

# FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN  
JOÃO DALLAMUTA  
(ORGANIZADORES)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN  
JOÃO DALLAMUTA  
(ORGANIZADORES)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**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

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.



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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

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. 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  
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> Dra. 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  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
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  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
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 Albornoz – 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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Livia 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> 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:** Camila Alves de Cremona  
**Correção:** Vanessa Mottin de Oliveira Batista  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

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

F697 Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil  
2 / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João  
Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-789-5

DOI 10.22533/at.ed.895210802

1 Engenharia Civil. I. Holzmann, Henrique Ajuz  
(Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.  
CDD 624

**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)

## 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.

## APRESENTAÇÃO

No atual cenário mundial, realizar estudos nas mais diversas áreas do conhecimento é cada vez mais importante. Buscar aliar conceitos multidisciplinares é um dos grandes desafios aos profissionais, dentre os quais pode-se destacar os do nicho da engenharia civil. Estes profissionais necessitam correlacionar conhecimentos de projetos, à reutilização de resíduos e a prevenção e falhas.

Este livro traz artigos nas áreas de projetos, prevenção e melhoria de edificações; reciclagem e desenvolvimento de novos materiais e melhorias urbanas. Sendo esses temas de fundamental importância, pois englobam desde o planejamento ao ponto final de obras, a redução de custos e melhoria dos materiais empregados.

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. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES PREDIAIS HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS**

Vanuza Lorenzet Bonetti

Kéthlyn Scheguschewski

**DOI 10.22533/at.ed.8952108021**

### **CAPÍTULO 2..... 10**

#### **DEFORMAÇÃO LENTA DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E SUAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

Talita de Souza Oliveira

Ana Carolina Saraiva Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.8952108022**

### **CAPÍTULO 3..... 23**

#### **ANÁLISE DOS ESFORÇOS SOLICITANTES EM EDIFÍCIOS DE CONCRETO ARMADO DEVIDO AOS EFEITOS CONSTRUTIVOS**

Meridiane Ferreira Barbosa

Hildo Augusto Santiago Filho

Fernando Artur Nogueira Silva

Renato Guilherme da Silva Pereira

Giane Maria Vieira de Lira

**DOI 10.22533/at.ed.8952108023**

### **CAPÍTULO 4..... 37**

#### **ANÁLISE COMPUTACIONAL DE VIGAS RETANGULARES DE CONCRETO ARMADO REFORÇADAS AO CISALHAMENTO COM PRFC**

Maicon de Freitas Arcine

Nara Villanova Menon

Luiz Fernando Colusso

**DOI 10.22533/at.ed.8952108024**

### **CAPÍTULO 5..... 52**

#### **APLICAÇÃO DE REFORÇO TRANSVERSAL CONTÍNUO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO: COMPARAÇÃO COM ESTRIBOS CONVENCIONAIS**

Andrei Lucas Müller

Abrahão Bernardo Rohden

Lúcio Flávio da Silveira Matos

**DOI 10.22533/at.ed.8952108025**

### **CAPÍTULO 6..... 77**

#### **ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: COLABORAÇÃO DO CONCRETO ENTRE FISSURAS**

Isabela Cristina Ferreira Faria

Valquíria Claret dos Santos

Mirian de Lourdes Noronha Motta Melo

Valesca Donizeti de Oliveira

Paulo Cesar Gonçalves

**DOI 10.22533/at.ed.8952108026**

**CAPÍTULO 7..... 94**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA ENTRE OS CONCRETOS AUTO-ADENSÁVEL E CONVENCIONAL**

Anderson Renato Vobornik Wolenski

João Paulo Boff Almeida

André Luís Christoforo

Wallace Cavalcante Ferrão

**DOI 10.22533/at.ed.8952108027**

**CAPÍTULO 8..... 106**

**ESTUDO EXPERIMENTAL DE SISTEMA DE ANCORAGEM POR CORDÃO DE FIBRAS DE CARBONO EM VIGAS REFORÇADAS À FLEXÃO COM PRFC**

Adriano Vieira Risson

Nara Villanova Menon

Maicon de Freitas Arcine

Luiz Fernando Colusso

**DOI 10.22533/at.ed.8952108028**

**CAPÍTULO 9..... 120**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE METACAULIM APLICADOS EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO CIMENTO PORTLAND EM PASTA CIMENTÍCIA**

André Valmir Saugo Ribeiro

Jéssyca Mendes da Silva

Alex Taira de Vasconcellos

Philippe Jean Paul Gleize

**DOI 10.22533/at.ed.8952108029**

**CAPÍTULO 10..... 134**

**THERMAL DIFFUSION OVER A PORTLAND CEMENT CONCRETE GRAVITY DAM**

Gabriel de Bessa Spínola

Edmilson Lira Madureira

Eduardo Morais de Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.89521080210**

**CAPÍTULO 11..... 145**

**ESTABILIDADE GLOBAL DE PÓRTICOS PREENCHIDOS COM ALVENARIA**

Luciano Carneiro Reis

Yuri Leandro Abbas Frazão

Ricardo Alberto Barros Aguado

Silas Pacheco Rodrigues Junior

Gabriel Meneses Souza

**DOI 10.22533/at.ed.89521080211**

**CAPÍTULO 12..... 161**

**CONTRIBUIÇÃO A ANÁLISE DE PÓRTICOS METÁLICOS PREENCHIDOS COM**

## ALVENARIA

Luciano Carneiro Reis  
Ana Caroline Braga Aquino  
Ricardo Alberto Barros Aguado  
Gabriel Meneses Souza  
Silas Pacheco Rodrigues Junior  
Yuri Leandro Abas Frazão

**DOI 10.22533/at.ed.89521080212**

## **CAPÍTULO 13..... 173**

### ELIMINADORES E BLOQUEADORES DE AR NAS INSTALAÇÕES PREDIAIS

Elenilton Santos Rocha  
Manoel Camilo Moleiro Cabrera

**DOI 10.22533/at.ed.89521080213**

## **CAPÍTULO 14..... 182**

### ESTUDO DE CASO DE UMA VISTORIA EM UM VIADUTO

Andresa Luzia Corona Ancajima  
Bruna Ventura Botoni  
Maria Fernanda Quintana Ytza

**DOI 10.22533/at.ed.89521080214**

## **CAPÍTULO 15..... 197**

### ANÁLISE DO FLUXO DE TRÁFEGO DA INTERSEÇÃO ENTRE A AVENIDA DAS TORRES E A RUA BARÃO DO RIO BRANCO NA CIDADE DE MANAUS – AMAZONAS

Luiz Mauro Duarte Brandolt  
Irauna Maiconi Rodrigues de Carvalho  
Cristhian Vasconcelos Costa  
Juliana Christine da Silva Granja

**DOI 10.22533/at.ed.89521080215**

## **CAPÍTULO 16..... 214**

### ESTUDO DE CAPACIDADE DO CANAL DA GALHETA (PORTO DE PARANAGUÁ)

Samuel Sembalista Haurelhuk  
Amir Mattar Valente

**DOI 10.22533/at.ed.89521080216**

## **CAPÍTULO 17..... 235**

### OS PROCESSOS ENVOLVIDOS NA CONCEPÇÃO E EXECUÇÃO DE UM BARRACÃO PRÉ-MOLDADO DE CONCRETO ARMADO PARA ARMAZENAMENTO DE FERTILIZANTES

Vanessa da Silva das Flores Maltezo  
Wallysson Machado Dias

**DOI 10.22533/at.ed.89521080217**

## **CAPÍTULO 18..... 247**

### AS TÉCNICAS DA SUSTENTABILIDADE AGINDO NO DESENVOLVIMENTO DE

## PROJETO ARQUITETÔNICO

Ana Rita Kawauche Rodrigues da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.89521080218**

## **CAPÍTULO 19.....271**

### **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO FILLER DA ESCÓRIA DE ACIARIA BSSF COMO ADIÇÃO EM CONCRETOS**

Alisson Rodrigues de Oliveira Dias

Felipe Alves Amancio

Sarah Oliveira Lucas

Isa Lauren Ximenes de Sousa

Douglas Alexandre Lima

Helano Wilson Pimentel

Antônio Eduardo Bezerra Cabral

**DOI 10.22533/at.ed.89521080219**

## **CAPÍTULO 20.....284**

### **CONCRETO COM INCORPORAÇÃO DE CINZAS DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: ANÁLISE DE SUA EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE ALVENARIA**

Paula Fernanda Guedes

Leandro Vanalli

Frank Kiyoshi Hasse

Guilherme Perosso Alves

Talita Cristina Rezende

**DOI 10.22533/at.ed.89521080220**

## **CAPÍTULO 21.....309**

### **AVALIAÇÃO DE IMPLICAÇÕES QUÍMICAS DO USO DE LODO DE ETA (ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA) EM OBRAS DE ENGENHARIA**

Felipe Fernandes Santana

Kenia Parente Lopes Mendonça

Rafael Rocha da Silva

Pedro Ignácio Meneghetti Scheid

**DOI 10.22533/at.ed.89521080221**

## **CAPÍTULO 22.....317**

### **ANÁLISE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO E SUA ADEQUAÇÃO AO MERCADO DE TRABALHO**

Carolina Souza Orro Freitas

Chrystian Cleiderson Ventura

Gabriela Rosa Oliveira

Gustavo Augusto Froes Cardoso

Karina Marques Maciel Silva

**DOI 10.22533/at.ed.89521080222**

## **SOBRE OS ORGANIZADORES .....329**

## **ÍNDICE REMISSIVO.....330**

## ANÁLISE DOS ESFORÇOS SOLICITANTES EM EDIFÍCIOS DE CONCRETO ARMADO DEVIDO AOS EFEITOS CONSTRUTIVOS

*Data de aceite: 01/02/2021*

### **Meridiane Ferreira Barbosa**

Bacharela em Engenharia Civil pela Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns  
<http://lattes.cnpq.br/3396269494928114>

### **Hildo Augusto Santiago Filho**

Mestre em Engenharia Civil (Estruturas) pela Universidade Federal de Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/3136876404582016>

### **Fernando Artur Nogueira Silva**

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/7084105376262463>

### **Renato Guilherme da Silva Pereira**

Mestre em Engenharia Civil (Estruturas) pela Universidade Federal de Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/7428246113098089>

### **Giane Maria Vieira de Lira**

Mestra em engenharia civil pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP)  
<http://lattes.cnpq.br/3234994060544023>

**RESUMO:** A indústria da construção civil vem nos últimos anos sofrendo um crescimento, principalmente no setor da construção de edificações de concreto armado. Isso promove maior concorrência de mercado, como também necessidade de aceleração das etapas construtivas. Esses fatores fazem com que estruturas sejam carregadas cada vez mais precoces, não sendo respeitados os estados limites e de serviço previstos para a estrutura.

O objetivo principal do estudo foi analisar os efeitos causados pela não consideração dos efeitos construtivos na resistência das estruturas de concreto armado de edifícios. Estes dados foram analisados levando em conta os principais fatores que interferem na análise da estrutura, como o tempo, umidade do ambiente, temperatura, cura do concreto, caracterizando assim uma pesquisa experimental. A análise foi feita através do programa que utiliza o método dos elementos finitos, sendo possível assim fazer a comparação entre a estrutura analisada com os efeitos causados pelas características construtivas do elemento, e sem esses efeitos. Através da análise foi possível notar que na edificação em estudo foram levadas em conta o fato das cargas terem sido introduzidas de acordo com as etapas construtivas sobre as estruturas que foram moldadas e possuem valores de esforços solicitantes diferentes em cada pavimento daqueles que foram obtidas de maneira tradicional onde não são considerados os estágios de construção. Esses valores podem superar 30%, mostrando que devem ser consideradas os efeitos construtivos em todas as etapas de construção das edificações.

**PALAVRA-CHAVE:** Efeito construtivo, concreto armado, análise estrutural.

### ANALYSIS OF REQUIRING EFFORTS IN CONCRETE BUILDINGS DUE TO CONSTRUCTIVE EFFECTS

**ABSTRACT:** The construction industry has been growing in recent years, especially in the construction of reinforced concrete buildings.



This promotes greater market competition, as well as the need to accelerate the construction stages. These factors cause structures to be loaded more and more precocious, not respecting the limits and service states predicted for the structure. The main objective of the study was to analyze the effects caused by the non-consideration of the constructive effects on the resistance of the reinforced concrete structures of buildings. These data were analyzed taking into account the main factors that interfere in the analysis of the structure, such as the time, humidity of the environment, temperature, cure of the concrete, characterizing an experimental research. The analysis was done through the program that uses the finite element method, making it possible to compare the structure analyzed with the effects caused by the constructive characteristics of the element, and without these effects. Through the analysis it was possible to note that in the study building, it was taken into account the fact that the loads were introduced according to the constructive steps on the structures that were molded and have values of different stresses in each pavement of those that were obtained in a way where the stages of construction are not considered. These values can exceed 30%, showing that the constructive effects must be considered in all stages of building construction.

**KEYWORDS:** Constructive effect, reinforced concrete, structural analysis.

## 1 | INTRODUÇÃO

Durante todo o processo construtivo de estruturas de concreto armado existem influências de ações de cargas que podem causar diversos efeitos na estrutura, estes efeitos são derivados muitas vezes pelo efeito do tempo na estrutura.

Algumas propriedades do concreto como, por exemplo, módulo de deformação longitudinal e as resistências à tração ou à compressão sofrem contínua variação no decorrer do tempo, isso devido à diversas reações químicas provocadas pela hidratação do cimento. Além disso, o chamado envelhecimento do concreto ocorre praticamente em toda vida útil da estrutura, sendo mais acentuado os primeiros dias após a concretagem. (ARAÚJO, 2014)

Assim, o tempo altera as propriedades de resistência e deformação do concreto, muitas vezes essas alterações geram fissuras indesejáveis, que por sua vez geram a perda da rigidez da peça estrutural, gerando assim, maiores deformações ao longo da vida útil da estrutura.

Atualmente a maioria das estruturas são em formatos de pórticos espaciais de concreto armado e essas estruturas estão sendo colocadas em carga cada vez mais recentes, surge-se assim a necessidade de considerar esses efeitos ainda na fase de projeto.

Diversas estruturas de concreto armado vêm apresentando problemas estruturais devido aos carregamentos precoces, já que muitas vezes são carregados com idade da estrutura recente. Esses problemas geram, cada vez mais no âmbito da construção civil, necessidade de pesquisas de métodos e produtos que elevem a vida útil das estruturas de concreto armado, em outros termos aumentem a durabilidade da estrutura.

Alguns dos problemas estruturais causados por esse carregamento precoce são a fluência e a retração, elas são deformações no concreto causadas pelo efeito do tempo, a fluência é caracterizada pelo aumento da deformação mesmo se a estrutura estiver submetida a tensão constante, por sua vez, a retração é caracterizada como a redução do volume do material, geralmente causada pela perda de água por exsudação. Causam diversos problemas nas estruturas como trincas, fissuras, flechas em vigas e lajes, entre outros.

O referido estudo teve como objetivo, analisar os esforços solicitantes de edifícios de concreto armado devido aos efeitos construtivos, estes que sofrem influência dos efeitos do tempo no processo construtivo, primordialmente os esforços serão analisados de um modo tradicional, sem considerar os efeitos causados pelo carregamento dos múltiplos andares da estrutura, em seguida a mesma análise será feita considerando nas etapas da construção as cargas a que ela a estrutura estará submetida.

Este enfoque torna-se necessário no que tange as datas de retiradas dos escoramentos para que seja garantidas todas as condições de resistência e deformabilidade instituídas pelas normas específicas, sendo que a retirada precoce dos escoramentos faz com que a estrutura suporte cargas para as quais ela ainda não está totalmente madura para suportar, gerando assim deformações excessivas nas estruturas que podem comprometer o funcionamento adequado da estrutura.

A modelagem do estudo foi feita no SAP2000. Trata-se de um programa de análise tridimensional de estruturas, que permite a utilização de análises lineares e não-lineares estáticas e dinâmicas para desenvolvimento das estruturas.

## **2 | EFEITOS CONSTRUTIVOS EM EDIFÍCIOS DE CONCRETO ARMADO**

As construções de concreto armado estão submetidas a esforços durante toda a fase de construção, muitos deles são influenciados pelo processo construtivo e podem superar a capacidade de resistência da estrutura que foi definida no projeto estrutural. Muitas vezes os pavimentos que foram recentemente concretados são postos em carga muito rapidamente com outros pavimentos também recém concretados, isto pode levar a fissuração prematura dos pavimentos assim como maiores deformações ao longo do tempo (PRADO, 2002).

A norma brasileira NBR 14931 (ABNT, 2003), recomenda que nenhuma carga deve ser imposta e nenhum escoramento removido de qualquer parte da estrutura enquanto não houver certeza de que os elementos estruturais tem resistência suficiente para suportar com segurança as ações a que estarão sujeitos, ou seja, os sistemas de escoramento só podem ser removidos quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuarem e não levar a deformações inaceitáveis, tomando como base o tempo para o concreto adquirir resistência pretendida é 28 dias.

Os efeitos construtivos são derivados das práticas adotadas durante a execução da estrutura, e estas ações devem ser consideradas nos projetos estruturais como permanentes para fins de dimensionamento no estado limite último. Segundo Prado et al. (1998, apud SALVADOR, 2007) as ações construtivas são o resultado de vários esquemas estáticos com ações temporárias diferentes, muitas vezes decorrentes de diversos procedimentos necessários para a concretagem de cada pavimento.

Além de todo processo construtivo realizado para a execução de pavimentos em concreto armado, escoras, reescoras e lajes de concreto são muitas vezes solicitados com carregamentos de construção além dos previstos em projeto, muitas vezes o concreto não adquiriu resistência suficiente. Assim, nota-se que a consideração das ações de construção nas estruturas de concreto é de suma importância para a garantia de segurança de uma obra (FREITAS, 2004).

Chen (1993) afirma que grande parcela das ações permanentes que agem sobre as estruturas de concreto atuam durante a fase executiva, fase em que a mesma ainda não está suficientemente pronta para suportar tal carregamento.

Os esforços solicitantes de edifícios de concreto armado devido aos efeitos construtivos são influenciados pelo efeito do tempo, já que muitas vezes não são respeitadas as datas de retiradas dos escoramentos para que sejam garantidas todas as condições de resistência e deformabilidade instituídas pelas normas específicas.

Nesta perspectiva, alguns problemas patológicos como fissuras e fendas muitas vezes ocorrem justamente pela não consideração das ações de carga, e acabam levando a estrutura à declínio.

Lee et al. (1991) afirma que cerca de 70% dos colapsos de estruturas de concreto armado tem origem em problemas construtivos (estudos realizados na antiga União Soviética), entre esses problemas incluem-se aplicação de cargas não previstas para a estrutura além de remoção prematura das escoras.

Assim, a proposta de estudo considera a sequência norma do processo construtivo, em estágios, sendo que os resultados obtidos são muito próximos aos reais, já que todo o procedimento leva em conta todo o cronograma, incluindo sobreposição gradual dos pavimentos e consideração das várias etapas construtivas, estas com suas características tanto de resistência como deformabilidade da estrutura obtidas em função do tempo de amadurecimento do concreto.

### **3 | MATERIAIS E MÉTODOS**

O objeto em estudo foi um edifício fictício composto por 45 pavimentos, incluindo pórticos espaciais de concreto com pilares, vigas e lajes de dimensões únicas para os 45 pavimentos:

Foram enumerados os pilares de canto, intermediário e as vigas, como estão

identificados na figura 1 a seguir.

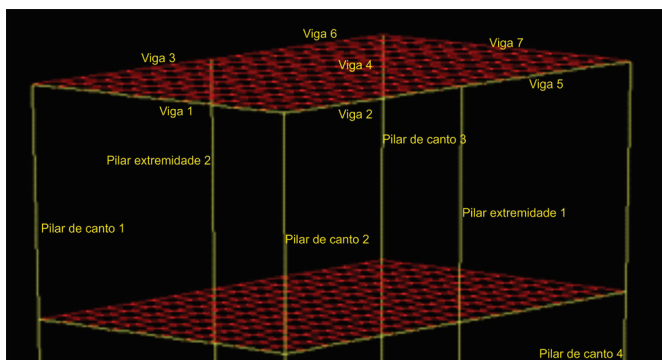


Figura 1- identificação dos elementos estruturais

Fonte: Autor (2017)

Pilares = 20 cm x 80 cm

Vigas = 20cm x 60 cm

Lajes = 15 cm

Para dados do projeto são considerados o concreto utilizado com resistência característica  $f_{ck}$  35 MPa e o módulo de elasticidade  $E_c = 28.160$  MPa, e peso específico 25 kN/m<sup>3</sup>. A geometria analisada é um modelo exclusivo para este estudo, não constituindo uma estrutura real.

A modelagem do estudo foi feita no SAP2000 que é um programa de análise tridimensional de estruturas, que permite a utilização de análises lineares e não-lineares estáticas e dinâmicas para desenvolvimento das estruturas, neste estudo considera-se os efeitos construtivos através de modelagens lineares e não-lineares utilizando o Método dos Elementos Finitos.

Para modelagem da estrutura foram considerados 45 estágios, cada estágio correspondendo a um pavimento da edificação, foi adotado como período de duração de cada estágio 7 (sete) dias, baseado em situações reais para construção de edificações de múltiplos andares.

Através da análise não linear busca-se levar em consideração os estágios de construção e modelação da estrutura de maneira realista com o comportamento da estrutura em condições reais de execução, ou seja, o comportamento da estrutura com relação as etapas de construção dos pavimentos, onde são erguidos um a um, e a ação das cargas nas estruturas.

Foram analisados os coeficientes relativos a retração e a fluência na estrutura,

sendo que eles estão relacionados aos efeitos do tempo e os efeitos construtivos. Para efeitos do tempo foram considerados os seguintes valores para os parâmetros do concreto:

Para cálculo da resistência média do concreto aos 28 dias de idade é necessário levar em conta alguns fatores, assim o coeficiente S depende do tipo de cimento empregado no concreto.

$S = 0,25$  (cimentos de endurecimento normal – cimento comum CP I e cimento composto CP II)

Umidade relativa do ar = 70%

Espessura fictícia de 0,16 m para pilares e 0,13 m para lajes e vigas

Toda seção transversal das peças está em contato com o ambiente

Idade de início da retração = 0 dias

Idade máxima = 10.00 dias

Os estágios de carga foram aplicados de forma incremental. A figura 2 ilustra bem esse processo.

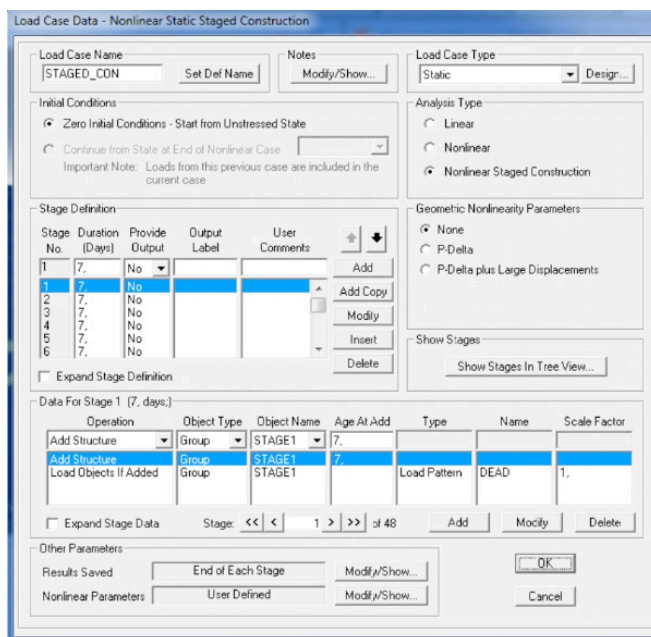


Figura 2- Aplicação dos diversos estágios de carga

Fonte: Autor (2017)

Na figura 3 é possível notar a evolução do módulo de elasticidade do concreto da estrutura com o tempo.

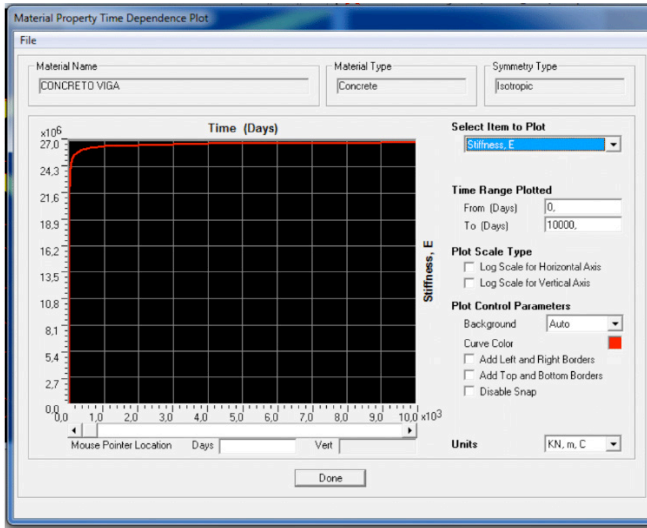


Figura 3 - Evolução do módulo de elasticidade com o tempo

Fonte: Autor (2017)

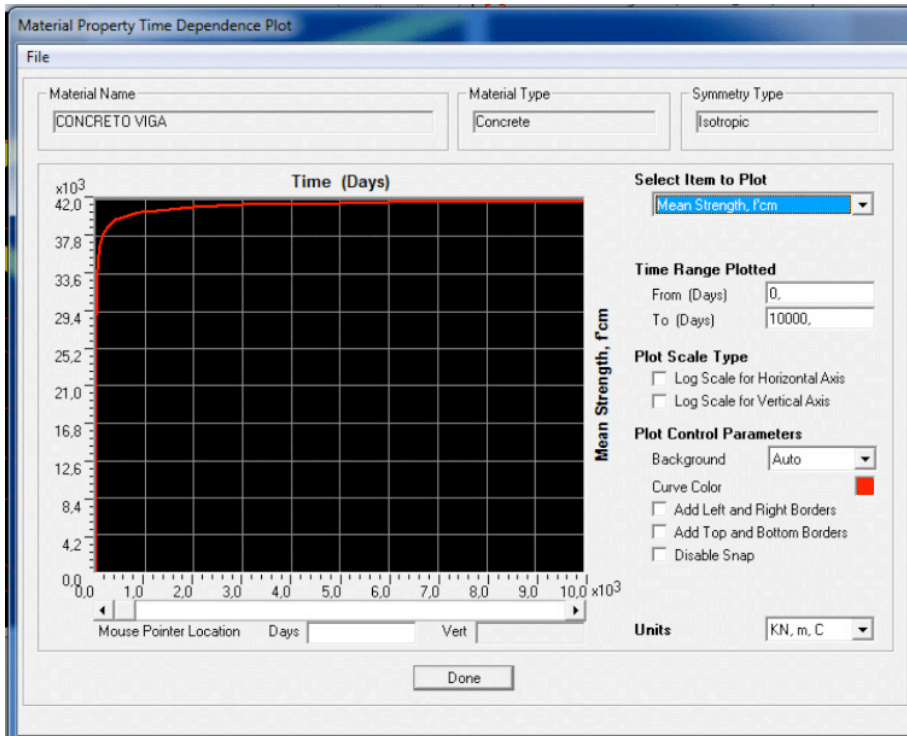


Figura 4 – Evolução da resistência à compressão com o tempo

Fonte: Autor (2017)

A Figura 5 representa o diagrama tensão x deformação do concreto utilizado nas modelagens, em acordo com as recomendações da NBR 6118/2014.

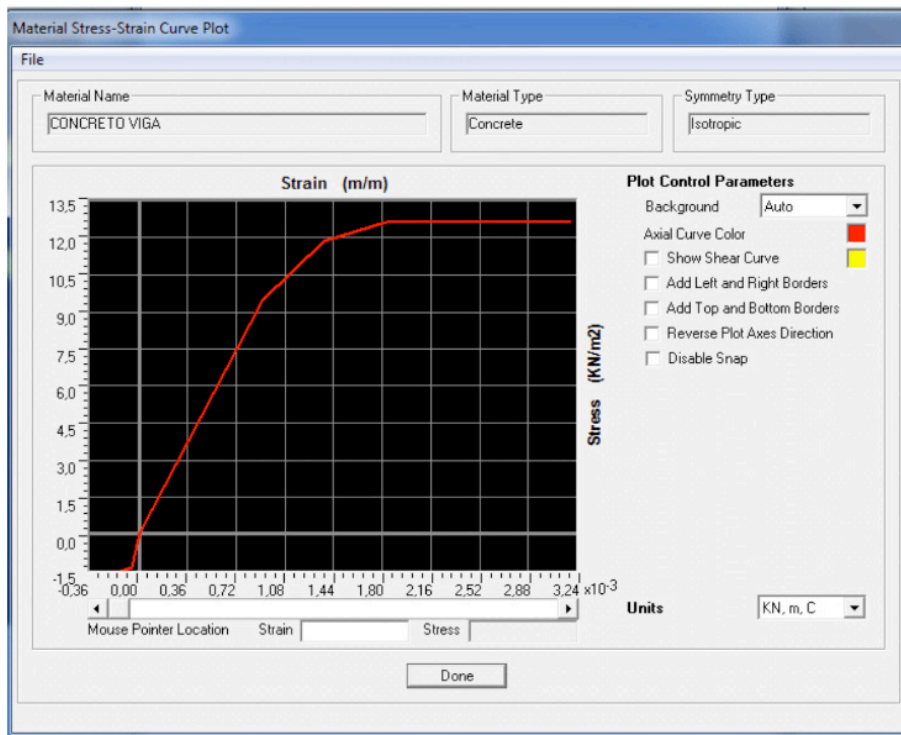


Figura 5 – Diagrama Tensão x Deformação

Fonte: Autor (2017)

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados consistiu na análise do primeiro e do último pavimento, já que o primeiro tem que suportar todos os pavimentos acima, e o último não tem nenhuma sobrecarga devido ao peso próprio da estrutura.

<b>PAVIMENTO 1</b>			
<b>Pilar de canto 1, 2, 3 e 4</b>	<i>DEAD'</i>	<i>STAGED_CON<sup>o</sup></i>	<i>Diferença %<sup>3</sup></i>
Esforço cortante (v)(kN)	-2,71	-3,10	14,4
Momento Fletor (M) (kN·m)	-2,49 à 5,64	-3,29 à 6,07	13,3
<b>Pilar intermediário 1</b>			
Esforço cortante (v)(kN)	$-4,60 \times 10^{-13}$	$3,50 \times 10^{-14}$	*
Momento Fletor (M) (kN·m)	$8,64 \times 10^{-2}$ à $1,0 \times 10^{-11}$	$-1,38 \times 10^{-12}$ à $1,48 \times 10^{-12}$	*
<b>Pilar intermediário 2</b>			
Esforço cortante (v)(kN)	$-4,17 \times 10^{-14}$	$-6,52 \times 10^{-14}$	*
Momento Fletor (M) (kN·m)	$9,87 \times 10^{-12}$ à $1,01 \times 10^{-11}$	$-1,33 \times 10^{-12}$ à $1,52 \times 10^{-12}$	*
<b>Vigas 1 e 7</b>			
Esforço cortante (V)(kN)	-16,13 à +16,13	-15,58 à + 15,58	4,0
Momento Fletor (M) (kN·m)	-6,63 à + 6,63 ( $M_{\text{máx}}=16,21$ )	-6,51 à + 6,51 ( $M_{\text{máx}}=16,29$ )	0,5
<b>Vigas 2 e 3</b>			
Esforço cortante (v)(kN)	-13,91 à 11,12	-14,02 à 9,57	6,0
Momento Fletor (M) (kN·m)	-10,55 à -6,94 ( $M_{\text{máx}}=5,63$ )	-11,27 à 6,03 ( $M_{\text{máx}}=5,67$ )	6,3
<b>Vigas 5 e 6</b>			
Esforço cortante (v)(kN)	-11,12 à 13,91	-9,77 à 14,01	5,0
Momento Fletor (M) (kN·m)	-6,94 à -10,55 ( $M_{\text{máx}}=5,63$ )	-6,03 à -11,27 ( $M_{\text{máx}}=5,70$ )	1,2
<b>Vigas 4</b>			
Esforço cortante (v)(kN)	-25,28 à 25,28	- 25,34 à 25,34	0,2
Momento Fletor (M) (kN·m)	-11,03 à 11,03 ( $M_{\text{máx}}=25,72$ )	11,20 à 11,20 ( $M_{\text{máx}}=26,00$ )	0,1
<b>PAVIMENTO 45</b>			
Pilar de canto 1 e 2			
Esforço cortante (v)(kN)	-12,86	-9,70	30,0
Momento Fletor (M) (kN·m)	-15,62 à 22,96	-11,28 à 17,81	33,0
<b>Pilar de canto 3 e 4</b>			
Esforço cortante (v)(kN)	12,86	9,70	30,0
Momento Fletor (M) (kN·m)	15,62 à -22,96	11,28 à -17,81	33,0
<b>Pilar intermediário 1</b>			
Esforço cortante (v)(kN)	$-9,11 \times 10^{-13}$	$2,21 \times 10^{-12}$	*
Momento Fletor (M) (kN·m)	$5,89 \times 10^{-13}$ à $-2,14 \times 10^{-12}$	$3,18 \times 10^{-12}$ à $-3,51 \times 10^{-12}$	*
<b>Pilar intermediário 2</b>			



Esforço cortante (v)(kN)	$-1,3 \times 10^{-11}$	$-1,19 \times 10^{-12}$	*
Momento Fletor (M) (kN·m)	$-1,15 \times 10^{-11}$ à $2,73 \times 10^{-11}$	$-1,61 \times 10^{-12}$ à $-4,35 \times 10^{-12}$	*
<b>Vigas 1 e 7</b>			
Esforço cortante (V)(kN)	-16,2 à +16,22	-15,58 à 15,58	4,1
Momento Fletor (M) (kN·m)	-4,05 à -4,05 ( $M_{\max}=19,04$ )	-3,87 à -3,87 ( $M_{\max}=19,12$ )	0,42
<b>Vigas 2 e 3</b>			
Esforço cortante (v)(kN)	-19,48 à 6,62	-16,58 à 8,54	4,0
Momento Fletor (M) (kN·m)	-19,35 à 4,06 ( $M_{\max}=8,95$ )	-14,66 à 1,28 ( $M_{\max}=7,23$ )	24,8
<b>Vigas 5 e 6</b>			
Esforço cortante (v)(kN)	-6,62 à 19,48	-8,54 à 16,58	4,0
Momento Fletor (M) (kN·m)	4,06 à -19,35	-1,28 à 14,58 ( $M_{\max}=7,72$ )	24,0
<b>Vigas 4</b>			
Esforço cortante (v)(kN)	-23,34 à 23,34	-24,12 à 24,12	3,4
Momento Fletor (M) (kN·m)	-6,78 à 6,78 ( $M_{\max}=27,87$ )	-6,97 à -6,97 ( $M_{\max}=28,82$ )	3,4

- 1 – Sem considerar os efeitos construtivos
  - 2 – Considerando os efeitos construtivos (um pavimento sobre o outro)
  - 3 – percentual aproximado considerando a diferença entre os valores
- \* – Valores irrelevantes para o estudo

Quadro 1 – Comparação das ações de carga entre o modelo Dead (não considera os efeitos construtivos) e o modelo Staged\_con (considera os efeitos construtivos – Construção em estágios)

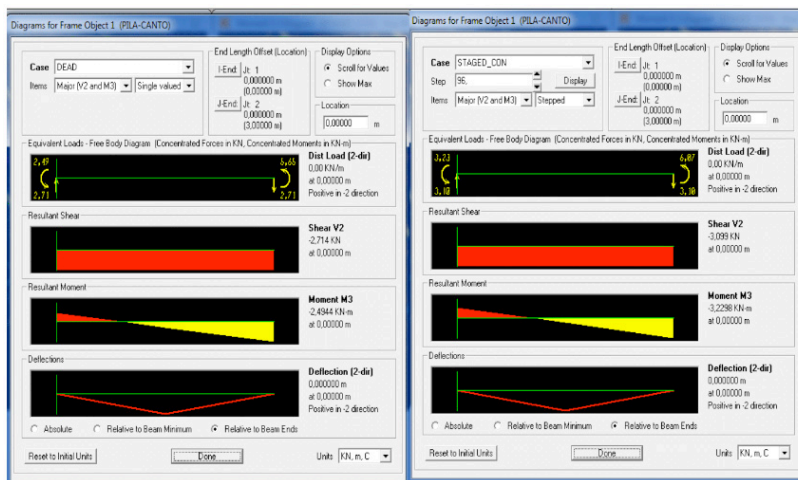


Figura 6 - Valores do Efeito Cortante e do Momento Fletor Pilar de canto 2 no modo DEAD e STAGED\_CON respectivamente

Fonte: Autor (2017)

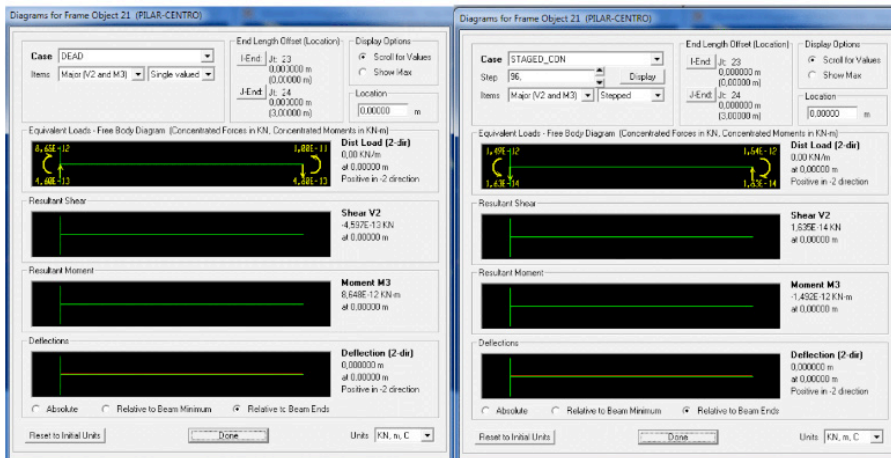


Figura 7 - valores do Efeito Cortante e do Momento Fletor Pilar Intermediário 1 no modo DEAD e STAGED\_CON

Fonte: Autor (2017)

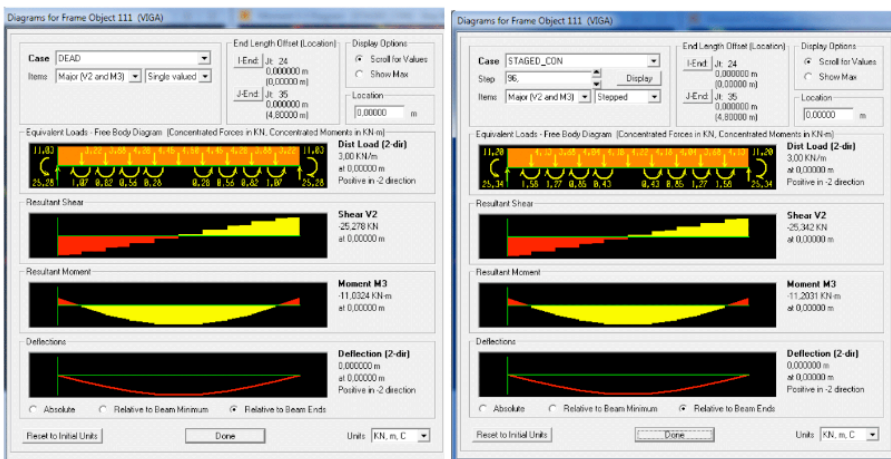


Figura 8 - Valores do Efeito Cortante e do Momento Fletor viga 4 pavimento 1 no modo DEAD e STAGED\_CON

Fonte: Autor (2017)

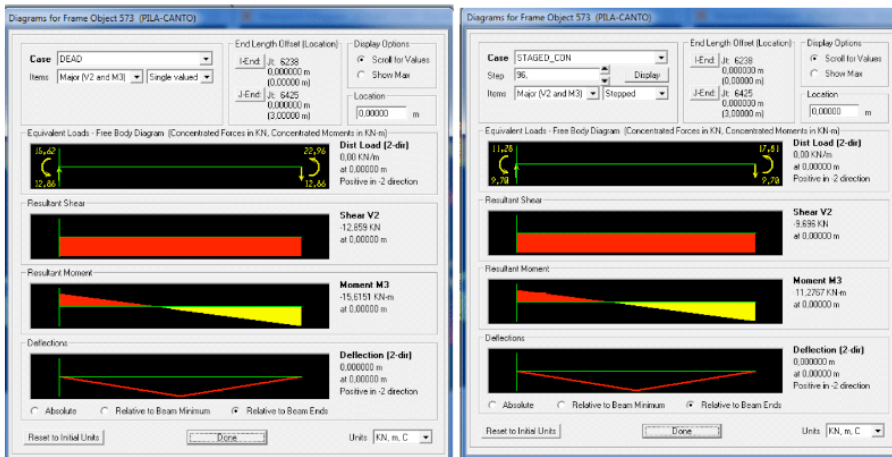


Figura 9 - valores do Efeito Cortante e do Momento Fletor no pilar de canto 2 no 45° pavimento no modo DEAD e STAGED\_CON

Fonte: Autor (2017)

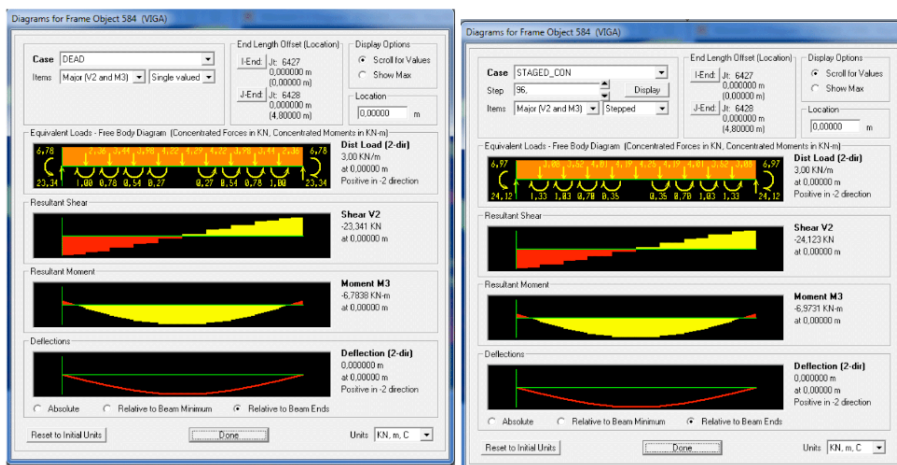


Figura 10 - Valores do Efeito Cortante e do Momento Fletor viga 4 do 45° pavimento no modo DEAD e STAGED\_CON

Fonte: Autor (2017)

Sendo assim, durante o estudo é possível identificar e avaliar os efeitos causados pelas características construtivas no elemento estudado. Portanto, fica claro a importância do dimensionamento da estrutura levando em conta as etapas construtivas. Nesse sentido, nota-se que alguns valores tiveram diferenças mínúsculas, no entanto, outros tiveram valores que passaram dos 30% de diferença, um percentual enorme quando se trata de um edifício destas dimensões, sendo que a não adoção de medidas construtivas faz com haja

problemas patológicos.

## 5 | CONCLUSÃO

A importância dos efeitos construtivos está relacionada ao melhor dimensionamento das estruturas e melhor aproveitamento no que tange execução do projeto, levando em conta que a vida útil da estrutura está diretamente relacionada às características construtivas, a partir deste estudo torna-se claro a necessidade de melhores práticas construtivas, respeitando os tempos da estrutura, as etapas construtivas, e a qualidade dos materiais.

Nota-se de forma clara que na edificação em estudo foram levadas em conta o fato das cargas serem introduzidas de acordo com as etapas construtivas sobre as estruturas que foram moldadas e que, possuem valores de esforços solicitantes diferentes em cada pavimento daqueles que foram obtidas de maneira tradicional onde não são considerados os estágios de construção.

Os percentuais encontrados em algumas peças tornam-se imperceptíveis como nos pilares intermediários, no entanto, quando a comparação é entre vigas e outros pilares esses percentuais são um pouco maiores, passando dos 30%, valores que devem ser considerados nas etapas construtivos.

Portanto, torna-se claro a necessidade de respeito as etapas construtivas do projeto, para que não haja problemas na estrutura, sendo que elas ainda podem não suportar as cargas para as quais estão sendo postas.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, José Milton de. **Curso de concreto armado**. v.l. 3.ed. Rio Grande: Dunas, 2014.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931 (2004) **Estruturas de Concreto Armado**.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118 (2014) **Execução de estruturas de concreto - Procedimento**

CHEN, W. F.; ROSOWSKY, D. V.; EL-SHAHHAT, A. M. **Construction Safety of Multistory Concrete Buildings**. ACI Structural Journal, v. 90, n. 4, p. 335-341, Julho-Agosto, 1993.

FREITAS, A. A. (2004). **Situações críticas no projeto de edifícios de concreto armado submetidos a ações de construção**. São Carlos, 2004. 103p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.

LEE, H. M.; LIU, X. L.; CHEN, W. F. (1991). **Analysis of Concrete Buildings During Construction**. *Journal of Structural Engineering*. V. 117, n. 10, p. 3135-3148, outubro.

PRADO, J.F.M.A. (1999). **Estruturas de edifícios em concreto armado submetidas a ações de construção**. São Carlos, 1999. 184p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SALVADOR, P. F. **Influência dos Ciclos de Execução nas Deformações das Estruturas de Concreto Armado de Edifícios de Andares Múltiplos.** 2007. 141p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

SILVA, R.C. **Vigas de concreto armado com telas soldadas: análise teórica e experimental da resistência à força cortante e do controle da fissuração.** Tese (Doutorado), São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, Departamento de Engenharia de Estruturas, 2003, 328p

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abastecimento 3, 6, 7, 8, 173, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 221, 286, 306

Agroindustrial 284, 285, 286, 304, 305

Água 181

Alumínio 287, 309, 312, 314, 315

Alvenaria 2, 6, 7, 12, 13, 145, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 259, 260, 261, 284, 286, 291, 292, 298, 304, 305, 306, 307, 308

Análise estrutural 23, 160, 182, 187

Ancoragem 5, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 229

Armado 10, 11, 13, 22, 23, 24, 25, 26, 35, 36, 37, 38, 44, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 59, 76, 77, 80, 87, 88, 91, 92, 106, 107, 108, 114, 118, 119, 145, 146, 147, 150, 160, 162, 172, 235, 236, 237, 239, 240, 242, 244, 245, 246, 291

### C

Canal de acesso 214, 216, 219, 224, 225, 226, 228, 232, 233

Capacidade 12, 25, 38, 39, 47, 58, 63, 78, 95, 100, 106, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 125, 145, 147, 162, 163, 201, 214, 216, 217, 219, 232, 247, 250, 251, 258, 284, 309, 314

Carbono 13, 37, 38, 39, 44, 48, 50, 51, 106, 107, 108, 110, 113, 114, 117, 118, 119, 121, 286, 289

Cimento 11, 14, 16, 17, 20, 21, 24, 28, 63, 79, 82, 93, 95, 96, 97, 98, 103, 104, 105, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 271, 273, 275, 276, 280, 281, 282, 284, 286, 287, 288, 289, 291, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 304, 305, 306, 307, 315

Cisalhamento 12, 13, 37, 38, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 107, 108, 119, 259, 261

Concreto 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 66, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 114, 117, 118, 119, 124, 130, 132, 133, 134, 144, 145, 146, 147, 150, 159, 160, 162, 172, 183, 184, 189, 190, 191, 196, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 259, 271, 272, 273, 274, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291, 292, 293, 294, 296, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 309, 311

Construção 1, 2, 6, 9, 11, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32, 35, 38, 39, 51, 53, 62, 78, 94, 95, 96, 104, 121, 146, 160, 162, 166, 172, 183, 187, 196, 201, 236, 237, 240, 241, 244, 245, 246,

248, 249, 251, 252, 253, 255, 260, 261, 264, 265, 269, 270, 271, 272, 281, 284, 285, 286, 291, 307, 308, 310, 314, 315, 318, 326

Custos 94, 96, 103, 104, 105, 146, 162, 166, 176, 215, 251, 288

## **D**

Deformação 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 24, 25, 30, 39, 40, 41, 43, 44, 48, 49, 50, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 77, 84, 87, 106, 115, 116, 117, 118, 149, 165, 167, 239, 260

Discentes 317, 318, 319, 320, 324, 325, 327

Durabilidade 17, 22, 24, 77, 78, 79, 91, 96, 99, 120, 121, 133, 183, 184, 238, 239, 251, 270, 272, 273, 276, 307

## **E**

Efeito construtivo 23

Egressos 317, 318, 319, 320, 322, 323, 324, 325, 326, 327

Elástica 10, 14, 15, 43, 156

Elementos finitos 23, 27, 37, 39, 50, 144

Engenharia civil 1, 9, 22, 23, 36, 37, 51, 52, 94, 106, 118, 119, 120, 133, 134, 160, 161, 181, 182, 235, 236, 237, 240, 245, 246, 271, 281, 309, 315, 317, 318, 320, 323, 324, 325, 326, 327, 328

Enrijecido 145

Ensino 269, 317, 318, 320, 321, 325, 328

Escória 96, 239, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280

Estabilidade 98, 145, 147, 149, 150, 155, 159, 160, 161, 163, 165, 167, 171, 172, 238, 260, 261, 314

Estabilização 145, 150, 151, 282, 309, 314, 315, 316

Estribo 52, 54, 60, 68

Estrutura 11, 12, 14, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 34, 35, 38, 39, 43, 86, 87, 133, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 161, 162, 163, 164, 165, 168, 171, 172, 177, 183, 184, 195, 196, 213, 224, 237, 238, 239, 240, 244, 245, 248, 251, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 266, 269, 274, 282, 288, 291, 318, 319, 322, 323, 324, 327, 328

## **F**

Fabricação 2, 98, 146, 147, 149, 166, 235, 237, 240, 243, 244, 245, 249, 261, 273, 286, 298, 299, 329

Fibras 37, 39, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 106, 107, 108, 110, 113, 118, 119

Fissuras 12, 13, 20, 24, 25, 26, 38, 49, 55, 56, 58, 59, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 91, 111, 112, 145, 163, 192, 193, 194, 303, 304

Flexão 50, 54, 55, 57, 66, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 87, 88, 89, 91, 92, 106, 108, 109, 111, 112,

113, 115, 118, 119, 156, 164, 258, 259

Fluência 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 27, 77, 134

Fluxo 123, 175, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 206, 223, 254, 258

Fundeio 214, 216, 221, 225, 228, 229, 230, 232, 233

## **H**

Hidrômetro 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181

## **L**

Lenta 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21

Ligação 5, 7, 8, 107, 158, 159, 161, 163, 170, 171, 261

Lodo 309, 310, 311, 314, 315, 316

## **M**

Manutenção 4, 94, 131, 174, 182, 183, 195, 196, 198, 251, 255, 287

Mercado de trabalho 317, 318, 319, 320, 322, 324, 325, 326, 327, 328

Metacaulim 94, 96, 97, 98, 104, 105, 120, 121, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 245

Metálica 161, 162, 194, 195

## **P**

Pasta cimentícia 79, 120, 126, 128

Patologia 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 22, 51, 182

Patológica 20, 21

Perda de carga 173, 177, 179, 180

Pico 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 107, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 208

Pontes 95, 182, 183, 184, 187, 196

Pórtico 145, 147, 149, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 169, 170, 171, 261

Portos 214, 216, 219, 220, 221, 231, 232, 233, 310

Projeto 1, 2, 3, 4, 9, 22, 24, 25, 26, 27, 35, 38, 39, 52, 58, 60, 76, 91, 92, 104, 118, 146, 147, 160, 161, 163, 166, 167, 168, 172, 180, 182, 187, 196, 199, 200, 201, 202, 212, 215, 216, 217, 218, 220, 224, 231, 232, 237, 244, 245, 247, 248, 249, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 260, 263, 264, 266, 268, 269, 310, 315, 327

Propriedades mecânicas 120, 167, 272, 273, 276, 278, 280

## **Q**

Qualidade 1, 2, 3, 9, 17, 35, 91, 96, 98, 100, 146, 162, 167, 175, 180, 198, 235, 238, 240, 243, 244, 245, 247, 250, 251, 252, 255, 256, 291, 317, 318, 320, 321, 322, 327, 328



## **R**

Redução 13, 25, 38, 52, 79, 91, 94, 97, 98, 115, 116, 121, 131, 146, 147, 149, 150, 158, 159, 166, 174, 215, 237, 255, 261, 271, 279, 280, 284, 285, 288, 292, 310

Reforço 37, 38, 39, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 72, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 166, 183, 196

## **S**

Sinal 22, 197, 198, 203, 204, 205, 207, 210, 211, 212

Sustentabilidade 79, 121, 236, 247, 248, 250, 251, 253, 269, 270, 272, 282, 284, 285

## **T**

Transito 211, 212

## **V**

Veículos 38, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 205, 206, 208, 209, 210, 211

Viadutos 182, 183, 184, 187, 191, 195, 196

Vigas 12, 13, 22, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 44, 45, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 88, 91, 92, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 152, 156, 159, 164, 188, 189, 190, 238, 260, 261, 291

# FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 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) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

# FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 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) 

Atena  
Editora

Ano 2021