

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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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^ª 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^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª 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^ª 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^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

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 ORGANIZADORES329

ÍNDICE REMISSIVO.....330

CAPÍTULO 15

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

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 17/12/2020

Luiz Mauro Duarte Brandolt

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas (Ifam)
Manaus - AM

Irauna Maiconá Rodrigues de Carvalho

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas (Ifam)
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/8353952986090634>

Cristhian Vasconcelos Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas (Ifam)
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/0963069009733722>

Juliana Christine da Silva Granja

Faculdade Unyleya
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/9170678394771564>

RESUMO: Este presente artigo tem como objetivo a análise do fluxo de carros em horário de pico, no sinal do cruzamento entre a avenida das torres e a rua barão do rio branco, localizadas na cidade de Manaus, estado do Amazonas, com o intuito de constatar a possível necessidade de remoção do sinal no cruzamento, sinal este que causa um grande gargalo na avenida das torres, sendo ela, uma via de alta velocidade e conexão entre a zona centro-sul e extremo norte

da cidade.

PALAVRAS-CHAVE: Fluxo; Veículos; Sinal; Trânsito; Horário de pico.

ABSTRACT: This present article has as objective the analysis of the car flux in a rush hour, in the crossing sign between the Torres Avenue and the Barão do Rio Branco Street, located in the city of Manaus, amazon state, with the purpose of verify the possible removal need of the crossing sign, this sign that causes a huge bottleneck in the Torres avenue, being it, a high speed route and connection between the central-south zone and the extreme north of the city.

KEYWORDS: Flux; Vehicles; signal; traffic; rush hour.

1 | INTRODUÇÃO

O trânsito nas grandes cidades do país aumentou de uma forma abrupta a partir do ano de 2015 até o presente momento, esse pico anormal de crescimento de veículos nas grandes metrópoles, se da em boa parte devido a popularização dos novos meios de transportes tais como os aplicativos da Uber, Cabify, 99pop entre outros. O crescimento exponencial desses aplicativos retirou uma grande parte das pessoas que utilizavam o transporte público onde o mesmo normalmente é composto por ônibus, os quais transportam uma quantidade bem maior de pessoas por metro quadrado, assim então, o aumento de carros por pessoa foi algo inevitável. A avenida das torres é uma

das maiores avenidas de toda a cidade do Amazonas, apresentando uma extensão de 17,4 quilômetros de distância, interliga o extremo norte da cidade com a zona centro-sul da cidade, uma grande avenida para rápido acesso de uma ponta a outra da cidade, porém a mesma vem apresentando grandes gargalos mesmo fora de horário de pico, gargalos esses que geralmente se encontram em sinais indevidos e retornos mal projetados, a seguir será executado uma análise do sinal que mais causa gargalo no momento, sinal esse que se encontra no cruzamento entre a avenida das Torres e a rua Barão do Rio Branco, com o intuito de otimizar o fluxo da avenida.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Trânsito

Segundo o departamento estadual de trânsito do Amazonas (DETRAN-AM), a frota de veículos registrada na cidade de Manaus aumentou quase 11,2% entre 2018 a 2020. Um notável crescimento, contribuindo para o aumento do fluxo de carros e trânsito. A média de emplacamentos entre os anos de 2016 a 2019 mais que dobrou também, onde a média mensal de emplacamento em 2016 era de 1,4 mil, atingido a marca de 3,4 mil emplacamentos mensais em 2019 segundo o departamento estadual de trânsito do Amazonas (DETRAN-AM).

O congestionamento das vias causa muitos prejuízos indiretos para o estado e para a população, o fato de ter de acordar mais cedo para chegar ao trabalho a tempo, privando-se de um sono regular e necessário para a manutenção do corpo, prejudicando gradualmente a saúde, atrasos em órgãos estaduais, empresas e comércio causando assim uma perda de produtividade, de vendas, de faturamento entre outros. É fato que um trânsito melhor afeta a qualidade de vida de todos os cidadãos e até mesmo do próprio município.

O transporte público eficiente é a solução para a maior parte dos problemas no trânsito das grandes cidades brasileiras. Nos últimos dez anos, a frota de veículos do País dobrou, chegando a 60 milhões de unidades. O impacto nas vias urbanas é visível nas grandes cidades e em municípios de médio porte, que já sofrem com o caos dos engarrafamentos.

No entanto, para garantir que o trânsito aconteça satisfatoriamente, não basta apenas atender às demandas por mobilidade dos transeuntes; sua acessibilidade também é de vital importância. Vasconcelos (1985, p.26) considera a acessibilidade “a facilidade (ou dificuldade) com que os locais da cidade são atingidos pelas pessoas e mercadorias, medida pelo tempo e pelo custo envolvido”.

Segundo Cardoso (2008), existiriam duas categorias de acessibilidade: a acessibilidade ao sistema de transporte (mede a facilidade de o usuário acessar o sistema de transporte coletivo em sua região de moradia, trabalho, etc.) e a acessibilidade a destinos (mede após o acesso ao sistema de transporte, a facilidade de se chegar ao

destino desejado). Sendo assim não é suficiente ter condições de fazer uso do sistema (que garante a mobilidade), se não há a possibilidade de acesso ao local de chegada (acessibilidade a destinos) e vice-versa.

As cidades têm sido moldadas para atender unicamente ao automóvel, arrastando o transporte público sem prioridade para uma crise de perda de atratividade. Tal política impõe uma das piores iniquidades - a da acessibilidade. Cria dois tipos de cidadãos: aqueles que possuem automóveis, e aqueles que não possuem e dependem do transporte público (Neto, 2004).

2.2 Veículos representativos para o estudo

O Highway Capacity Manual - HCM, ano 2000, analisa a influência dos diferentes tipos de veículos (caminhões, ônibus e veículos de recreio) de várias maneiras, em função do tipo de via, da extensão do trecho, do tipo de terreno, dos greides, do número de faixas da via, e das faixas de tráfego em estudo. Para alguns casos define equivalentes dos diversos tipos de veículos em unidades de carros de passeio, em outros utiliza a proporção desses veículos no fluxo de tráfego, ou a porcentagem representada pelos veículos pesados dentro do volume total, ou ainda considera que os resultados independem dos tipos de veículos, etc.

Com a aprovação do Projeto de Lei nº 3267, de 2019, onde o mesmo aprova a utilização dos corredores de trânsito por meio das motocicletas, as mesmas acabam impactando o trânsito de forma mínima na situação mencionada, assim então sendo excluídas da análise do trabalho.

Nesse estudo então utilizaremos todos os veículos motorizados com exceção da motocicleta para serem inseridos no cálculo, sendo eles: Ônibus Pesado, Ônibus Médio, Ônibus Leve, Carro Grande, Carro Médio, Carro Pequeno, Utilitário, Micro-ônibus, Pick-up, Reboque/Semirreboque, Caminhão Pesado, Caminhão Médio, Caminhão Leve.

2.3 Volume de tráfego

Segundo (INSTITUTO..., 2006), Define-se Volume de Tráfego (ou Fluxo de Tráfego) como o número de veículos que passam por uma seção de uma via, ou de uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo. É expresso normalmente em veículos/dia (vpd) ou veículos/hora (vph).

Então: $\text{Volume} = N/T$ (1); Onde: N: é o número de veículos; T: é o tempo definido.

2.3.1 Volume horário

Segundo (INSTITUTO..., 2006). Para analisar as variações do fluxo de tráfego durante o dia, adota-se a hora para unidade de tempo, chegando-se ao conceito de Volume Horário (VH): número total de veículos trafegando em uma determinada hora.

Então: $\text{VH} = N/H$ (2); Onde: N: é o número de veículos; H: é uma hora.

2.4 Variações dos volumes de tráfego

Uma das características mais importantes do fluxo de tráfego é sua variação generalizada: varia dentro da hora, do dia, da semana, do mês e do ano, além de, no mesmo local, variar segundo a faixa de tráfego analisada (INSTITUTO..., 2006).

2.4.1 *Variações durante o dia*

Os volumes horários variam ao longo do dia, apresentando pontos máximos acentuados, designados por picos. A compreensão destas variações é de fundamental importância, uma vez que é no horário de pico que necessariamente deverão ocorrer os eventos mais relevantes. Na expansão de contagens de algumas horas para o dia todo, a precisão da estimativa dependerá sempre do conhecimento dos padrões de flutuação dos volumes.

2.4.2 *Horas de pico*

As Horas de Pico, contendo os maiores volumes de veículos de uma via em um determinado dia, variam de local para local, mas tendem a se manter estáveis em um mesmo local, no mesmo dia da semana. Enquanto a hora de pico em um determinado local tende a se manter estável, o seu volume varia dentro da semana e ao longo do ano. Segundo (INSTITUTO..., 2006), O conhecimento dos períodos de pico é de grande importância, porque o mais comum é não se dispor de contagens durante todo o ano para determinar os volumes da hora de projeto escolhida, tendo-se que efetuar contagens em uma única época do ano para poder estimar o volume da hora de projeto. Considerando que o ano tem 365 dias, cada um com o seu período de pico, o volume horário de projeto é fatalmente muito próximo de um dos volumes de pico do ano. Efetuando-se uma contagem de uma semana, por exemplo, pode-se determinar os volumes do período de pico nessa semana e, utilizando a variação de postos de pesquisa permanentes eventualmente disponíveis, estimar o provável volume da hora de pico do ano, e a partir daí passar à determinação do Volume Horário de Projeto (VHP)

2.4.3 *Variações dentro da hora de pico*

O volume de veículos que passa por uma seção de uma via não é uniforme no tempo. A comparação de contagens de quatro períodos consecutivos de quinze minutos, mostra que são diferentes entre si. Essa variação leva ao estabelecimento do “Fator Horário de Pico” (FHP), que mede justamente esta flutuação e mostra o grau de uniformidade do fluxo (INSTITUTO..., 2006).

Então: $FHP = VHP/4V_{15max}$ (3); Onde: FHP= Fator horário de pico; VHP= volume da hora de pico (veículos/hora); V_{15max} = volume do período de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico. O valor FHP é sempre utilizado nos

estudos de capacidade das vias. Adota-se normalmente o intervalo de 15 minutos, porque a adoção de intervalos menores pode resultar em superdimensionamento da via e excesso de capacidade em grande parte do período de pico. Por outro lado, intervalos maiores podem resultar em subdimensionamento e períodos substanciais de saturação.

O FHP varia, teoricamente, entre 0,25 (fluxo totalmente concentrado em um dos períodos de 15 minutos) e 1,00 (fluxo completamente uniforme), ambos os casos praticamente impossíveis de se verificar. Os casos mais comuns são de FHP na faixa de 0,75 a 0,90. Os valores de FHP nas áreas urbanas se situam geralmente no intervalo de 0,80 a 0,98. Valores acima de 0,95 são indicativos de grandes volumes de tráfego, algumas vezes com restrições de capacidade durante a hora de pico.

2.5 Contagem de veículos no tráfego

As contagens de tráfego são feitas com o objetivo de conhecer-se o número de veículos que passam através de um determinado ponto da estrada, durante certo período, podendo-se determinar o Volume Médio Diário (VMD), a composição do tráfego (automóveis, caminhões, motos, etc.), etc. Tais dados servem para a avaliação do número de acidentes, classificação das estradas e fornecem subsídios para o planejamento rodoviário, projeto geométrico de estradas, estudos de viabilidade e projetos de construção e conservação. Permitem também através da análise de diversos elementos, por exemplo, determinar a tendência de crescimento do tráfego e variações de volume. A contagem pode ser global ou direcional ou por classes (INSTITUTO..., 2006).

2.5.1 Contagem Global

Quando é registrado o número de veículos que circulam por um trecho de via, independentemente de seu sentido, grupando-os geralmente pelas suas diversas classes. Empregadas para o cálculo de volumes diários, preparação de mapas de fluxo e determinação de tendências do tráfego.

2.5.2 Contagem direcional

Nesta contagem é registrado o número de veículos por sentido do fluxo e são empregadas, por exemplo, para cálculos de capacidade, determinação de intervalos de sinais, estudos de acidentes e previsão de faixas adicionais em rampas ascendentes.

2.5.3 Contagem por classes

Registram-se os volumes para os vários tipos ou classes de veículos. São empregadas para o dimensionamento estrutural e projeto geométrico de rodovias e interseções, cálculo de capacidade, cálculo de benefícios aos usuários e determinação dos fatores de correção para as contagens mecânicas.

2.5.4 Métodos de contagem

2.5.2.1 Contagem manual

Permite classificação por tipo, tamanho, etc.; uma pessoa pode contar até 1.000 veículos/h ou 200 pedestres/h, entretanto dependendo do fluxo de veículos a fadiga pode limitar sua operação a períodos curtos de tempo.

3 I DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Segundo (INSTITUTO..., 2006), A Área de Estudo de um projeto viário compreende o espaço geográfico ocupado pelas vias do projeto e as áreas que direta ou indiretamente o afetam. Praticamente não existem regras precisas para definição da área de estudo. De forma resumida, essa área está condicionada a três variáveis: Origem e Destino dos veículos; Opções de rotas na rede existente; Interferência dos fluxos de longa distância.

A origem e destino, que poderá ser ampliada ou reduzida quando forem consideradas as demais variáveis mencionadas. Não há, pois, como evitar um processo metodológico iterativo ou de aproximações sucessivas na delimitação da área.

Em primeira aproximação, ela deve ser delimitada com base no conhecimento dos indicadores econômicos disponíveis, no comportamento do tráfego e nos objetivos da análise a ser procedida.

A área de estudo pode ser tratada a dois níveis distintos:

- Área de Influência Direta: é a área servida pelos trechos viários objeto do estudo e por trechos das vias de acesso de maior influência. Nessa área serão realizadas as pesquisas de tráfego necessárias, envolvendo contagens volumétricas, pesquisas de origem e destino, medições de velocidades, etc. Sua delimitação é feita por uma linha (cordão externo), que passará por pontos que se prestem à coleta de informações do padrão de viagens entre a área de influência direta e a área exterior ao cordão; poderá incluir trechos de ferrovias ou rodovias, rios, cumes de morros, etc. que delimitem de forma adequada a área.

- Área de Influência Indireta: é a área fora do cordão externo com influência sensível na geração de viagens que utilizem trechos viários objeto do estudo.

3.1 Estudo da interseção a ser analisada

A interseção a ser analisada no presente artigo é a da Avenida das Torres com a Rua barão do rio branco, um grande ponto de gargalo, se não o maior, da Avenida das torres em horário de pico.



Figura 1 – Interseção da Avenida das Torres com a Rua barão do rio branco.

Fonte: Própria

Como podemos observar na figura, a interseção contém um sinal que alterna para os veículos nas direções horizontais e verticais trafegarem.

Os sentidos da via coincidem com as zonas da cidade, o sentido norte da cidade é o próprio sentido norte da figura, ou, sentido superior da figura, e o mesmo se repete para os outros sentidos.

Em horário de pico, na maior parte das vezes que o sinal fecha, os carros acabam parando no meio do cruzamento, fechando a passagem de quem trafega no sentido leste da figura, o que acaba comprometendo mais ainda o trânsito. O sentido mais congestionado no horário de pico das 17 às 19 horas é o Norte da avenida das torres e o leste da rua barão Rio branco, onde nota-se uma grande fila de carros se estendendo nesses pontos.

4 | ANÁLISE DA INTERSEÇÃO

4.1 Volume de tráfego

Ao dia 16 de setembro de 2020 foram feitas contagens manuais do volume de carros no sentido oeste e leste da rua barão rio branco segue a tabela com os valores.

Volume de tráfego Rua Barão do rio branco Sentido Oeste				
Sinal	Horário	Numero de carros sentido oeste	Numero de carros que dobraram para a avenida das torres Sentido Oeste-norte	Numero de carros que foram direto no sentido Oeste
1°	17:05	15	3	12
2°	17:07	14	2	12
3°	17:10	23	2	21
4°	17:12	21	3	18
5°	17:15	26	1	25
6°	17:18	25	0	25
7°	17:21	25	2	23
8°	17:24	22	6	16
9°	17:27	22	0	22
10°	17:29	22	3	19
11°	17:32	20	0	20
12°	17:35	23	2	21
13°	17:38	16	0	16
14°	17:41	22	2	20
15°	17:44	18	1	17
16°	17:47	21	2	19
17°	17:50	25	3	22
18°	17:52	16	2	14
19°	17:55	18	0	18
20°	17:58	19	2	17
21°	18:02	19	1	18
22°	18:05	21	2	19
23°	18:08	20	1	19
24°	18:10	18	0	18
TOTAL Primeiro 15 min		124	11	113
TOTAL Segundo 15 min		134	13	121
TOTAL Terceiro 15 min		118	10	108

TOTAL Quarto 15 min	115	6	109
TOTAL	491	40	451

Tabela 1 – Volume de tráfego na Rua Barão do rio branco sentido oeste.

Na tabela acima nota-se que foram contados os números de carros que dobraram para a avenida das torres sentido Oeste-norte, ou seja, aqueles carros que em vez de cruzarem totalmente a avenida das torres para o outro lado, entram na mesma, no sentido norte, sentido esse analisado.

Como a contagem foi feita com o ponto limite no sinal, decidiu-se contar como base na quantidade de sinais e para a divisão certa dos quartetos tomou-se como base, 1 hora e 5 minutos de contagem.

Tem-se um volume de tráfego total horário do sentido oeste de:

$VH = N/H \Rightarrow VH = (451 - 38) / 1 \Rightarrow VH = 413$ veículos por hora (1) Obs. Lembra-se que os sinais 23° e 24° são diminuídos do total, pois os mesmos não fazem parte da 1 hora calculada. Obs². Pega-se o número de 451 veículos pelo simples fato de 40 veículos dos 491 dobrarem na direção norte da avenida das torres, assim fazendo sentido nenhum ter de pegar o sinal, se o mesmo é efetivamente necessário para os veículos que atravessam a avenida.

Volume de tráfego Rua barão do rio branco Sentido Leste					
Sinal	Horário	Numero de carros sentido leste	Numero de carros que dobraram para a avenida das torres Sentido leste-norte	Numero de carros que foram direto no sentido leste	Carro atrapalhando o sinal sentido Leste
1°	17:05	33	0	33	não
2°	17:07	23	1	22	sim
3°	17:10	20	0	20	sim
4°	17:12	33	2	31	não
5°	17:15	33	1	32	não
6°	17:18	37	0	37	não
7°	17:21	27	0	27	não
8°	17:24	38	0	38	não
9°	17:27	34	0	34	não
10°	17:29	19	0	19	sim
11°	17:32	27	0	27	sim
12°	17:35	32	0	32	sim
13°	17:38	27	0	27	sim

14°	17:41	23	0	23	sim
15°	17:44	26	0	26	sim
16°	17:47	32	0	32	sim
17°	17:50	32	0	32	não
18°	17:52	22	0	22	sim
19°	17:55	30	0	30	não
20°	17:58	22	2	20	sim
21°	18:02	28	0	28	sim
22°	18:05	28	0	28	sim
23°	18:08	29	0	29	sim
24°	18:10	26	0	26	não
TOTAL Primeiro 15 min		179	4	175	
TOTAL Segundo 15 min		177	0	177	
TOTAL Terceiro 15 min		162	0	162	
TOTAL Quarto 15 min		163	2	161	
TOTAL		681	6	675	58%

Tabela 2 – Volume de tráfego na Rua Barão do rio branco sentido leste.

Como dito anteriormente e confirmado com a tabela ilustrada, o sentido leste tem um tráfego mais pesado e um volume de tráfego bem maior.

Nota-se também uma nova coluna na tabela, onde a mesma indica a quantidade de vezes que o cruzamento foi bloqueado por carros fazendo manobras irregulares tentando entrar da avenida das torres para a rua barão do rio branco sentido oeste, assim então, travando completamente o fluxo do sentido leste inicialmente por pelo menos um quarto de minuto, nessa coluna alcançamos uma taxa de 58% das vezes o cruzamento ser bloqueado, onde quanto maior o trânsito e volume de veículos, maior a incidência.

Tem-se um volume de tráfico total horário do sentido leste de:

$$VH=N/H \Rightarrow VH= 675-55/1 \Rightarrow VH = 620 \text{ veículos por hora} \quad (1)$$

Obs. Lembra-se que os sinais 23° e 24° são diminuídos do total, pois os mesmos não fazem parte da 1 hora calculada.

Volume de tráfego Avenida das torres sentido norte		
Sinal	Horário	Numero de carros sentido norte
1°	18:01	111
2°	18:04	114
3°	18:07	112
4°	18:10	110
5°	18:13	114
6°	18:15	109
7°	18:18	109
8°	18:21	117
9°	18:24	110
10°	18:27	107
11°	18:30	109
12°	18:33	103
13°	18:36	104
14°	18:39	106
15°	18:42	109
16°	18:45	110
17°	18:48	113
18°	18:51	105
19°	18:54	106
20°	18:57	105
21°	19:00	108
22°	19:03	103
23°	19:06	102
24°	19:09	101
TOTAL Primeiro 15 min		670
TOTAL Segundo 15 min		655
TOTAL Terceiro 15 min		647
TOTAL Quarto 15 min		625
TOTAL		2597

Tabela 3 – Volume de tráfego na Avenida das Torres sentido norte.

Com a tabela 3, nota-se que o volume de tráfego na avenida das torres sentido norte é pelo menos aproximadamente quatro vezes maior que o tráfego de qualquer sentido da Rua Barão rio branco. Tornando-a prioridade no tráfego do cruzamento, prioridade essa que não é bem refletida na realidade.

Tem-se um volume de tráfego total horário do sentido norte da avenida de:
 $VH=N/H \Rightarrow VH= 2597-203/1 \Rightarrow VH = 2394$ veículos por hora (1)

Obs. Lembra-se que os sinais 23° e 24° são diminuídos do total, pois os mesmos não fazem parte da 1 hora calculada.

4.2 Horas de trânsito

Executando uma análise seletiva em quantidade de horas que a população passa em cada trecho de trânsito, podemos fazer uma comparação de qual é a melhor opção para solucionar o problema do gargalo na avenida das torres para a maior quantidade de pessoas possível.

4.2.1 Horas de trânsito na Avenida das Torres

Para a avenida das torres, o trânsito se inicia no ponto indicado pela figura abaixo e se estende por um quilômetro e meio.



Figura 2 – Extensão do trânsito na avenida das torres em horário de pico.

Fonte: Google Earth

Com um auxílio de um cronômetro foi feito a medição do tempo que leva para percorrer esse trânsito que resultou em cinco minutos e trinta e seis segundos

aproximadamente, onde, em um dia comum necessitaria apenas:

Segundo Halliday (2013), O espaço dividido pela velocidade é igual ao tempo.

Então: $T=S/V$ (4) Onde: S: é o espaço (km); V: é a velocidade (km/hora); T: é o tempo (horas). Tem-se então: $T= 1,5/50 \Rightarrow T= 0,03$ horas, multiplicando por 60 para transformar em minutos, tem-se: $T=1,8$ minutos, ou seja, 1 minuto e 48 segundos. Levar-se-ia em teoria três vezes menos tempo para percorrer o mesmo trajeto sem trânsito.

Diminuindo a quantidade total de tempo para percorrer a distância com trânsito pela quantidade total de tempo para percorrer a distância sem trânsito temos a diferença de trânsito.

Então: $Dt= Tt - Tn$ (5) Onde: Dt: é a diferença de trânsito; Tt: tempo total no trânsito; Tn: tempo total normal Tem-se então: $Dt= 5:36-1:48 \Rightarrow 3:48$ minutos, ou, 3 minutos e 48 segundos.

Multiplicando a quantidade de trânsito pelo número de carros que passam nas duas horas de trânsito intenso, entre 17h00min e 19h00min temos para a avenida das torres:

Um total de 4788 veículos que sofrem 3 minutos e 48 segundos de trânsito, ou seja, um tempo total de 18.194 minutos que transformados para hora são 303,24 horas de trânsito apenas em um trecho de 1,5km, horas essas distribuídas entre mais de 4788 pessoas que passam diariamente naquele horário pelo local.

4.2.2 Horas de trânsito na rua Barão do Rio Branco sentido leste

Para a Rua Barão do rio branco sentido leste, o trânsito se inicia a duas quadras do cruzamento e se estende por quatrocentos metros.

Com um auxílio de um cronômetro foi feito a medição do tempo que leva para percorrer esse trânsito que resultou em sete minutos e quarenta e cinco segundos aproximadamente.

Utilizando o padrão de calculo aplicado anteriormente para essa seção temos 6:57 minutos, ou, 6 minutos e 57 segundos.

Um total de 1240 veículos que sofrem 6 minutos e 57 segundos de trânsito, ou seja, um tempo total de 8.618 minutos que transformados para hora são 143,63 horas de trânsito apenas em um trecho de 400 metros, horas essas distribuídas entre mais de 1240 pessoas que passam diariamente naquele horário pelo local.

4.2.3 Horas de trânsito na rua Barão Branco sentido oeste

Para a Rua Barão do rio branco sentido oeste, o trânsito se inicia a duas quadras do cruzamento e se estende por duzentos e cinquenta metros aproximadamente.

Com um auxílio de um cronômetro foi feito a medição do tempo que leva para percorrer esse trânsito que resultou em sete minutos e cinco segundos aproximadamente.

Utilizando o padrão de calculo aplicado anteriormente para essa seção temos 6:35 minutos, ou, 6 minutos e 35 segundos.

Um total de 826 veículos que necessitam utilizar o sinal e sofrem 6 minutos e 35 segundos de trânsito, ou seja, um tempo total de 5.437,83 minutos que transformados para hora são 90,63 horas de trânsito, apenas em um trecho de 250 metros, horas essas distribuídas entre mais de 826 pessoas que passam diariamente naquele horário pelo local

4.3 Análise da interseção: Removendo o sinal

Removendo o sinal e fechando o cruzamento forçaria todos os veículos nos dois sentidos da Rua Barão do rio branco a entrarem na avenida das torres e utilizarem o primeiro retorno, vamos agora analisar os impactos negativos em relação a esses motoristas em forma de hora-trânsito global. A seguir, necessitar-se-á fazer uma análise de trânsito baseada no percurso e tempo total (Dt) para percurso, pois facilitará o cálculo.

4.3.1 Removendo o sinal: Rua Barão do Rio Branco sentido leste

Para o sentido leste da Rua barão do rio branco, os veículos entrariam na avenida das torres e percorreriam um percurso total de 4,2 quilômetros e levariam cerca de 12 minutos e 36 segundos a uma velocidade baixa de 20 quilômetros por hora para percorrer esse caminho.

Não só os veículos teriam a Rua Barão do rio branco para o acesso a avenida das torres como uma variedade de outras ruas internas para o acesso da avenida no sentido sul, assim então, diminuindo o foco na Rua Barão do rio branco.

Comparando ao tempo que os mesmos veículos levariam para atravessar a avenida das torres utilizando o sinal temos: - 7 minutos e 45 segundos por carros utilizando o sinal, ou seja, multiplicando por 1240 veículos temos 160,16 horas totais de percurso completo, distribuídas entre 1240 pessoas; - 12 minutos e 36 segundos por veículos fazendo o retorno na avenida das torres, ou seja, multiplicando por 1240 veículos temos 260,4 horas totais de percurso completo, distribuídas entre 1240 pessoas.

Então, como os dados mostram ter-se-ia um total de 100,24 horas a mais de trânsito.

4.3.2 Removendo o sinal: Rua Barão do Rio Branco sentido oeste

Para o sentido oeste da Rua barão do rio branco, os veículos entrariam na avenida das torres e percorreriam um percurso total de 1,9 quilômetros e levariam cerca de 3 minutos e 10 segundos com um trânsito mais fluido e uma velocidade razoável de 40 quilômetros por hora para percorrer esse caminho.

Não só os veículos teriam a Rua Barão do rio branco para o acesso a avenida das torres como uma variedade de outras ruas internas para o acesso da avenida no sentido norte, assim então, diminuindo o foco na Rua Barão do rio branco.

Comparando ao tempo que os mesmos veículos levariam para atravessar a avenida das torres utilizando o sinal temos: - 7 minutos e 05 segundos por carros utilizando o sinal, ou seja, multiplicando por 826 veículos temos 97,51 horas totais de percurso completo,

distribuídas entre 826 pessoas; - 3 minutos e 10 segundos por veículos fazendo o retorno na avenida das torres, ou seja, multiplicando por 826 veículos temos 43,59 horas totais de percurso completo, distribuídas entre 826 pessoas. Então, como os dados mostram ter-se-ia um total de 53,92 horas a menos de trânsito distribuídas para essas 826 pessoas.

4.3.3 Removendo o sinal: Avenida das Torres sentido norte

Para o sentido norte da Avenida das Torres, os veículos percorreriam um percurso total de 1,5 quilômetros e levariam cerca de 1 minuto e 48 segundos com um trânsito fluido e uma velocidade razoável de 50 quilômetros por hora para percorrer esse caminho. Comparando ao tempo que os mesmos veículos levariam para atravessar com sinal do cruzamento em funcionamento temos:- 5 minutos e 38 segundos por carros utilizando o sinal, ou seja, multiplicando por 4788 veículos temos 449,54 horas totais de percurso completo, distribuídas entre 4788 pessoas; 1 minuto e 48 segundos por veículos fazendo o retorno na avenida das torres, ou seja, multiplicando por 4788 veículos temos 143,64 horas totais de percurso completo, distribuídas entre 4788 pessoas.

Então, como os dados mostram ter-se-ia um total de 305,9 horas a menos de trânsito distribuídas para essas 4788 pessoas.

5 | DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Com os resultados das análises pode-se então fazer o comparativo final, com o sinal ativo temos um tempo total nos três sentidos (norte, leste e oeste) de 704,55 (446,88+160,16+97,51) horas de trânsito distribuídas em mais de 6866 pessoas que percorrem esses percursos nesse horário.

E com o sinal removido e o cruzamento fechado tem-se uma economia de em teoria 305,9 horas para o sentido norte, 53,92 horas para o sentido oeste e 100,24 horas a mais para o sentido leste, resultando respectivamente em um total de 450,15 (143,64+43,59+262,92) horas de trânsito distribuídas em mais de 6866 pessoas que percorrem esses percursos nesse horário.

Nota-se então uma melhoria significativa no total de horas-trânsito com o sinal removido e o cruzamento fechado, melhoria essa de 254,4 horas de trânsito totais, ou seja, uma melhoria de 36,24% de efetividade no trânsito, tudo isso sem ao menos contar com a melhoria que o sentido sul da avenida das torres iria obter também.

Observa-se também que a quantidade a mais de carros, 1240 carros em duas horas, que vem da Rua barão rio branco sentido leste para fazer o retorno na avenida das torres em frente ao supermercado attack representa em torno de 25% a mais de volume de tráfego para aquele retorno já atualmente complicado, o que pode em teoria contribuir para o aumento de transito naquela parte da avenida, porém, lembra-se que a maior parte do transito causado por aquele retorno na avenida das torres é pelo fato de os carros

utilizando o retorno em sua maior parte necessitarem atravessar a avenida para o outro lado da mesma, com o objetivo de acessar a Avenida Natan Xavier de Albuquerque causando então um grande ponto de estrangulamento, no entanto, todos ou pelo menos a parte praticamente totalitária desses 1240 carros a mais, não utilizarão a Avenida Natan Xavier, necessitando apenas entrar na primeira faixa da esquerda e seguindo diretamente pela avenida das torres sem causar maiores gargalos no trânsito, podemos então considerar um leve aumento de trânsito total naquele ponto de gargalo anterior ao retorno no sentido norte, onde essa análise não faz parte do escopo do trabalho científico que se delimita aos trechos pós-retorno.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este presente artigo propôs uma simples alteração no sistema de trânsito de Manaus, a remoção do sinal e bloqueio do cruzamento na interseção da Avenida das torres com a Rua barão do rio branco, conforme as análises demonstraram, uma maior parte da população se beneficiaria grandemente com esse simples ato, contribuiria não só para a diminuição do trânsito local, como para a saúde mental dos motoristas, otimização de rotas de ônibus, corridas mais rapidamente feitas por trabalhadores de aplicativos, entre muitos outros benefícios.

REFERÊNCIAS

BRUTON, Michael J. Introdução ao planejamento dos transportes. Tradução de João Bosco Furtado Arruda; Carlos Braune; César Cals de Oliveira Neto. Rio de Janeiro: I neociência; São Paulo: EDUSP, 1979. Título original: Introduction to transportation planning.

Cardoso, C. E. P. (2008). Análise do transporte coletivo urbano sob a ótica dos riscos e carências sociais. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Serviço Social, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

Câmara dos Deputados Brasileira, Projeto de Lei nº 3267, de 2019.

COELHO, Alexandre Hering; GOLDNER, Lenise Grando. ECV5129 – Engenharia de Tráfego: Módulo I - Conceitos básicos. 2016.

CURRIN, Thomas R. Introduction to traffic engineering: a manual for data collection and analysis. Marietta, GA.: Southern Polytechnic State University, 2001.

Decicino R. (2008) “Trânsito: Problemas atingem grandes cidades”, <http://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/transito-problemas-atingemgrandes-cidades.htm>

GERMANI, Elmir et al. Planejamento de transportes. São Paulo: EDUSP, 1973.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física 1 :Mecânica. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR). Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes (DNIT). Manual de Estudos de Tráfego. Rio de Janeiro - RJ: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2006. 384 p. (II).Disponível em http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_estudos_trafego.pdf. Acesso em: 25 setembro. 2020.

Manual de contagem volumétrica de tráfego. Rio de Janeiro, 1976.

MELLO, José Carlos. Planejamento dos transportes urbanos: apostila. Rio de Janeiro: Campus, 1982.

Neto, O. L. (2004). Um novo quadro institucional para os transportes públicos: condição sine qua non para a melhoria da mobilidade e acessibilidade metropolitana. In E. Santos & J. Aragão (Orgs.), Transporte em tempos de reforma: estudos sobre o transporte urbano (pp. 193-216). Natal: EDUFRRN.

ROAD RESEARCH LABORATORY. Research on road traffic. London: Her Majesty's Stationery, 1965.

Vasconcelos, E. A. (1985). *O que é o trânsito*. São Paulo: Brasiliense.

VASCONCELOS, Eduardo Alcântara de. Pesquisa e levantamentos de tráfego. São Paulo: CET, 1982. (Boletim técnico CET, 31).

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 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021