.35	1.51	1.21	1.11	2.64	2.31	1.95
1.50	4.26	4.64	3.20	1.39	1.07	0.99	2.49	2.06	1.78
1.60	4.15	4.24	3.04	1.28	0.95	0.89	2.36	1.84	1.61
1.70	4.03	3.86	2.87	1.19	0.84	0.80	2.23	1.65	1.47
1.80	3.91	3.52	2.70	1.11	0.76	0.72	2.12	1.49	1.34
1.90	3.79	3.22	2.53	1.05	0.68	0.65	2.02	1.34	1.22
2.00	3.68	2.94	2.36	1.00	0.62	0.59	1.92	1.22	1.12

P – Plates Theory Data; G – Grid Method Data; GM - Grid-Marcus Procedure Data

Table 3. Positive bending moment in “y” coordinate direction dimensionless parameters

For the cases 02 and 03 the behavioral trend was the same of that one related above in this text and was differentiated from the former, solely by the recorded values, Tables 1, 2 and 3. Nevertheless, it is worthwhile to highlight that the differences among the obtained values from Marcus-Grid Method and those ones calculated from the Theory of Plates, have resulted, significantly, smaller, and such differences was as smaller as greater was the slab bending stiffness as it may be seen in Figures 4, 5 and 6, and, in Tables 1, 2 and 3.

The acquired results reveal a satisfactory agreement among all the adopted data sources for the magnitude of the negative bending moments “ M_{x_e} ”, as it may be note in Fig. 6.

The results corresponding to the second stage of analysis, for the slabs whose boundary conditions are illustrated in Fig. 2.a, obtained from the Navier solution, exhibit a good agreement with those ones calculated from the Lévi’s trigonometric series. Such a numeric results are showed in Tables 4 and 5.

For the case number one, according to the results corresponding to the span length over the “y” coordinate direction “ $L_y = 6,00$ m”, specially, once the equilibrium configuration

referring to the loading having been reached, the field of the displacements, of the bending moments and of the twisting moments have established themselves as the feature shown in Fig. 7. For the remaining cases such parameters have presented magnitude distribution in a similar way, differentiated, however, among themselves by their numerical values.

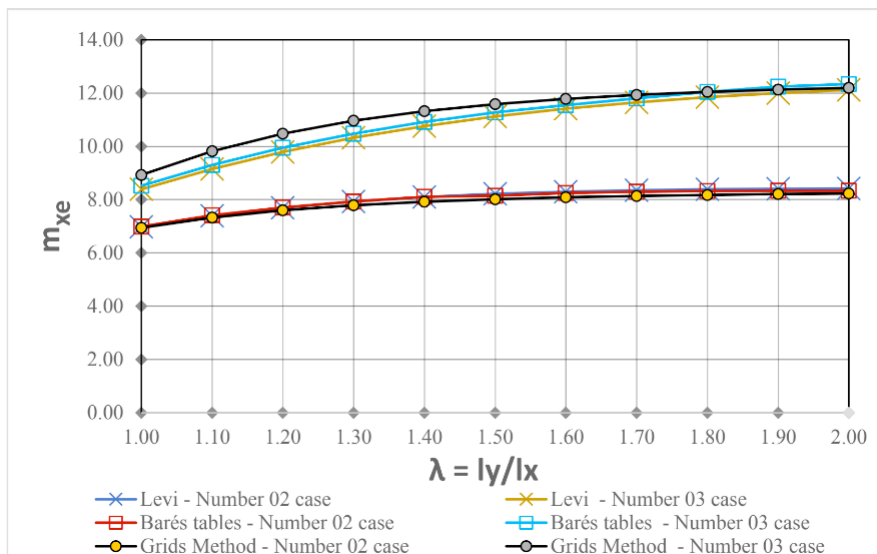


Figure 6. Dimensionless negative bending moments

X (m)	Transverse Displacements(mm)			Bending Moments M_x (kNm/m)		
	$L_y = 4.0$ m	$L_y = 5.0$ m	$L_y = 6.0$ m	$L_y = 4.0$ m	$L_y = 5.0$ m	$L_y = 6.0$ m
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.50	2.6	5.0	6.7	7.5	9.8	11.8
1.00	4.7	9.1	12.2	11.6	15.9	19.4
1.50	6.0	11.8	15.8	13.6	19.1	23.7
2.00	6.5	12.7	17.0	14.1	20.1	25.1

Table 4. Bending moments at “x” direction and transverse displacements – number 1 case

X (m)	Bending Moments M_y (kNm/m)			Twisting Moments M_{xy} (kNm/m)		
	$L_y = 4.0$ m	$L_y = 5.0$ m	$L_y = 6.0$ m	$L_y = 4.0$ m	$L_y = 5.0$ m	$L_y = 6.0$ m
0.00	0.0	0.0	0.0	11.9	14.3	15.7
0.50	7.5	7.3	7.1	10.3	12.8	14.3
1.00	11.6	11.2	10.8	7.3	10.0	11.6
1.50	13.6	13.2	12.6	3.8	6.8	8.7
2.00	14.1	14.1	13.3	0.0	3.4	5.7
2.50	***	14.3	13.6	***	0.0	2.8
3.00	***	***	13.6	***	***	0.0

Table 5. Bending Moments at “y” Direction and Twisting Moments – number 1 case

It may be observed that, in a general way, the fields object of this paper, Fig. 7 and Fig. 8, present shapes according to the traditional knowledge state about the theme approached.

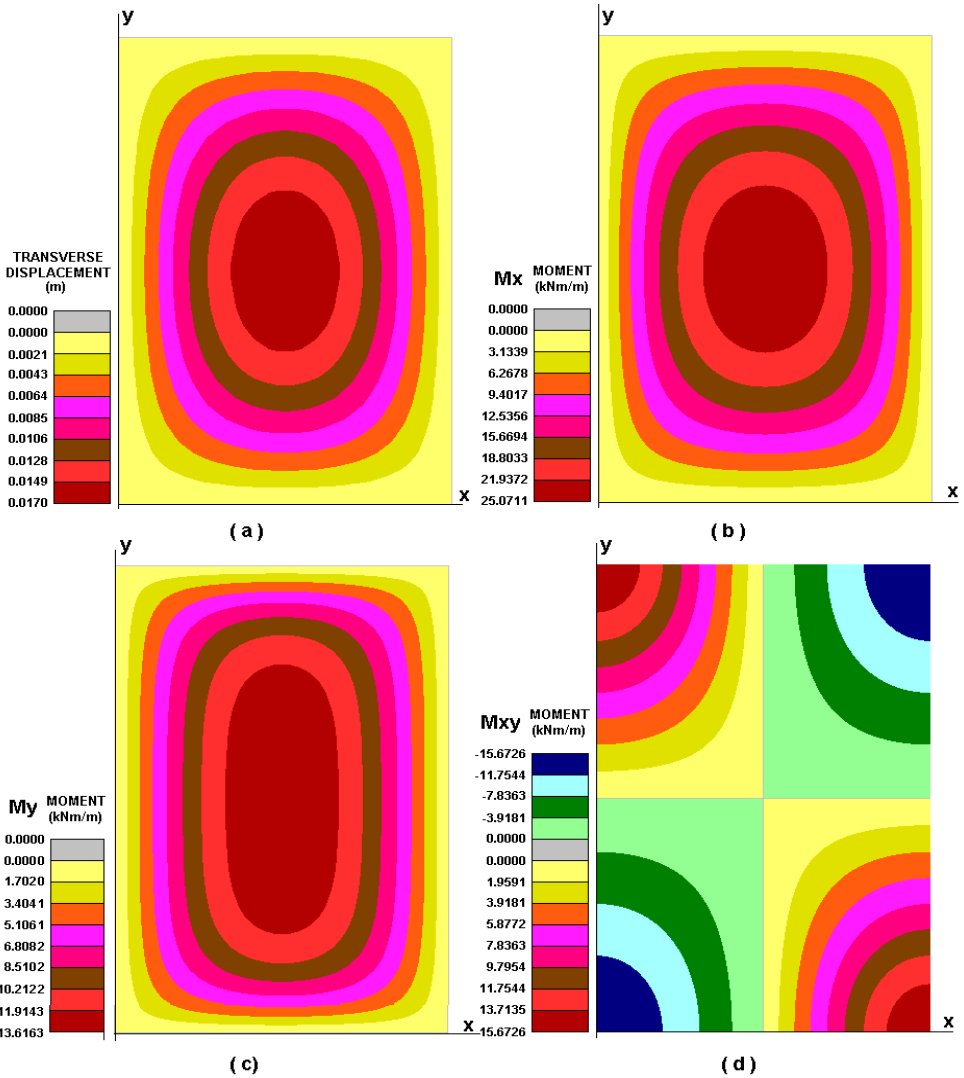


Figure 7. Displacements and Internal Forces Fields – Number one case – 4.00 m x 6.00 m Plate

The examination of the field of displacements of the Fig. 8 may induce the wrong idea that on the little width track near the clamped edge of the slab, namely, the track colored by grey chromatic nuance, the transverse displacements would be null. Nevertheless, that fact occurs because of the adopted precision by the algorithm results that was used in the numerical mapping to the image generation of the referring field.

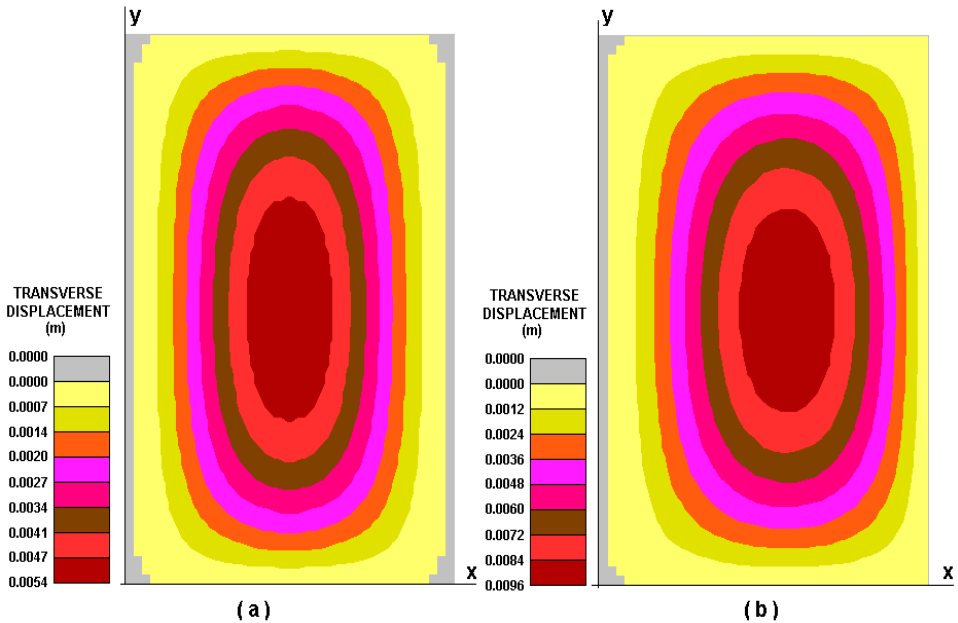


Figure 8. Displacements Fields: a. number 2 case; b. number 3 case

It may be noted that, the Barés tables data, refer themselves to the “ M_y ” bending moment, correspond to that point of the slab placed at the middle span over the “y” coordinate direction, points C and C’ in Fig. 9. However, for the cases involving clamped slabs, if the ratio between the span lengths assumes the highest values, the maximum bending moment over the “y” coordinate direction occurs at points D and D’ deviated from that ones, Fig. 9.

Thereby, if “ $L_y = 6.00$ m”, the bending moment magnitude for the number 2 case, in the point C vicinity, is “ $M_y = 1.38$ kNm/m”, while its maximum value is about “ $M_y = 1.78$ kNm/m”, corresponding to a difference by approximately 29%. For the number 3 case, in the other hand, the bending moment magnitude close to the point C’, is “ $M_y = 2.40$ kNm/m” while “ $M_y = 2.61$ kNm/m” is its maximum value, corresponding to a difference by the order of 9%.

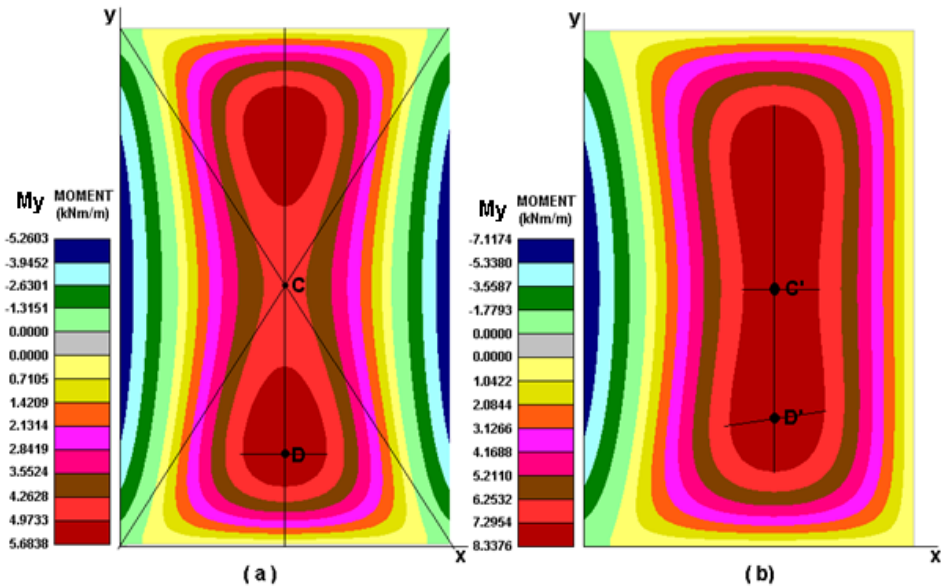


Figure 9. M_y Bending Moment Fields: a. number 2 case; b. number 3 case

71 CONCLUSIONS

The mechanical performance comparative analysis of slabs from the Kirchhoff's Theory, from the Grids Method, from the Marcus Method and from the Barés Table is carried out in this paper.

The analysis was performed upon three different types of slabs according its boundary conditions, namely, simple supported along its all four edge, clamped along one edge and simple supported in the remain ones, and, clamped along two opposite edges and simple supported along the others ones.

At first, it was considered 11 (eleven) different values for the ratio involving the span lengths along the two coordinate directions, namely, 1.0; 1.1; 1.2; 1.3; 1.4; 1.5; 1.6; 1.7; 1.8; 1.9 and 2.0, and then the dimensionless parameters referring to displacements and internal forces were calculated.

On a second stage of this work, for the same boundary condition already characterized above in these conclusions, the analysis from the consideration of three different span lengths in the "y" direction, namely: " $L_y = 4.00$ m"; " $L_y = 5.00$ m"; and " $L_y = 6.00$ m" was performed.

At the first stage of the analysis, it was found from the obtained results a close agreement between the Barés tables data and those results determined from the Kirchhoff's Theory.

The referring results also revealed that the displacement magnitudes and the positive bending moments calculated from the Grids Method have presented values greater than

those one determined from the Kirchhoff's Theory, because the Grids Method neglects the shear stiffness.

The differences between the displacement magnitudes reported above are as smaller as greater the ratio between the span lengths along the two coordinate directions and are too considerable if one paying attention to the reality that the displacement magnitudes by time, according to the Brazilian technical standard NBR 6118/2014 recommendation, are, already overrated.

In addition, it was observed that, the positive bending moments determined from the Grid-Marcus Method have presented the smallest values among those results obtained from all models that are being considered in this paper.

The differences referring in the last two paragraphs were as smaller as greater was the ratio between the span lengths and were as greater as smaller the slab flexure stiffness.

Due to the bending moment magnitude reduction in the "x" direction promoted by the plastic fitting process, the difference in their magnitude must be decreased, and then, the Marcus's Method may be considered suitable for their values determination.

On the other hand, the bending moment magnitude increase in the "y" direction, caused by the same process referred in the last paragraph, makes the difference mentioned above in this text higher, revealing, consequently, the needing for the Marcus's adjuster coefficients evaluation improvement.

The acquired results reveal a satisfactory agreement among all the adopted data sources on regard to the negative bending moments.

From the fields images, whose generation were the subject of the second stage of the analysis carried out in this paper, it may be observed a good agreement between the Navier's solution and the results obtained by the Lévi's series.

In addition, it may be observed that, the Barés table present the value of the bending moment in the "y" direction for a point placed on the center of the slab while for the number 02 and number 03 cases, the maximum values of such internal force, according to Lévi's solution, occurs at a deviate region apart from that point.

The resulting difference between the bending moment magnitude in the "y" direction obtained by Barés table and its corresponding maximum values calculated from Lévi's solution, may reach up to 29%, so that, if the design engineer uses the Barés tables data to perform design of slabs, such a procedure may promote the material failure risk.

ACKNOWLEDGEMENTS

This report is part of a research work on the numerical simulation of the mechanical performance of slabs supported by the Pró-Reitoria de Pesquisa of the Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. This support is gratefully acknowledged.

REFERENCES

- [1] S. Timoshenko and S. Woinowsky-Krieger. *Theory of Plates and Shells*. 2ª Edição. McGraw-Hill, Londres, 1989.
- [2] R. Szilard. *Theories and Applications of Plate Analysis*. John Willey & Sons, Inc., 2004.
- [3] J. M. Araújo. *Curso de Concreto Armado*. Volume 2. Editora Dunas. Rio Grande, 2014.
- [4] R. D. Cook, D. S. Malkus, and M. E. Plesha. *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*. John Wiley e Sons. Nova York, 1989.
- [5] E. L. Madureira and A. L. A. Silva. *Project1 – Programa para visualização de campos de tensões resultantes de análises não lineares de modelos bidimensionais de elementos finitos*. Versão 1.0, Rio Grande do Norte: DEC/UFRN, 2013.
- [6] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 6118/2014. Projeto de Estruturas de Concreto Armado - Procedimento*, 2014.
- [7] A. L. A. Silva and K. Cashell. *Ultimate Behaviour in Composite Floor Slabs*. Summer Project for Study Abroad Programmes. Londres. Brunel University, 2015.
- [8] E. L. Madureira, E. M. Medeiros and A. L. A. Silva. *Análise Numérica Comparativa de Modelos Aplicáveis ao Projeto de Lajes de Concreto*. 59 Congresso Brasileiro do Concreto. Bento Gonçalves, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Algoritmo 9, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 127, 172, 211, 320, 323, 324, 343, 350, 355, 370

Algoritmos de seleção 9, 342, 343, 347, 348, 353

ANSYS 9, 172, 173, 176, 177, 178, 180, 181, 204, 208, 266, 267, 272, 273, 399, 401

Aplicativo 9, 16, 65, 88, 89, 90, 92, 93, 273, 366, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 381, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395

Aprendizado 9, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 87, 230, 232, 233, 235, 240, 242, 244, 281, 290

Artificial Intelligence 16, 60, 354, 355

B

Blender 231, 236, 237

C

Classificação 9, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 384

Computational Vision 355, 356

Comunicação 9, 85, 94, 95, 194, 230, 231, 232, 242, 243, 281, 283, 286, 304, 306, 307, 367, 384, 395

Coronavírus 59, 60, 65

Covid-19 11, 59, 60, 62, 65

D

Desempenho 9, 12, 11, 12, 13, 14, 19, 23, 62, 67, 113, 114, 173, 186, 257, 267, 310, 342, 343, 345, 346, 350, 352, 353, 354, 367, 370, 373, 374, 389

Diagnóstico 15, 127, 313, 314, 316, 317, 318, 328, 329, 371

Diagramas 115, 283, 284, 371, 372

Dispositivo Móvel 10, 16, 366, 368, 370, 371

E

Educação 24, 85, 86, 87, 88, 93, 94, 230, 232, 233, 235, 240, 241, 242, 243, 244, 279, 292, 303, 313, 342, 351, 353, 354, 369, 410

Enem 16, 342, 343, 344, 345, 347, 348, 350, 351, 353, 354

Energia Elétrica 9, 113, 114, 116, 126, 245, 257, 314

Ensino 9, 12, 14, 85, 86, 87, 89, 90, 92, 93, 95, 230, 231, 232, 233, 235, 236, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 281, 292, 342, 343, 351, 352, 353, 354

Equações 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 33, 34, 37, 95, 399

Estruturação de dados 194

F

Finite Differences 38, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 165, 169, 170, 171

Fracture Mechanics 332, 334, 341

G

Genetic Algorithm 128, 129, 130, 132, 133, 136, 137, 172, 180

Geração Fotovoltaica 12, 113, 115, 124, 125

I

Image Processing 128, 130, 136, 356, 364

Indústria 4.0 9, 15, 303, 304, 305, 306, 308, 309, 310, 312

Informação 9, 37, 85, 86, 92, 94, 188, 195, 196, 230, 231, 232, 233, 242, 243, 280, 281, 282, 283, 304, 308, 319, 351, 366, 367, 368, 371, 395, 396, 410

Inteligência Artificial 11, 59, 304, 307, 308, 355, 356

Interface 51, 144, 146, 150, 152, 232, 235, 236, 239, 283, 284, 286, 332, 333, 334, 341, 369, 372, 376, 384, 385, 386, 397

Interpolation 13, 1, 4, 101, 102, 103, 178, 210, 215, 216, 217, 218, 221, 227

L

Labyrinth Seals 13, 172, 174, 176, 179, 181, 182

M

Máscara 9, 11, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66

MASK R-CNN 9, 355, 356, 359, 360, 361, 362, 364, 365

Method 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 38, 44, 55, 57, 67, 68, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 82, 83, 107, 112, 128, 129, 130, 131, 136, 141, 145, 156, 157, 158, 163, 169, 170, 171, 174, 175, 177, 178, 180, 181, 198, 199, 208, 210, 211, 215, 216, 217, 226, 227, 228, 229, 258, 259, 260, 264, 313, 336, 357, 399, 401, 409

Metodologias Ativas 231, 232, 244

Mineração de dados 343, 344, 345, 354

M-Learning 9, 12, 85, 86, 87, 88, 89, 92, 93, 94

Modelagem 17, 18, 211, 236, 237, 271, 284, 312, 371, 372, 374, 375

Modelo distribuído 9, 11, 11, 14, 22

Modelo Numérico 259, 271

Monitoramento 9, 10, 12, 60, 66, 113, 114, 115, 116, 118, 120, 122, 124, 125, 246, 248, 253, 279, 280, 283, 285, 290, 313, 314, 328, 366, 367, 368, 395

Motor de Indução 15, 313, 314, 316, 318, 319, 321

P

Probabilidade 24, 31, 32, 34, 185, 332, 375

Protótipo 9, 234, 240, 241, 242, 283, 285, 286, 289, 366, 368, 371, 372, 374, 394

Pulsed compression reactor 172, 173, 175, 181, 182

R

Realidade Virtual 9, 14, 94, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 239, 240, 241, 242, 243, 244

Rectilinear grids 13, 210, 212, 218, 227

Redes Neurais Artificiais 60, 62, 355, 364

RFID 15, 279, 280, 282, 283, 285, 286, 287, 288, 290, 291

S

Setup 13, 138, 139, 140, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155

Sistema 9, 12, 14, 15, 11, 15, 18, 64, 88, 90, 91, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 123, 124, 125, 126, 172, 184, 185, 186, 194, 195, 196, 231, 233, 234, 245, 246, 247, 248, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 272, 279, 280, 283, 284, 285, 286, 287, 289, 290, 291, 292, 293, 297, 299, 300, 306, 307, 312, 356, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 374, 375, 376, 381, 382, 384, 385, 386

Sistema de controle 194, 290

Sistema Estrutural 272, 292, 293, 297, 299, 300

Smartphone 90, 91, 94, 376

Sociedade 5.0 9, 15, 303, 304, 305, 306, 308, 309, 310

Sociedade Criativa 303, 304, 306, 308, 309

Software 9, 28, 67, 74, 137, 138, 139, 156, 157, 163, 176, 177, 200, 209, 231, 236, 266, 267, 282, 284, 287, 291, 292, 293, 298, 321, 323, 324, 325, 328, 344, 347, 371, 372, 375, 376, 386, 396, 397, 398, 399, 401

T

Tecnologia 9, 24, 85, 86, 87, 91, 93, 94, 114, 230, 231, 232, 239, 240, 241, 242, 244, 267, 279, 280, 281, 282, 283, 290, 292, 301, 302, 304, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 313, 332, 342, 366, 367, 368, 396, 410

TICs na Educação 85, 93

Torpedo anchors 138, 139, 140, 148, 150, 152, 155

Transformação Digital 9, 15, 303, 304, 305, 307, 308, 309, 310, 311

U

Uncertainty Quantification 15, 332, 336, 341

Usabilidade 9, 234, 366, 368, 372, 374, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393,

394, 395, 396, 397, 398

V

Virtual 9, 12, 14, 85, 86, 87, 88, 89, 93, 94, 100, 101, 209, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 309, 402

Virtual Reality 9, 12, 85, 86, 87, 88, 231, 243, 244

W

Web 10, 35, 279, 280, 283, 286, 287, 290, 304, 344, 386, 396

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:






ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2

- 
-  www.atenaeditora.com.br
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br