

# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

2

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)



# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

2

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

### **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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
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  
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
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  
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

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Emely Guarez  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

E57   Engenharias: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar 2 / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-561-7

DOI 10.22533/at.ed.617200911

1. Engenharia. 2. Metodologias e Práticas. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.

CDD 620

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente pelos engenheiros nos mais diversos ramos do conhecimento, é de saber ser multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas. Hoje exige-se que os profissionais saibam transitar entres os conceitos e práticas, tendo um viés humano e técnico.

Neste sentido este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber.

Para isso o mesmo foi dividido em dois volumes, sendo que o volume 1 apresenta temas relacionados a área de engenharia mecânica, química e materiais, dando um viés onde se faz necessária a melhoria continua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril.

Já o volume 2 traz, temas correlacionados a engenharia civil e de minas, apresentando estudos sobre os solos e obtenção de minérios brutos, bem como o estudo de construções civis e suas patologias, estando diretamente ligadas ao impacto ambiental causado e ao reaproveitamento dos resíduos da construção.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **PROPOSTA DE TELHA SOLAR PLANA INCORPORADA À CONSTRUÇÃO**

Maria Magdalena Farina Martinez

Ronald Moises Hug Rojas

Matheus Vinicius Brandão

Oswaldo Barbosa Loureda

Oswaldo Hideo Ando Junior

**DOI 10.22533/at.ed.6172009111**

### **CAPÍTULO 2..... 15**

#### **APLICAÇÃO DE LAJES STEEL DECK EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS ANDARES**

Elaine Garrido Vazquez

Renata Gonçalves Faisca

Stela Regina Magaldi Guimarães

**DOI 10.22533/at.ed.6172009112**

### **CAPÍTULO 3..... 26**

#### **ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UMA MARQUISE – ESTUDO DE CASO**

Amanda de Moraes Alves Figueira

Carlos Fernando Gomes do Nascimento

Cynthia Jordão de Oliveira Santos

Débora Cristina Pereira Valões

Eliana Cristina Barreto Monteiro

Lucas Rodrigues Cavalcanti

Mariana Santos de Siqueira Bentzen

Paula Gabriele Vieira Pedrosa

Vanessa Kelly Freitas de Arruda

**DOI 10.22533/at.ed.6172009113**

### **CAPÍTULO 4..... 42**

#### **PROPOSIÇÃO DO PLANO DE MOBILIDADE URBANA AO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS – AMAZONAS, BRASIL**

Iraúna Maiconã Rodrigues de Carvalho

Jussara Socorro Cury Maciel

**DOI 10.22533/at.ed.6172009114**

### **CAPÍTULO 5..... 53**

#### **ETANOL – COMBUSTÍVEL RENOVÁVEL EM MOTORES DO CICLO DIESEL – ESTUDO DE VIABILIDADE EM USINAS**

Flávio Nunes do Prado

João Eduardo Rocha dos Santos

Edson Roberto da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.6172009115**

**CAPÍTULO 6..... 61**

**AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DE METODOLOGIAS DE DESMONTE SECUNDÁRIO PARA UMA MINERAÇÃO DE AGREGADOS**

Sílas Leonardo Dias Vasconcelos  
Suelen Silva Rocha  
Júlio César de Souza  
Bruno Cordeiro Cerqueira das Neves

**DOI 10.22533/at.ed.6172009116**

**CAPÍTULO 7..... 71**

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE UM PROJETO DE MINERAÇÃO DE AGREGADOS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE FLUXO DE CAIXA DESCONTADO**

Raíza da Silva Juvenal  
Jorge Luiz Valença Mariz  
Artur Ângelo Alcântara de Assis  
Suelen Silva Rocha  
Júlio César de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.6172009117**

**CAPÍTULO 8..... 88**

**EQUAÇÕES PARA ESTIMATIVA DE VIDA ÚTIL DE PROJETOS MINEIROS EM FASE INCIPIENTE CONSIDERANDO A REGRA DE TAYLOR E SUA ADERÊNCIA ÀS MINAS BRASILEIRAS**

Jorge Luiz Valença Mariz  
Rodrigo de Lemos Peroni  
Carlos Otávio Petter  
Júlio César de Souza  
Jorge Dariano Gavronski

**DOI 10.22533/at.ed.6172009118**

**CAPÍTULO 9..... 103**

**PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO DE UMA MINERAÇÃO DE AGREGADOS EM JABOATÃO DOS GUARARAPES - PE**

Andressa Ilana Soares Galdino  
Jorge Luiz Valença Mariz  
Márcio Luiz de Siqueira Campos Barros  
Suelen Silva Rocha  
Robson Ribeiro Lima

**DOI 10.22533/at.ed.6172009119**

**CAPÍTULO 10..... 119**

**AVALIAÇÃO DO DESMONTE DE ROCHAS COM USO DE EXPLOSIVOS EM UMA MINA DE AGREGADOS ATRAVÉS DE ABORDAGEM SISTÊMICA**

Jorge Luiz Valença Mariz  
Willams Bernardo de Lima Souza  
Iury Araújo da Costa Leite  
Márcio Luiz de Siqueira Campos Barros  
Marinésio Pinheiro de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.61720091110**

**CAPÍTULO 11..... 133**

**COMPARAÇÃO DE COORDENADAS DE PONTOS LEVANTADOS POR METODOS TOPOGRÁFICO E GEODÉSICOS**

Claudia Regina Grégio d'Arce Filetti  
Adriano Antonio Tronco  
Bianca Ferraz  
Pedro Lonnie Inácio Salvador  
Roney Berti de Oliveira  
Marcelo Luis Chicati

**DOI 10.22533/at.ed.61720091111**

**CAPÍTULO 12..... 145**

**INFLUÊNCIA DO PORTE DA ESCAVADEIRA NA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA MINERAÇÃO DE AGREGADOS**

Marília Silva Cavalcante  
Jorge Luiz Valença Mariz  
Artur Ângelo Alcântara de Assis  
Suelen Silva Rocha  
Júlio César de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.61720091112**

**CAPÍTULO 13..... 159**

**ELABORAÇÃO DE UM MAPA DE RISCO DO TRABALHO EM UMA MINA DE AGREGADOS**

Débora Gomes Figueiredo  
Jorge Luiz Valença Mariz  
Robson Ribeiro Lima  
Suelen Silva Rocha  
Romildo Paulo Silva Neto

**DOI 10.22533/at.ed.61720091113**

**CAPÍTULO 14..... 174**

**VIRTUALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO: APLICAÇÕES NA GESTÃO DE SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO**

Adriano Macedo Silva  
Carolina Martinez Vendimiati  
Ricardo Egídio dos Santos Junior

**DOI 10.22533/at.ed.61720091114**

**CAPÍTULO 15..... 196**

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA ABERTURA DE UMA EMPRESA JÚNIOR NA ÁREA DE GEOTECNIA NO CEFET-MG UNIDADE VARGINHA**

Emerson Ricky Pinheiro  
Gustavo Ribeiro Paulino  
Henrique Comba Gomes  
Kezya Milena Rodrigues Pereira  
Maria Rafaela da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.61720091115**

<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>211</b>
<b>PRÁTICA PROFISSIONAL SUPERVISIONADA: FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO</b>	
Érica de Oliveira Araújo	
Nélio Ranieli Ferreira de Paula	
José Elias de Almeida	
José Vanor Felini Catânio	
Wagner Viana Andreatta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.61720091116</b>	
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>223</b>
<b>UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE EVENTOS EXTREMOS HIDROCLIMÁTICOS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO</b>	
Maria Emanuela Lima Souza Cardoso	
Hernande Pereira da Silva	
Layane Maria Gomes de Lima	
Queylla Aparecida de Barros Oliveira	
Maria Aline Lopes da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.61720091117</b>	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>237</b>
<b>SYSTEMS CONCURRENT ENGINEERING TECHNIQUES APPLIED TO MAP AND TO MONITOR BRAZILIAN SHORE CORAL REEF BY USING A SATELLITE MISSION</b>	
Isomar Lima da Silva	
Geilson Loureiro	
José Wagner da Silva	
Andreia Sorice Genaro	
Samara de Toledo Damião	
<b>DOI 10.22533/at.ed.61720091118</b>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>254</b>
<b>A ARTE DE ENGENHEIRAR NO PERÍODO DA PANDEMIA DE COVID-19</b>	
Maria Aridenise Macena Fontenelle	
Vinícius Navarro Varela Tinoco	
Leonardo Morais Silva	
Leandro Nogueira Valente	
<b>DOI 10.22533/at.ed.61720091119</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>265</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>266</b>

## APLICAÇÃO DE LAJES STEEL DECK EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS ANDARES

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 27/07/2020

### Elaine Garrido Vazquez

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
(UFRJ), Escola Politécnica  
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/2873246607669444>

### Renata Gonçalves Faisca

Universidade Federal Fluminense (UFF),  
Escola de Engenharia  
Niterói – Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/3477740011608862>

### Stela Regina Magaldi Guimarães

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
(UFRJ), Escola Politécnica  
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/4732783543202987>

**RESUMO:** O setor da construção civil é frequentemente criticado pelo não cumprimento dos prazos, pela baixa produtividade e pelos elevados índices de desperdícios. As obras no âmbito nacional se tornaram, nos últimos anos, cada vez mais arrojadas e com prazos mais desafiadores. Este cenário favoreceu o investimento em tecnologias mais produtivas e inovadoras, se destacando a utilização de estruturas metálicas mistas. Este trabalho tem como objeto apresentar o processo construtivo de lajes com forma colaborante em estruturas metálicas mistas, também denominadas *steel deck*. A partir de um exemplo de aplicação em

uma edificação projetada e construída na área localizada no Porto Maravilha, área portuária da cidade do Rio de Janeiro, RJ, apresenta-se as principais etapas do processo construtivo. Por meio de uma análise técnica, obteve-se um resultado positivo a favor da utilização desta metodologia em edifícios de pavimentos múltiplos no que tange ao ganho de prazo do cronograma físico, aliado à promoção de maior produtividade devido a facilidade de execução desta tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lajes *steel deck*, Edificações de múltiplos pavimentos, Processo construtivo.

### APPLICATION OF STEEL DECK SLABS IN MULTIPLE FLOOR BUILDINGS

**ABSTRACT:** The civil construction industry is often criticized for non-compliance with deadlines, low productivity and high rates of waste. The works at the national scope have become, in recent years, increasingly bold and with more challenging deadlines. This scenario favored the investment in more productive and innovative technologies, highlighting the use of mixed metallic structures. This article aims to present the construction process of slabs with collaborative shape in mixed metallic structures, also called *steel deck*. From an example of application in a building designed and built in the area located at Porto Maravilha, a port area in the city of Rio de Janeiro, RJ, the main stages of the construction process are presented. Through a technical analysis, a positive result was obtained in favor of the use of this methodology in buildings of multiple pavements with respect to the gain of

term of the physical schedule, together with the promotion of greater productivity due to ease Implementation of this technology.

**KEYWORDS:** Steel deck slab, Multi-storey buildings, Construction process.

## 1 | INTRODUÇÃO

Usualmente, no Brasil, as estruturas de edificações são executadas em concreto armado, um processo construtivo que surgiu na Europa em meados do século XIX. Este sistema é formado a partir da combinação do concreto (uma pasta feita de agregados miúdos e graúdos, cimento, areia e água, conhecida desde a Antiguidade) com uma armadura de aço (CALÇADA, 2014).

Com o avanço tecnológico, novas alternativas ao sistema de lajes maciças em concreto armado surgiram, tais como: lajes nervuradas, pré-moldadas, protendidas, metálicas e mistas. O uso da estrutura metálica é relativamente novo no contexto brasileiro, mas é amplamente utilizado na Europa e Estados Unidos. No Brasil, as construções em estruturas metálicas são mais recentes, começou-se a utilizar entre o final do século XIX e início do século XX (ANDRADE, 2016).

O desenvolvimento dos diversos sistemas estruturais e construtivos fez surgir, entre outros, os sistemas formados por elementos mistos aço-concreto, cuja combinação de perfis destes materiais visa aproveitar as vantagens de cada um deles, tanto em termos estruturais como construtivos.

Sistemas mistos aço-concreto têm sido utilizados na construção civil e vêm motivando o desenvolvimento de sistemas de lajes de piso com forma de aço incorporado, usando-se perfis formados a frio com corrugações na alma (VIANNA et al, 2007).

O bom desempenho da economia nacional na primeira década do século XXI e a busca por ganhos de produtividade para vencer os desafios dos grandes eventos, alinharam a necessidade de desenvolvimento do setor da construção civil. O crescimento econômico, propiciou que as construções em estrutura metálica se destacassem por seus ganhos em produtividade e se fortalecessem no cenário nacional.

Segundo Nardin e El Debs (2013), as estruturas compostas de aço-concreto estão cada vez mais sendo utilizadas no Brasil e são objeto de pesquisas significativas pelas principais universidades do país.

A preparação para receber grandes eventos como os Jogos Pan-Americanos de 2007, a Jornada Mundial da Juventude de 2013, a Copa do Mundo da FIFA de 2014 e os Jogos Olímpicos - Rio 2016, demandando obras maiores, a serem executadas com maior rapidez e melhor qualidade, levou a construção civil a tomar um novo ritmo de crescimento, acarretando em grandes alterações qualitativas.

## 2 | OBJETIVOS

Neste trabalho será explorado o sistema construtivo de lajes em estrutura metálica mista com forma colaborante, abordando conceitos básicos, elementos estruturais e a metodologia de execução. Será dada ênfase na metodologia de execução de pavimentos em lajes mistas com *steel deck*. O objetivo deste trabalho é apurar o uso da forma colaborante em estruturas metálicas mistas e colaborar com o avanço desta metodologia construtiva no Brasil, através da difusão do conhecimento.

## 3 | METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho abordou a metodologia construtiva estrutural com enfoque no subsistema de lajes mistas, abordando as principais características e componentes de lajes e os sistemas construtivos. O estudo apresenta resultados práticos da aplicação desta tecnologia em uma obra do ramo hoteleiro, na região portuária do Rio de Janeiro.

## 4 | PROCEDIMENTO EXECUTIVO DE LAJES EM ESTRUTURA METÁLICA MISTA – STEEL DECK

### 4.1 Principais Características e Componentes

Conforme apontado por Freire (2016), com o desenvolvimento de diversos sistemas estruturais e construtivos na busca por usufruir das vantagens de cada material, surgiu o sistema formado por elementos mistos de aço e concreto. Nas construções mistas, o concreto foi inicialmente utilizado, no início do século, como material de revestimento, protegendo os perfis de aço contra fogo e a corrosão e, embora o concreto pudesse ter alguma participação em termos estruturais, sua contribuição na resistência era desprezada.

O conceito de laje mista ou de laje com forma colaborante, surgiu na década de 1950, nos Estados Unidos, e passou a ser largamente empregado desde então, notadamente em edificações metálicas de múltiplos andares, BARROS (2014).

No estudo de Sawahara, Harada e Minoru Sawahara, Asami (2013), são apresentados exemplos válidos de aplicação de lajes mistas. Os resultados corroboram que este tipo de tecnologia favorece ao avanço tanto da qualidade do projeto estrutural, quanto agiliza a execução das obras.

As lajes em *steel deck* dão suporte ao concreto, dispensando parcial ou totalmente a necessidade de escoramentos para a laje, gerando maior agilidade na execução das mesmas, além de reduzir custos com o aluguel de escoramentos e mão de obra, não necessitando do intenso emprego deste recurso como em estruturas convencionais de concreto armado.

Existe neste processo, uma economia de mão-de-obra no local da obra, tempo de execução e também espessura total da laje reduzida, pelo fato da presença do perfil *steel deck* contribuir tanto para a capacidade de momento final positivo como negativo da laje (LEE, QUEK e ANG, 2001).

O *steel deck* consiste em um elemento de aço galvanizado, perfilado e formado a frio, é considerado como forma colaborante, pois, durante a concretagem atua como forma para o concreto e posteriormente como armadura positiva para as cargas de serviço. Estas formas colaborantes, *steel deck*, atuam como armadura positiva para a laje, e existe a necessidade de se prever a armadura negativa a ser posicionada na região dos apoios para resistir a estas solicitações. Além das armaduras positiva e negativa, deve ser aplicada a malha de retração, consistindo de tela soldada com bitola reduzida, a ser espalhada em toda a laje para evitar a fissuração. Também pode ser necessário a utilização de conectores de cisalhamento, conhecidos como *stud bolts*, que tem a finalidade de conectar a laje à estrutura metálica. (FREIRE,2016)

Segundo Lakshmikandhan *et al* (2013), estas chapas de aço perfiladas a frio são amplamente utilizadas nos sistemas de lajes mistas em edifícios, onde permanecem permanentemente colocadas como parte integrante do sistema de pavimento. Este sistema também resulta em uma construção mais rápida e mais leve. Uma particularidade é que nestas lajes mistas, a ação composta entre dois materiais diferentes como concreto e aço é desenvolvida pela ligação na interface de dois materiais, sendo que em alguns casos é necessário melhorar a ligação superficial através de conectores de cisalhamento.

## 4.2 Sistema Construtivo – Laje Steel Deck

Para a aplicação de lajes em *steel deck* em estruturas metálicas, é necessário o perfeito alinhamento da estrutura, a fim de não comprometer o comportamento estrutural da laje. O sistema construtivo de lajes em *steel deck* pode ser dividido em 3 fases: nivelamento da mesa superior da viga de aço e limpeza de intempéries, forração da laje e montagem do *steel deck*. (MIRANDA,2010)

Na fase de nivelamento da mesa superior da viga de aço, além da necessidade de se aferir o nível correto da mesa superior da viga de aço, de modo a obter um perfeito contato entre a forma e a viga; deve ser também verificado se existem corrosões, rebarbas, respingos de solda, de óleos em geral e de pintura, além da umidade nas proximidades da região de soldagem.

Na fase de forração da laje, é feito o espalhamento das folhas de *steel deck* de acordo com o projeto de paginação fornecido pelo projetista, que inclui o correto posicionamento das formas e todos os detalhes construtivos da montagem das peças e arremates, bem como a indicação da necessidade, ou não, de escoramentos.

A fase de montagem das chapas realiza-se a partir de um dos cantos dos edifícios, criando os montadores a sua própria plataforma de trabalho com as primeiras chapas

montadas. Uma vez colocadas na posição definitiva, devem ser fixadas antes de continuar a colocação das seguintes. As folhas de *steel deck* são fixadas às vigas por meio de pontos de solda bujão ou solda tampão, podendo ainda ser utilizados pinos metálicos fixados por pistola a gás para estruturas de concreto. Nesta fase, também são montados e soldados os arremates de laje, estruturas complementares, normalmente fixados à borda da laje para dar acabamento e o formato da laje. Em seguida, através do *steel deck*, *stud bolts* são fixados por eletrofusão no flange superior da viga. Com a laje em *steel deck* pronta, posicionam-se as armaduras suplementares e os reforços no interior das nervuras com espaçadores em formato de disco. Em seguida, são posicionadas as armaduras de reforço ao redor dos pilares, e espalhadas as telas soldadas. Nesta fase, deve ser preparada também a ancoragem da laje à estrutura de concreto. A última etapa dessa fase, é a concretagem que usualmente é feita através de bomba estacionária com auxílio de mangote, este constitui a saída de concreto.

Terminada a montagem, é necessário fazer a ancoragem das lajes em *steel deck* na estrutura do prédio, que pode ser em estrutura metálica ou em concreto.

## 5 | EXEMPLO DE APLICAÇÃO

### 5.1 Caracterização do Empreendimento

Um empreendimento localizado na área portuária da cidade do Rio de Janeiro, RJ, foi concebido visando prazo olímpico, sendo este o fator determinante pela adoção da estrutura metálica mista com lajes em *steel deck*. Esta metodologia construtiva foi escolhida pela construtora principalmente devido ao ganho de produtividade no prazo de execução da estrutura, pela possibilidade de execução de pavimentos simultâneos e pela liberação antecipada dos pavimentos para os demais serviços. As vantagens atribuídas por este método, compensaram o elevado custo inicial.

### 5.2 Aplicação do Sistema Construtivo – Laje Steel Deck

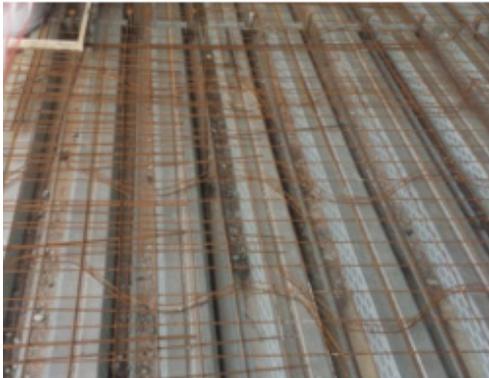
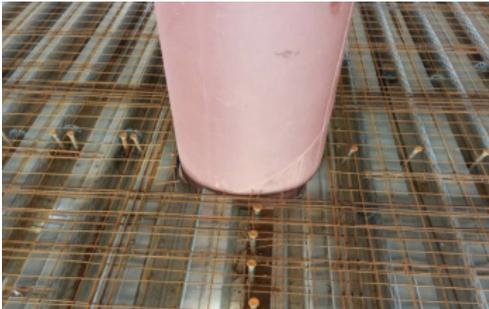
O preparo para recebimento do *steel deck* nesta obra ocorreu conforme os seguintes passos: Quando da concretagem do bloco de fundação, foi posicionada a chapa gabarito com os chumbadores que iriam receber a estrutura metálica. A chapa e os chumbadores foram fixados externamente à forma de acordo com coordenadas topográficas, para garantir a partida correta da estrutura. Após a concretagem do bloco de fundação foram conferidos os chumbadores e então o conjunto estava pronto para receber os pilares. Os pilares foram içados e posicionados sobre o gabarito, conferidos o alinhamento e o prumo, foi feito o aperto dos chumbadores. Para os demais pavimentos, a fixação dos pilares foi feita diretamente sobre encaixe nos pilares anteriores. Com os pilares instalados, passou-se à montagem do vigaamento dos pavimentos. As vigas foram içadas e travadas entre os pilares e/ou a estrutura de contraventamento em concreto armado.

Quando o esqueleto da estrutura estava montado e travado, começou-se a intalar o *steel deck*, sendo a fase de forração da laje. Inicialmente, os peças de *steel deck* eram depositados nos pavimentos em que deveriam ser instalados. Em seguida, as formas eram espalhadas pela laje de acordo com o projeto de paginação fornecido pelo projetista de estruturas metálicas.

A fase seguinte, montagem do *steel deck*, iniciou-se pela fixação às vigas com pinos de aço através de pistola a gás. Ao finalizar a fixação das folhas de *steel deck*, iniciou-se a fixação e os testes dos conectores *stud bolts*. Quando as lajes estavam fixadas e com os conectores instalados, foram executados os arremates de laje e as vedações finais. Após esta etapa concluída, a equipe de montagem liberou a laje para a equipe de armação. A armação da laje se iniciou posicionando a armadura das nervuras com o espaçador de disco. Quando estas estavam posicionadas, as telas soldadas foram espalhadas, utilizando-se espaçador DL ou treliçado, com atenção aos comprimentos de traspasse. As armaduras de reforço para momento negativo foram posicionadas antes de espalhar as telas soldadas, porém só foram fixadas quando as telas já estavam posicionadas. A última etapa foi a concretagem, sendo que neste empreendimento foram projetadas lajes com concreto bombeável. Após a concretagem, a cura da laje foi feita com manta geotêxtil. A manta foi aplicada por toda a laje e hidratada duas vezes por dia, durante sete dias. O procedimento foi repetido para as outras lajes. No caso deste empreendimento, algumas lajes foram executadas simultaneamente.

A seguir apresenta-se o Quadro 1 que ilustra as principais fases do processo construtivo descrito anteriormente.

Identificação da Falha	Fase Construtiva
	forração da laje ( <i>steel deck</i> posicionado no pavimento de instalação)

	<p>montagem do <i>steel deck</i> (fixação de <i>stud bolt</i> por eletrofusão)</p>
	<p>montagem do <i>steel deck</i> (laje com armadura na nervura e tela soldada com espaçador treliçado;)</p>
	<p>montagem do <i>steel deck</i> (armadura de reforço para momento negativo no pilar)</p>

Quadro 1- fases do processo construtivo

As lajes de *steel deck* foram ligadas aos núcleos de concreto. A ligação estrutura metálica - estrutura de concreto armado foi feita em dois pontos, pelo esqueleto estrutural metálico e pela laje.

A ligação entre as estruturas pelo esqueleto foi feita através das vigas. No processo de concretagem dos núcleos de rigidez, foram posicionados, junto com a armadura, os *inserts*. Estes são placas de aço dotadas de *stud bolts*, que são soldadas à armadura da estrutura de concreto. A face dos *inserts* ficava rente à face da forma, deste modo, quando da desforma, os mesmos ficavam aparentes, imersos no concreto com a face livre para receber as vigas metálicas. Estes *inserts* foram responsáveis por receber as

vigas metálicas, através da ligação de um terceiro elemento, denominado *single plate*, uma cantoneira de ligação que foi soldada à face do *insert* e que recebeu a viga metálica por meio de uma ligação parafusada. Desta forma foi feita a conexão das vigas à estrutura de concreto. A Figura 1 apresenta a ligação descrita anteriormente. A parede de concreto, apresentada na figura é o núcleo de rigidez da edificação, onde o *insert* foi posicionado junto com a armadura antes da concretagem. A cantoneira de ligação (*single plate*) foi soldada à face do *insert*, já vindo da fábrica com as furações determinadas no projeto estrutural metálico, sendo executada no canteiro de obras apenas o posicionamento da viga e o aperto da ligação.

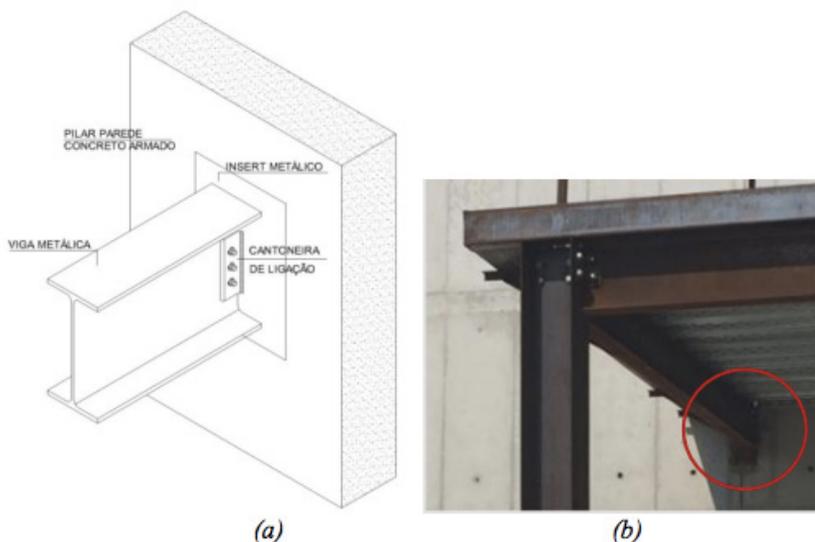


Figura 1: (a) Desenho explicativo da ligação viga metálica-concreto; (b) Viga fixada à estrutura de concreto.

A ancoragem da laje à estrutura foi o ponto crítico no momento da execução, sendo necessário executar uma adequação no projeto. Inicialmente esta ligação foi planejada para ser feita através de luvas e barras roscadas, conforme ilustrado na Figura 2.

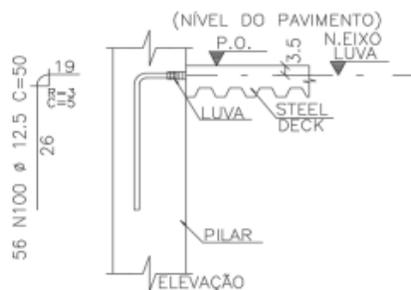


Figura 2: projeto da conexão por luvas e barras rosqueadas. Codeme Estruturas de Aço e Bedê Engenharia de Estruturas (2014)

As barras de aço deveriam passar por um torno mecânico para produzir a rosca em sua extremidade, tanto a barra ancorada na parede de concreto, como a barra concretada na laje. Em preparação para a concretagem, as barras curvadas foram soldadas à uma barra reta para formar um gabarito. Este procedimento visava facilitar a locação das mesmas no momento da armação, pois ao invés de fazer a locação e travamento de oito barras, locou-se apenas um gabarito. No momento da armação, este gabarito era soldado à armadura do pilar parede em altura definida de acordo com o projeto, de maneira que ficasse entre o *steel deck* e a altura final da laje e concretado. Após a concretagem, no momento de armar a laje, a parede era escareada e retirava-se as tampas na extremidade da luva para rosquear a barra ancorada na laje. Desta forma, era feita a ligação da laje com a estrutura de concreto armado responsável pela rigidez à edificação. No entanto, este processo reduziu significativamente a produtividade da armação da laje, à medida em que o processo para encontrar as luvas imersas no concreto nem sempre era imediato. Quando estas não eram encontradas, fazia-se necessário executar um novo furo para ancorar a laje, uma vez que não se pode abrir mão das unidades desta ligação. Este processo ficava ainda mais complexo devido a alta quantidade de armadura na parede de concreto armado. A alternativa encontrada pela equipe de produção da obra, foi executar a furação da parede com broca de vídea e fixar as barras com chumbador químico. Quando a laje de *steel deck* estava montada, dando acesso à cota de ancoragem na estrutura de concreto armado, executava-se a furação na parede de concreto armado, escarificando a parede em toda altura de ligação da laje, sendo feita a limpeza posteriormente. O interior dos furos executados foi feito com soprador, similar a bomba para inflar elementos pequenos como bolas. Com o furo livre de resíduos, foi feita a injeção de chumbador químico. Para aprovar a utilização destes materiais, nesta importante função estrutural, foi realizado ensaio de arrancamento das barras previamente, em ambos os testes, a barra de aço entrou em escoamento antes de se soltar da parede de concreto. A Figura 3, apresentada a seguir, ilustra o esquema estrutural final da ligação analisada.

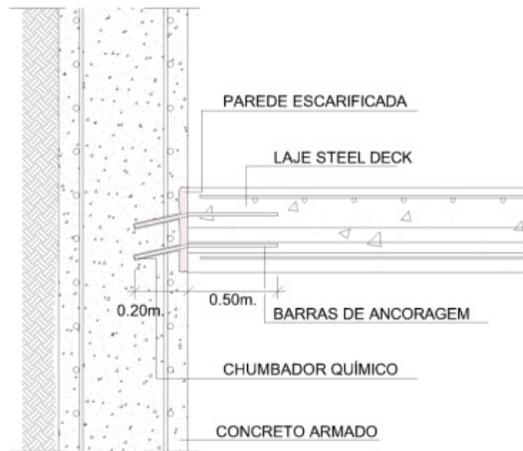


Figura 3: Ligação laje - estrutura de concreto armado

Esta alteração acarretou em ganho de produtividade no ciclo de armação da laje, reduzindo o ciclo de laje global da obra.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou apresentar a metodologia construtiva em estrutura metálica mista, alinhando os benefícios da construção em aço. A estrutura metálica oferece muitas vantagens apesar do alto investimento inicial, fornecendo um produto de maior qualidade e com mais rapidez no retorno do capital investido pela antecipação na entrega.

A partir de um exemplo de aplicação em uma edificação projetada e construída na área localizada no Porto Maravilha, cidade do Rio de Janeiro, RJ, foi possível apresentar as principais etapas do processo construtivo. Por meio da análise realizada, validou-se a utilização de lajes mistas *steel deck* em empreendimentos, ampliando a difusão de informações acerca deste tema.

A construção civil é uma indústria por definição, transformando matéria prima em produto comerciável através do processo de produção. No entanto, um de seus principais aspectos diferenciadores é a individualidade de seus produtos. Ainda que se repitam todos os procedimentos de uma construção, o novo produto estará em outra localidade, levando a outros fatores influenciadores de projeto e produção. Sendo assim, toda viabilidade técnica e econômica em empreendimentos deve ser feita individualmente e estudada em todos os seus aspectos. Com suas particularidades, cada projeto deve adotar a metodologia construtiva favorável aos fatores de maior peso para seu respectivo empreendimento. Estes fatores se remetem a adaptabilidade à arquitetura e qualidade, prazo de execução e custo para o empreendimento particular.

A análise, feita neste trabalho, retornou uma avaliação de escolha da metodologia construtiva em lajes mistas com forma colaborante, *steel deck*, como assertiva, à medida em que o prazo final de execução da estrutura foi atingido, mesmo com percalços ao longo da execução.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Paulo Alcides. Garagem América: **Um exemplo de pionerismo e arrojo tecnológico**. Portal Metálica Construção Civil. Disponível em: <<http://wwwo.metalica.com.br/pioneirismo-em-estrutura-metalica-no-brasil>>. Acesso em: 05 set. 2016.

BARROS, Bianca. **Lajes em steel deck**. Revista Técnica, v. 211, out. 2014. Disponível em:<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/211/veja-os-procedimentos-deexecucao-de-lajesem-steel-deck-327699-1.aspx>>. Acesso em: 04 set. 2016.

CALÇADA, Paulo Azevedo Branco. **Estudo dos processos produtivos na construção civil objetivando ganhos de produtividade e qualidade**: 2014. TÉCNICE. Steel deck ispon vel em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/147/artigo287665-1.aspx>>. Acesso em: 04 set. 2016.

*De Nardin, Silvana ; El Debs, Ana State of the art of steel-concrete composite structures in Brazil Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Nov 2013, Vol.166(6), pp.20-27*

FREIRE, Carlos. **Histórico da Estrutura Metálica**. Disponível em: < [http://www.carlosfreire.com.br/carlosfreire/empresa\\_artigos\\_comparativo.asp](http://www.carlosfreire.com.br/carlosfreire/empresa_artigos_comparativo.asp)>. Acesso em: 12 set. 2016.

FREIRE, Carlos. **Lajes e pisos para estrutura metalica**. Portal metalica. Disponível em: <<http://wwwo.metalica.com.br/lajes-e-pisos-para-estrutura-metalica>>. Acesso em: 08 ago. 2016.

Juliana Cruz Vianna ; Sebastião Arthur Lopes de Andrade ; Pedro Colmar Gonçalves Da Silva Vellasco ; Luciano Rodrigues Ornelas de Lima ; José Guilherme Santos Da Silva **Composite slab system for residential constructions using cold-formed steelplates with embossments** Rem : Revista Escol, a de Minas, 01 June 2007, Vol.60(2), pp.325-331

Lakshmikandhan, K. N ; Sivakumar, P ; Ravichandran, R ; Jayachandran, S. Arul Collombet, Francis **Investigations on Efficiently Interfaced Steel Concrete Composite Deck Slabs** Journal of Structures, 2013, Vol.2013, 10 pages

Lee, L.H ; Quek, S.T ; Ang, K.K **Negative moment behaviour of cold-formed steel deck and concrete composite slabs** Journal of Constructional Steel Research, 2001, Vol.57(4) pp.401-415 [Periódico revisado por pares]

MIRANDA, Edson De; LIPPI, Ivan; BRENDOLAN, Gianluca. **Mercado em formação; uso de lajes steel deck ainda é restrito no Brasil**. Revista técnica, v. 108, jul. 2010. Disponível em:<<http://construcaomercado.pini.com.br/negociosincorporacaoconstrucao/108/artigo283779-1.aspx>>. Acesso em: 04 set. 2016.

Sawahara, Asami ; Harada, Kouichi ; Yamanari, Minoru Sawahara, Asami **Development Of Design System For Steel Deck Slab With Function Of Comparison Design**, Kou Kouzou Rombunshuu, Jan 1, 2013, Vol.19(73), pp.73\_95-73\_105

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abordagem Sistêmica 119, 120, 121, 131

Agregados 12, 16, 61, 62, 69, 71, 72, 73, 79, 83, 85, 86, 87, 103, 104, 105, 117, 119, 121, 145, 148, 158, 159, 161

Agropecuária 211, 212, 213, 214, 217, 218, 219, 222

Análise de Risco 117, 145, 147, 150, 154, 157, 158

Arte 212, 254, 255, 256, 263, 264

### B

BIM 174, 175, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 262

### C

Células Fotovoltaicas 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

Construção Civil 15, 16, 24, 25, 62, 63, 69, 72, 73, 79, 83, 85, 86, 87, 103, 104, 105, 117, 148, 150, 159, 161, 174, 181, 192, 254, 255, 258, 260, 262, 263

### D

Desmonte 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 83, 112, 119, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 152, 168, 169, 170

Dimensionamento 5, 69, 145, 147, 148, 157, 158, 196

### E

Economia 16, 18, 42, 58, 69, 72, 75, 76, 86, 131, 147, 172, 198, 212, 232, 259

Edificações 15, 16, 17, 28, 29, 40, 148, 175, 177, 178, 180, 181, 192, 194, 198

Empresa Junior 198, 199

Energia Solar 1, 2, 3, 14

Engenharia Civil 41, 133, 138, 185, 194, 197, 254, 256, 258, 263

Equipamentos 3, 29, 53, 55, 58, 59, 63, 64, 65, 69, 74, 75, 80, 81, 82, 84, 85, 119, 122, 133, 134, 135, 138, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 153, 156, 157, 162, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 188, 189, 190, 199, 200, 203, 206, 207, 209

Etanol 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60

Eventos Extremos 223, 224, 225, 227, 228, 229, 230, 233, 234, 235

Explosivos 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 75, 119, 123, 131, 132, 164, 168, 170

## **F**

Fluxo de Caixa 71, 72, 73, 76, 77, 79, 84, 85, 86, 87, 90, 150

Formação Técnica 211, 213, 218

## **G**

Geodésico 133, 134, 135, 138

Geotecnia 12, 196, 197, 199, 200

Geotecnologias 223, 225, 235

Gestão de Projetos 174, 181

GNSS 133, 134, 135, 138, 139, 142, 143, 144

Granulometria 62, 119, 121

## **I**

Impactos Ambientais 53

Interdisciplinaridade 211, 213, 216, 217, 221, 222

## **L**

Lajes 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 28

Lavra 62, 69, 73, 74, 82, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 97, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 145, 146, 147, 149, 157, 158, 164, 166, 168, 170

## **M**

Macizo Rochoso 71, 72, 73, 80, 81, 85, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 121, 130

Manutenção 4, 27, 28, 29, 30, 39, 40, 53, 55, 56, 59, 64, 67, 122, 164, 165, 167, 170, 180, 185, 190, 191, 194, 199, 206, 207

Mapa de Risco 12, 159, 161, 165, 166, 170, 171, 172

Marquises 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 39, 40, 41

Mineração 12, 61, 62, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 91, 102, 103, 104, 105, 107, 117, 118, 120, 121, 132, 145, 148, 158, 159, 160, 165, 172, 173

Mineral 61, 69, 72, 73, 74, 75, 86, 87, 88, 89, 92, 93, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 111, 116, 117, 118, 158, 159, 160, 161, 171, 172, 173

Mobilidade Urbana 42, 43, 44, 45, 49, 51

## **O**

Otimização 1, 51, 119, 120, 121

## **P**

Pandemia 254, 256, 257, 258, 263

Pedagogia 222, 254, 255, 263

Pedreira 61, 63, 64, 65, 81, 84, 105, 106, 119, 122, 125, 127, 132, 148, 150, 152, 157, 159, 161, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172

Planejamento 86, 88, 103, 104, 105, 117, 145, 160, 173, 176, 177, 178, 182, 185, 187, 212, 220, 225, 236, 256, 265

Poluentes 27, 53, 54, 55, 57, 59, 60

Posicionamento 18, 22, 123, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 187, 189

Prática 44, 78, 144, 172, 191, 192, 197, 198, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 256, 257, 258, 263

Processo Construtivo 15, 16, 20, 21, 24, 198

## **R**

Recursos Hídricos 223, 224, 225, 227, 235

Rochas 61, 62, 83, 94, 103, 105, 119, 121, 122, 131, 132, 168, 169, 171, 197

Rompedor 61, 63, 66, 67, 68, 69

## **S**

Saúde 12, 160, 161, 162, 172, 173, 174, 175, 176, 180, 181, 193, 194, 224, 233, 256

Secundário 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 93, 94, 98, 169, 170

Segurança no Trabalho 160, 175, 176

Semiárido 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

Sequenciamento 103, 104, 105, 108, 109, 111, 112, 116, 117

Solo 3, 44, 63, 164, 196, 197, 200, 204, 206, 209, 235, 236

Sondagem 196, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 209, 210

Suframa 42, 44, 45, 46, 51, 52

Sustentável 2, 14, 53, 54, 71, 73, 105

## **T**

Taylor 88, 89, 90, 91, 95, 96, 97, 98, 102

Telha 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13

Teoria 74, 144, 211, 213, 216, 217, 222, 257

Topografia 63, 79, 110, 134, 135, 144, 148

## **V**

Viabilidade 12, 1, 24, 53, 54, 55, 59, 60, 64, 71, 72, 73, 74, 75, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 103, 104, 117, 145, 146, 148, 158, 179, 182, 186, 190, 191, 192, 196, 198, 199, 200, 208, 223

Vida Útil 4, 29, 34, 36, 53, 54, 64, 67, 71, 74, 79, 80, 81, 88, 89, 90, 91, 111, 117, 145, 146, 150, 175, 180, 206

## **W**

Waldorf 254, 255, 256, 263

## **Z**

Zona Rural 200

# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

# 2

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

# 2

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 