

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)**

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

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^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 – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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 Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

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

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio 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
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

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

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

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

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

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

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

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

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

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

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

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

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: David Emanuel Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Franciele Braga Machado Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

F697 Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil
/ Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. –
Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-387-3

DOI 10.22533/at.ed.873202109

1. Construção civil – Aspectos econômicos – Brasil. I.
Tullio, Franciele Braga Machado.

CDD 624

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Força, Crescimento e Qualidade na Engenharia Civil no Brasil” contempla dezesseis capítulos com pesquisas sobre temas da engenharia civil no país.

É sabido que a engenharia civil possui uma grande importância no contexto social no país, uma vez que através dela é possível projetar habitações com fins sociais.

Da mesma forma, a engenharia civil proporciona soluções sustentáveis, através de aplicações lean construction ou ainda no desenvolvimento de sistemas que garantem o saneamento básico, proporcionando qualidade de vida a comunidade.

Este livro aborda também pesquisas sobre o comportamento de materiais de construção, e proposta de novos materiais com a finalidade de avançar na construção civil ou conhecer seu comportamento em determinadas situações críticas.

Apresentamos também estudos sobre patologias na construção civil, a fim de entender seus efeitos e buscar alternativas para evitá-las.

Por fim, apresentamos um estudo sobre a forma de ensinar engenharia, de modo que esta área tão técnica seja valorizada como uma solução que pode transformar o país.

Desejo que esta obra proporcione uma leitura agradável e instigue o leitor a buscar e realizar novas pesquisas, contribuindo para a força, o crescimento e a qualidade da engenharia civil no Brasil.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA BIM E FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABITAÇÃO

Daniel Pacheco Albuquerque

José Luis Menegotto

DOI 10.22533/at.ed.8732021091

CAPÍTULO 2..... 18

LEAN CONSTRUCTION: VANTAGENS DE SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Marcos Vinicius Oliveira de Sá

Keven Costa Ribeiro

Marcela Andrade de Carvalho

Alexandre José de Andrade Malheiros

Wanderson Santos Silva

David Murad Col Debella

DOI 10.22533/at.ed.8732021092

CAPÍTULO 3..... 25

CRESCIMENTO DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM SINOP/MT E SUA RELAÇÃO COM OS PRINCIPAIS IMPOSTOS (ISSQN E INSS)

Fernando Dante Morari

Maria Fernanda Fávero Menna Barreto

DOI 10.22533/at.ed.8732021093

CAPÍTULO 4..... 39

DIAGNÓSTICO BÁSICO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM PIUMHI – MG COM APLICAÇÃO DE MODELAGEM GIS

Gabriel Soares da Silva

Germano de Oliveira Mattosinho

Rafael Leonel de Castro

Vinny Yuri de Oliveira

Humberto Coelho de Melo

DOI 10.22533/at.ed.8732021094

CAPÍTULO 5..... 54

ANTROPIZAÇÃO DAS MICROBACIAS URBANIZADAS DO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO: FATORES FÍSICOS E QUÍMICOS

Miréia Aparecida Bezerra Pereira

Rafaela Alves Dias Xavier

Hilda Rodrigues da Silva

Agatha Sousa Oliveira

Gabriella Nunes Cerqueira

Maira Cristina Fernandes Marinho Matos

Alessandra Gomes Duarte

Rise Consolação Luata Costa Rank

Nelita Gonçalves Faria de Bessa

DOI 10.22533/at.ed.8732021095

CAPÍTULO 6..... 69

CUSTO BENEFÍCIO NA UTILIZAÇÃO DE *MND TUNNEL LINER* EM SUBSTITUIÇÃO AO MÉTODO TRADICIONAL DE ABERTURA DE VALA EM PISTA DE ROLAMENTO

José Anderson de França
Kananda Raquel Manso da Silva França
Eduardo Cabral Silva

DOI 10.22533/at.ed.8732021096

CAPÍTULO 7..... 83

APLICAÇÃO DO DESIGN THINKING PARA O LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES DE UM PROJETO SOCIAL EM SÃO LUIS - MA

Marcos Vinicius Oliveira de Sá
Keven Costa Ribeiro
Marcela Andrade de Carvalho
Alexandre José de Andrade Malheiros
Wanderson Santos Silva
Thiago Ferreira Silva

DOI 10.22533/at.ed.8732021097

CAPÍTULO 8..... 92

ESTUDO DA FORMA DO AGREGADO GRAÚDO E SUA INFLUÊNCIA NO MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO

Danillo de Almeida e Silva
André Luiz Bortolacci Geyer
Guilherme de Sousa Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.8732021098

CAPÍTULO 9..... 116

IMPERIAL BLUE QUARTZITE CHARACTERIZATION PURPOSING THE REMOVAL OF STAINS IN NATURA

Juliano Tessinari Zagôto
Rogério Danieletto Teixeira
Bruno do Vale Miotto
Bárbara Gonçalves Rocha

DOI 10.22533/at.ed.8732021099

CAPÍTULO 10..... 123

USO DO METACAULIM NAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTOS E SEUS EFEITOS SOBRE A DURABILIDADE USE OF METACAULIM IN COATING MORTARS AND THEIR EFFECTS ON DURABILITY

João Gabriel Souza dos Reis
Romilde Almeida de Oliveira
Leonardo José Silva do Vale
Klayne Kattiley dos Santos Silva
Guilherme Henrique Nascimento de Barros
Rayssa Valéria da Silva
Carlos Fernando Gomes do Nascimento
Pedro Daltro Macedo de Alencar

José Mateus Gomes Bandeira da Silva
Maria Eduarda Barbosa Ramos de Aguiar
DOI 10.22533/at.ed.87320210910

CAPÍTULO 11..... 136

VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DO LÁTEX DA SERINGA AMAZÔNICA (*HEVEA BRASILIENSIS*) COMO ADITIVO EM CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND PARA MELHORA DE SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS

José Costa Feitoza
Natália da Mata Batista

DOI 10.22533/at.ed.87320210911

CAPÍTULO 12..... 145

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO CONVENCIONAL SUBMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS

Débora Maria Schein
Rafaela Wagner
Caroline dos Santos Santa Maria
Nelson Seidler

DOI 10.22533/at.ed.87320210912

CAPÍTULO 13..... 158

QUANTIFICAÇÃO DE ENTULHO CLASSE A E C DESTINADO A ÁREA DE RCCD DE GURUPI-TO

Beatriz Cerqueira de Almeida
Lara Ferreira Assunção
Luiza Souza Magalhães
Ryhan Marcos Dias Batista
Victor de Aguiar Baldão
Asafe Gomes
Bárbara Gomes Ferreira
Antônio Parreira de Vasconcelos Neto
Daniel Ramos de Souza
Nelita Gonçalves Faria de Bessa

DOI 10.22533/at.ed.87320210913

CAPÍTULO 14..... 166

PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES: ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL

Ismael Marrathman Dias Costa
Marcos Augusto Barbosa de Amorim
Yuri Sotero Bomfim Fraga

DOI 10.22533/at.ed.87320210914

CAPÍTULO 15..... 178

PATOLOGIA DE FACHADAS: REVISÃO DE LITERATURA

Allefy Teles Sampaio
Jéssica Wanderley Souza do Nascimento
Domingos Sávio Viana de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.87320210915

CAPÍTULO 16.....	188
A ARTE DE ENGENHEIRAR – RELATO DE EXPERIÊNCIA Maria Aridenise Macena Fontenelle DOI 10.22533/at.ed.87320210916	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	201
ÍNDICE REMISSIVO.....	202

CAPÍTULO 1

ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA BIM E FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABITAÇÃO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 22/07/2020

Daniel Pacheco Albuquerque

Mestrando do Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/0400704230301451>

José Luis Menegotto

Prof. Doutor do Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/4205576885019501>

RESUMO: A temática habitacional se relaciona com à saúde da população, à produtividade econômica, ao bem-estar social e à sustentabilidade dos recursos naturais. Assim, as condições da habitação refletem diretamente na qualidade de vida da população. O Brasil, entretanto, possui um déficit habitacional de cerca de 6,5 milhões de domicílios e mais de 11 milhões de moradias em condições de inadequação, o que adverte para uma desigualdade social significativa. Diante disso, este trabalho fez uso da metodologia de revisão bibliográfica para a questão da habitação, elegendo o setor da construção civil como agente capaz de auxiliar no aprimoramento de solução dessa problemática. Para tanto, explorou-se o conceito de Modelagem da Informação da Construção –

BIM e a filosofia de construção enxuta – Lean Construction, os quais foram aplicados em um empreendimento residencial conceitual para avaliar sua viabilidade técnico-econômica. Como resultado, ambos apresentaram funções e princípios que podem se inter-relacionar e influenciar o aumento da produtividade do setor da construção civil, beneficiando o desenvolvimento de empreendimentos residenciais no âmbito do Programa Minha Casa Minha Vida. A despeito da legislação deste programa habitacional, que limita o valor máximo a ser remunerado ao agente executor, a viabilidade técnico-econômica se mostrou positiva, embora com indicadores conservadores que podem gerar risco ao negócio imobiliário. Nesse sentido, se faz fundamental o uso do BIM e Lean Construction como elementos de suporte ao desenvolvimento das construções do PMCMV, haja vista que esta política habitacional tem capacidade de aumentar o estoque de imóveis para famílias de baixa renda, possibilitando redução do déficit habitacional no país.

PALAVRAS-CHAVE: Habitação, BIM, Lean Construction, PMCMV, Viabilidade técnico-econômica

ANALYSIS OF THE CONTRIBUTION OF BIM METHODOLOGY AND LEAN CONSTRUCTION PHILOSOPHY TO HOUSING DEVELOPMENT

ABSTRACT: Housing theme relates to population health, economic productivity, social welfare and the sustainability of natural resources. Thus, housing conditions directly reflect the quality of

life of the population. Brazil, however, has a housing deficit of about 6.5 million households and more than 11 million homes in inadequate conditions, which warns of significant social inequality. Given this, this work made use of the literature review methodology for the housing issue, electing the construction sector as an agent capable of assisting in the improvement of the solution for this problem. To this end, it was explored the concept of Building Information Modeling - BIM and the Lean Construction philosophy, which were applied in a conceptual residential project to evaluate its technical-economic feasibility. As a result, both concepts presented functions and principles that can be interrelated and hence influence the productivity of the construction sector, benefiting the development of residential projects under the Minha Casa Minha Vida Program. Despite the program legislation, that limits the maximum amount to be paid to the general contractor, the technical and economic feasibility was positive, although with conservative indicators that can generate risk to the project. In this sense, it is essential to use BIM and Lean Construction as elements to support the development of the PMCMV constructions, given that this housing policy has the capacity to increase the stock of houses for low-income families, making it possible to reduce the housing deficit in the country.

KEYWORDS: Housing, BIM, Lean Construction, PMCMV, Technical-economic feasibility.

1 | INTRODUÇÃO

As condições de habitabilidade estão intrinsecamente relacionadas à saúde da população, à produtividade econômica, ao bem-estar social e à sustentabilidade dos recursos naturais, ou seja, à qualidade de vida. A despeito disso, estima-se que cerca de 6,5 milhões de domicílios caracterizam déficit habitacional do Brasil, segundo estudo da Fundação João Pinheiro (2018), refletindo uma pobreza acentuada na sociedade brasileira.

O déficit habitacional, por sua vez, tendo em vista a ineficácia de políticas públicas e a ligação com a oscilação da economia do país, cresce com números semelhantes ao da população brasileira, evidenciando uma demanda constante por novos domicílios e um aprofundamento da desigualdade social.

Assim, estabelece-se três conjuntos principais de medidas para aumentar a qualidade de vida das pessoas no que se refere à habitação: (1) condução e fomento constante de políticas habitacionais promovidas pelo Estado para construção de habitações com condições mínimas de habitabilidade; (2) gestão de recursos financeiros para promoção de crédito imobiliário tanto dos mutuários quanto das empresas responsáveis pela construção de empreendimentos residenciais; (3) aprimoramento das técnicas construtivas e projetuais, assim como dos processos de gestão da construção, para se ter empreendimentos residenciais que atendam aos requisitos do trinômio da engenharia, ou seja, prazo, custo e qualidade, além do conceito de sustentabilidade.

Embora o setor de arquitetura, engenharia e construção (AEC) seja responsável pela produção da unidade habitacional propriamente, a baixa produtividade do segmento, como apontado pelo Instituto Global McKinsey (2017) em comparação a outros setores econômicos, é um entrave para responder plenamente pela demanda de moradias.

Contudo, mudanças estruturantes no cerne da construção civil tem sido observadas em muitos países desenvolvidos. O Brasil, a reboque dessas novas iniciativas, também tem empreendido nessa segunda década do século XXI uma agenda de alterações de paradigmas, como adoção de novos processos e métodos construtivos, de planejamento e de gestão, como aqueles relacionados à filosofia de construção enxuta (*Lean Construction*) e a metodologia de modelagem da informação da construção (*BIM*, na sigla em inglês).

Essas práticas favorecem a redução de incertezas da construção, ao controle dos custos de obra, o aumento da qualidade do produto entregue e o atendimento dos prazos de execução. O uso, portanto, dessas técnicas e processos pode maximizar a forma de produzir imóveis habitacionais, com reflexos na obtenção de preços finais da moradia mais acessíveis, impulsionando também a economia do país, com resultado direto em maiores índices de emprego e renda para a população, a partir da abertura de novos canteiros de obras e do efeito em cadeia que a isso sucede.

Um custo menor da moradia e da infraestrutura, sem perda de qualidade e desempenho, é o diferencial para se obter a sustentabilidade econômica para programas governamentais de modo a enfrentar o déficit habitacional. Em paralelo, tais preceitos de aprimoramento dos processos construtivos do setor de AEC através das metodologias *BIM* e *Lean Construction*, juntamente com o oferecimento de crédito bancário, dinamizam a viabilidade de negócios imobiliários empreendidos pela iniciativa privada. Este setor privado é outro interveniente essencial para atender a demanda reprimida da população de menor renda para aquisição de unidades habitacionais.

Portanto, aspectos sociais, econômicos, políticos e técnicos se inter-relacionam à problemática habitacional, os quais serão abordados neste texto.

2 | METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia empregada consiste em uma revisão bibliográfica da habitação, com conceituação de déficit e inadequação habitacional e observância das políticas e legislação relacionadas ao tema. Explorou-se também o sistema de produção baseado na construção enxuta (*Lean Construction*) e metodologia de modelagem da informação da construção (*BIM*). Esses elementos foram inter-relacionados para verificar a viabilidade de um empreendimento residencial conceitual no âmbito da faixa 1 do Programa Minha Casa Minha Vida. O fluxo de relação a seguir indica esse processo metodológico:

3 | OS CONCEITOS DE DÉFICIT HABITACIONAL E INADEQUAÇÃO DE DOMICÍLIOS URBANOS

A questão habitacional pode ser dividida em dois grupos principais: (1) necessidade de novos domicílios e (2) domicílios existentes inadequados. No ano de 2015 quando foi realizado o último PNAD (IBGE, 2016), o primeiro grupo foi contabilizado em de cerca de 6,5

milhões de residências em falta, enquanto 11,1 milhões de domicílios foram considerados inadequados. O somatório dos dois grupos representam 19% do espaço amostral de 58,7 milhões de moradias no país (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2018). Assim, a problemática habitacional atinge um total de 17,6 milhões de domicílios.

Esses dois conceitos, isto é, o déficit habitacional e inadequação de moradias, estão intimamente relacionados, embora o primeiro tenha referência diretamente com a quantidade de moradias necessárias para suprir a demanda de habitação do país, enquanto o segundo aspecto diz respeito a qualidade do ambiente da moradia. Este último então não exige intrinsecamente a construção de novas edificações, pois é possível estabelecer medidas remediadoras, sendo então um conceito mais usado para promover políticas públicas específicas para determinado público alvo (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2018).

O déficit habitacional se relaciona intimamente com o estoque de edificações habitacionais, sendo caracterizado, segundo a metodologia da Fundação João Pinheiro (2018) por quatro principais fatores: (1) moradias precárias; (2) coabitação familiar secundária forçada a conviver na mesma moradia, com adensamento de cômodos internos da habitação; (3) comprometimento excessivo para pagamento de aluguel equivalente a mais do que 30% da renda familiar quando a família recebe até 3 salários mínimos mensais; (4) adensamento excessivo de moradores em domicílios alugados.

4 | O PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), instaurado pela Lei 11.977, estabelece dispositivos para o incentivo à construção e aquisição de habitações para famílias de baixa renda, mediante subvenção econômica ao beneficiário para a contratação de financiamento habitacional (BRASIL, 2009).

O **Quadro 1**, a seguir, estrutura os envolvidos no âmbito do PMCMV:

Item	Envolvido	Função
1	Governo Federal	Idealizador, mantenedor e gestor geral
2	Caixa Econômica Federal (CEF)	Operador, agente financeiro, gestor dos fundos
3	FGTS, FAR, FDS	Financiador
4	Poder executivo estadual e municipal	Fomentador, gestor de beneficiários
5	Construtora	Agente executor de empreendimento habitacional
6	Entidade sem fins lucrativos	Construtor e gestor de beneficiários, agente executor

7	Família de baixa renda	Beneficiário final
---	------------------------	--------------------

Quadro 1 – Relação de envolvidos e suas funções no âmbito do PMCMV

Fonte: Autor (2020)

A interação entre os envolvidos e as funções que exercem ao longo do processo de desenvolvimento de um empreendimento residencial no âmbito da faixa 1 são apresentadas no fluxograma da **Figura 1** a seguir:

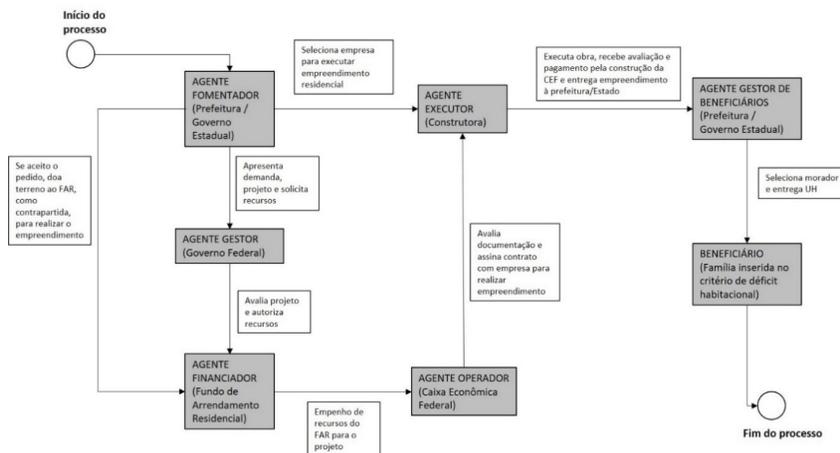


Figura 1 – Fluxograma de interação entre envolvidos do PMCMV

Fonte: Autor (2020)

O financiamento do PMCMV é realizado através de fundos que disponibilizam recursos conforme a modalidade do empreendimento e o público-alvo. O Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) e o Fundo de Desenvolvimento Social (FDS), os quais recebem provimento do Orçamento Geral da União, aplicam os recursos exclusivamente na construção de habitações para atendimento de famílias com renda bruta de até R\$1.800,00 por mês. O Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), que está atrelado a contribuição compulsória dos empregadores para o amparo dos trabalhadores demitidos, tal qual estabelecido pela Lei 8.036 (BRASIL, 1990), por outro lado, é usado para financiamento imobiliário para aquelas famílias que se enquadrem nas faixas de renda 1,5, 2 e 3.

A portaria 660 (BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018) rege empreendimento com recursos do FAR e FDS, enquanto a Instrução Normativa 43 (BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018) regulamenta o Programa de Crédito Associativo que opera com os recursos do FGTS.

O benefício à população se divide em subvenção econômica por meio de redução do valor total a pagar pelo imóvel, e/ou redução da taxa de juros cobrada para o financiamento imobiliário conforme a renda familiar. Os beneficiários do programa foram classificados em quatro faixas, tal qual estabelecido no **Quadro 2** a seguir:

Faixa	Fonte de recurso	Renda familiar máxima	Subsídio do governo máximo concedido	Taxa de Juros (sem TR)	Duração máxima do financiamento	Quota financiada pela CEF do valor do imóvel	Valor máximo do imóvel (DF, MG, RJ e SP)
1,0	FAR / FDS	R\$ 1.800	R\$ 86.400	0%	10 anos	10%	R\$ 96.000
1,5	FGTS	R\$ 2.600	R\$ 47.500	5,00%	30 anos	Até 80%	R\$ 144.000
2,0	FGTS	R\$ 3.000	R\$ 29.000	6,00%	30 anos	Até 80%	R\$ 240.000
	FGTS	R\$ 4.000	R\$ 29.000	6,50%	30 anos	Até 80%	R\$ 240.000
3,0	FGTS	R\$ 7.000	R\$ 0,00	8,16%	30 anos	Até 80%	R\$ 240.000

Quadro 2 – Configuração do PMCMV.

Fonte: Autor com dados obtidos junto à Caixa Econômica Federal e Ministério Desenvolvimento Regional (2019)

5 I SISTEMA DE CONSTRUÇÃO ENXUTA (LEAN CONSTRUCTION)

Construção enxuta é o termo traduzido de *Lean Construction* (LC) originalmente introduzido na construção civil por Koskela (1992), a partir de 11 princípios heurísticos obtidos de seus estudos do sistema de gestão da produção enxuta (*Lean Production*): (1) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor; (2) Aprimorar o valor do produto final por meio de considerações sistemáticas dos requisitos dados pelos clientes/ consumidores; (3) Reduzir a variabilidade; (4) Reduzir o tempo de ciclo; (5) Simplificar ao minimizar o número de etapas, partes e ligações das atividades e processos; (6) Aumentar a flexibilidade do produto; (7) Aumentar a transparência do processo; (8) Focar no controle do processo completo; (9) Realizar aprimoramentos contínuos ao processo; (10) Equilibrar as melhorias tanto no fluxo quanto nas conversões; (11) Realizar *Benchmarking*, avaliando o processo, incorporando as melhores práticas do setor, comparando os resultados com o setor.

Em última análise, *Lean Construction* tem o propósito de atender as necessidades das partes interessadas pelo empreendimento com o menor uso de recursos, através da redução de desperdícios, minimização de atividades que não agregam valor e adequação de fluxos contínuos de produção (HOWELL, 1999). Imbuídas dessa filosofia, técnicas

enxutas foram desenvolvidas como o sistema *Last Planner* (LPS) por Ballard (1994) e Howell (1999), cujo objeto é proporcionar uma ferramenta de controle do gerenciamento da produção para tornar confiável o planejamento e aprimorar o fluxo do processo de construção, seja na etapa de projeto técnico (*design*), seja na etapa obra (BALLARD, 1994).

Para atingir essa meta de otimização da produção da construção, levando-se em consideração as muitas variáveis do processo de construção civil, o sistema *Last Planner* é dividido em três fases, as quais representam distintos momentos e níveis de rigor no controle. Apesar da hierarquização, essas fases se relacionam e se influenciam à medida que as especificações do empreendimento são mais detalhadas e novas informações são incorporadas ao projeto (BALLARD e HOWELL, 1998).

A fase de planejamento inicial estabelece o orçamento e o cronograma a nível macro, além de discriminar os entregáveis de modo geral. A fase de planejamento a médio prazo, conhecida pelo termo em inglês *lookahead*, indica ajustes no planejamento da fase anterior e puxando os recursos para o momento de serem utilizados na produção. Já a fase de planejamento de comprometimento avalia o que pode ser feito em detrimento do que deveria ser feito, a partir da análise das etapas cumpridas, dos recursos disponíveis e dos pré-requisitos atingidos (BALLARD e HOWELL, 1998).

6 | MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO – BIM

BIM é o acrônimo de *Building Information Modeling*, isto é, Modelagem da Informação da Construção. Esse conceito consiste em um processo desenvolvido para o setor de AEC com a finalidade de produção, comunicação e análise de informações da construção em formato digital proveniente da tecnologia da informação que interage em todo o ciclo de vida de um empreendimento (EASTMAN, *et al.*, 2008).

O próprio conceito do BIM se expandiu a ponto de se tornar sinônimo de novas práticas de trabalho para a indústria da construção civil, uma vez que a partir dele se estabeleceu um conjunto de procedimentos, tecnologias, políticas e maneiras colaborativas das pessoas lidarem com a informação gerada no modelo de construção (SUCCAR, 2008).

O processo BIM é caracterizado pelo desenvolvimento de um modelo virtual da construção paramétrico através de *softwares*, que permite simular e extrair dados para diversas aplicações ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Logo, o conceito BIM não se limita apenas a fase de projeto da construção. Ele percorre a fase de viabilidade do empreendimento; de projeto de construção; de execução da obra através das atividades de planejamento, representação do escopo do que deve ser feito e do orçamento; do comissionamento e operação da edificação, até a perda de uso do edifício que culmina em sua demolição.

A integração e comunicação entre as partes envolvidas é realizada de modo colaborativo e síncrono ao longo do processo do método BIM (ABDI, 2017). Além disso, o

conceito BIM proporciona interfaces com diversas áreas de conhecimento do gerenciamento de projetos; análises de conforto ambiental como desempenho térmico, acústico e lumínico; análise estrutural, insolação para fins de eficiência energética; gerenciamento e planejamento de execução de obras; gestão de custos; gestão operacional do uso da edificação.

Para o sistema BIM funcionar adequadamente ao longo do intercâmbio de dados, os elementos construtivos devem ter representação de ontologias semânticas bem definidas com determinação dos indivíduos de objetos, classificação dos objetos, indicação de atributos como parâmetros e características desses objetos e a forma que esses objetos se relacionam entre si (GRUBER, 1993). Além disso, faz-se necessário ter um sistema de arquivo que permita a interoperabilidade entre os diversos aplicativos que fazem uso do conceito BIM (ANDRADE e RUSCHEL, 2009). Assim, foi criada a extensão *Industry Foundation Classes* – IFC, regida pela norma técnica ISO 16739 (ISO, 2018).

7 | A RELAÇÃO ENTRE FILOSOFIA LC E METODOLOGIA BIM

Ao passo que a filosofia *Lean Construction* entremeia todo ciclo de vida do empreendimento, com aprimoramento de processos, redução de desperdícios, criação de mecanismos mais eficientes para a produção da construção civil e agregando valor ao final do processo, a metodologia BIM, que também interage em todo o ciclo de vida do empreendimento, é influenciada por ela. Isso ocorre pois seus pilares são constituídos de pessoas, tecnologia, políticas e processos, os quais para seu desenvolvimento adequado exigem a realização de plano de execução, tanto para evitar desperdícios, quanto para atingir os objetivos do projeto. Contudo, através dos usos do modelo BIM, esta metodologia também se torna um influenciador da filosofia *Lean Construction*, uma vez que se não existir um projeto que atinja os requisitos de qualidade e detenha soluções técnicas concretas e viáveis, os princípios do *Lean Construction* não podem ser colocados em prática, principalmente durante a execução das obras, alcançando sua plenitude com técnicas como o LPS.

Embora ambos sejam independentes e possam ser implementados em estratégias distintas para cada empreendimento, existe uma interrelação contínua de sinergia entre os conceitos BIM e *Lean Construction* (SACKS e KOSKELA, 2009). De modo a explorar essa sinergia entre esses dois conceitos, Sacks, Koskela et al (2009) elaboraram quadro matricial de interações que justapõe as funcionalidades do conceito BIM com os princípios da filosofia *Lean Construction*, obtendo 56 interações entre ambos.

8 | CONTRIBUIÇÃO DO BIM E LC PARA A ESTRUTURAÇÃO E VIABILIDADE DE EMPREENDIMENTOS RESIDENCIAIS

Para a implantação de empreendimentos do segmento econômico residencial no âmbito do PMCMV invariavelmente existem três fases que precisam ser desenvolvidas: (1) estudo de viabilidade técnico-econômico, (2) incorporação e análise de crédito e (3) implantação do empreendimento. Tanto o Bim quanto o LC se articulam nessas fases, desde a escolha do terreno, passando pela fase de projeto (*design*), inclusive com a definição do sistema construtivo, planejamento, execução, até a finalização da obra.

Além do fato do terreno ser a matéria prima primordial de qualquer empreendimento imobiliário (GOLDMAN, 2014), sua adequada seleção atrelada à filosofia *Lean Construction* favorece fluxos contínuos, uma vez que vias de acesso adequadas otimizam a entrega de materiais para o empreendimento durante a execução das obras, assim o transporte de funcionários. Na fase de projeto do empreendimento, a metodologia BIM facilita o atendimento de critérios técnicos e da legislação urbanística por meio de seus parâmetros e indica alternativas de modo visual tridimensional, assim como estudos de conforto ambiental.

A definição do sistema construtivo do empreendimento passa pela avaliação tecnológica e de atendimento à normas técnicas e ou da homologação do SINAT, quando o sistema é considerado inovador, mas também pelos critérios executivos amparados pela construção enxuta para otimização dos procedimentos, bem como toda a logística do canteiro de obras que deve ser arranjada de acordo com as condições do terreno e do projeto que se construirá no local.

De modo a avaliar a contribuição desses conceitos no âmbito habitacional foi desenvolvido através de metodologia BIM empreendimento residencial conceitual destinado a famílias da faixa de renda 1 do PMCMV para a cidade do Rio de Janeiro, cujo valor por UH é de R\$96.000,00. O sistema construtivo foi concebido em paredes de concreto moldada *in loco*, conforme diretrizes da NBR 16055:2012, que maximizam ainda a adoção dos princípios *Lean Construction*. O empreendimento foi concebido em um terreno de 9.557,00m² com total de 300 unidades habitacionais (UH), espacializadas em 15 blocos de cinco pavimentos e 4 apartamentos por andar, tal qual **Figura 2**:



Figura 2 – Perspectiva de projeto arquitetônico conceitual de empreendimento PMCMV

Fonte: Autor (2020)

O programa de necessidades da UH consiste em 2 Quartos, 1 sala, 1 banheiro, 1 Cozinha e 1 Área de Serviço distribuídos em 47,44m² de área privativa e 42,98m² de área útil, considerando ainda dimensões para adaptabilidade à PNE em todos os ambientes, conforme **Figura 3**.



Figura 3 – Vista perspectivada do pavimento tipo com ênfase nos ambientes internos

Fonte: Autor (2020)

A partir deste projeto arquitetônico, determinou-se a viabilidade financeira do empreendimento. No que tange aos custos, usou-se a metodologia de avaliação de custos para incorporação imobiliária apresentada pela NBR 12721 (ABNT, 2007). Calculou-se a área equivalente (AEQ) através da multiplicação de coeficiente médio pela área de construção do compartimento ou espaço externo e em seguida utilizou-se o Custo Unitário

Básico de Construção (CUB/m²) para determinar o custo total da construção. A área equivalente, em suma, é uma área virtual que representa a proporcionalidade da área real em relação ao custo de construção (ABNT, 2007).

O cálculo das áreas do empreendimento conceitual foram obtidas diretamente no modelo BIM. Verificou-se que para este empreendimento a área total construída (ATC) que considera todos os compartimentos, inclusive telhado e área externa, reduziu cerca de 30% quando calculado sua área equivalente (AEQ), uma vez que nem todos os espaços do condomínio possuem o mesmo custo de construção. Estabeleceu-se também o índice de eficiência do projeto, a partir da divisão da área privativa (AP) pela área equivalente. Esse indicador demonstra desempenho elevado do projeto, pois quanto mais próximo de 100%, mais econômico é a construção, já que menor quantidade de área construída é necessária para atender às unidades habitacionais (MASCARÓ, 2010). A tabela a seguir demonstra esses resultados:

Total área construída + área externa (ATC)	25.689,36 m ²
Total área equivalente (AEQ)	18.129,26 m ²
Total área privativa dos Aptos (AP)	14.232,00 m ²
Eficiência do projeto (AP/AEQ)	79%

Tabela 1 – Cálculo de áreas e eficiência de projeto

Fonte: Autor (2020)

Em seguida, definiu-se a partir de técnicas de gerenciamento de projeto conforme PMBOK (PMI, 2018) e do LPS o cronograma do empreendimento em 32 meses com atividades em dependência do tipo término-início, sendo 6 meses para elaboração do projeto e licenciamento, com início da obra antecipada em 2 meses e duração de 18 meses para execução da obra seguida de 12 meses de assistência técnica pós obra.

Já no que tange aos indicadores de viabilidade, estabeleceu-se a taxa mínima de atratividade (TMA) do negócio em 8,5%, que indica o desconto na qualidade de juros para o valor presente do fluxo de caixa futuro. Em seguida, calculou-se o Valor Presente Líquido (VPL) a partir da equação a seguir:

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{FC_t}{(1+i)^n}$$

Sendo:

VPL = Valor Presente Líquido

i = Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

FC = fluxo de caixa

n = período de tempo

t = ocorrência do fluxo de caixa

O **Quadro 3** demonstra o resumo das receitas e despesas do empreendimento e o resultado tanto a valor nominal quanto a valor presente:

RESUMO DAS CONTAS DO FLUXO DE CAIXA			R\$/1000	
Descrição da conta	Tipo	Total Nominal	Total VP	% VGV
Valor UH (R\$96.000x300UH)	Créd.	28.800	26.329	100,0%
Plano Minha Casa, Minha Vida	Créd.	28.800	26.329	100,0%
Despesas c/ Financiamento	Déb.	32	31	0,1%
Taxa Acomp. da Operação (TAO)	Déb.	23	21	0,1%
Taxa análise proposta (TCCAP)	Déb.	7	7	0,0%
Taxa viab. tec. eng. (TCCLAE)	Déb.	3	2	0,0%
Obra	Déb.	24.985	23.096	86,8%
Custo de Obra Raso	Déb.	22.360	20.582	77,6%
Assistência Pós-Obra	Déb.	144	121	0,5%
Projeto	Déb.	720	708	2,5%
Seguro	Déb.	43	42	0,2%
Licença de obras prefeitura	Déb.	86	82	0,3%
Forma alumínio	Déb.	1.632	1.561	5,7%
Outras Despesas	Déb.	576	508	2,0%
Serviço social	Déb.	576	508	2,0%
Impostos	Déb.	1.152	1.046	4,0%
RET	Déb.	1.152	1.046	4,0%
Saldo	Créd.	2.054	1.649	7,1%

Quadro 3 – Resumo das receitas e despesas do empreendimento

Fonte: Autor (2020)

De forma ilustrativa, o fluxo de caixa pode ser apresentado a partir do **Gráfico 1**, onde o eixo X representa o período em meses (intervalo de 32 meses correspondente ao ciclo de vida da incorporação do empreendimento), o eixo Y corresponde aos valores em reais das despesas ou receitas sob o ponto de vista da construtora, a curva azul indica as entradas (receitas), a curva vermelha faz referência às saídas (despesas), a curva roxa se relaciona ao saldo acumulado entre as entradas e saídas mês a mês e a linha verde representa a taxa de juros constante do negócio, que no caso específico corresponde à

TMA:

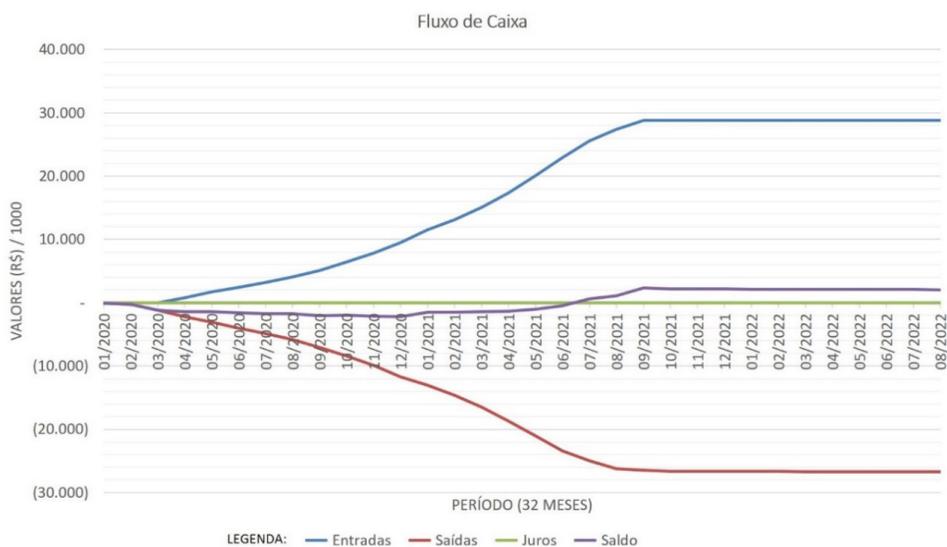


Gráfico 1 – Fluxo de caixa do empreendimento conceitual

Fonte: Autor (2020)

A avaliação de cenário dinâmico de um estudo de viabilidade é fundamental para o entendimento do risco ao negócio e para determinar o resultado financeiro a valor presente (VPL), a margem de lucratividade, o *payback*, ou seja, o momento em que o saldo acumulado do fluxo de caixa deixará de ser negativo, a taxa interna de retorno (TIR), o retorno do investimento (ROI), retorno do esforço (ROE) e a exposição máxima do fluxo de caixa, isto é, o período onde haverá maior déficit de despesas, entre outros indicadores, conforme critérios de cada empresa (GOLDMAN, 2014). O **Quadro 4** demonstra esse resultado e seus indicadores.

INDICADORES GERAIS (considerado TMA=8,50%)			
<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>	<i>Sinalizador</i>	<i>Limite estimado</i>
GVV nominal	28.800.000		
Receita total a VP	26.329.405		
Investimento Total a VP	24.680.611		
Resultado total nominal	2.054.454	●	0,00
Resultado VPL	1.648.795	●	0,00
Exposição Máxima (12º mês)	2.189.229		
ÍNDICES FINANCEIROS (considerado TMA=8,50%)			
<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>	<i>Sinalizador</i>	<i>Limite estimado</i>
VPL / Receita (Margem)	6,26%	●	10,00%
VPL / Exp. Máxima (ROE)	75,30%	●	70,00%
VPL / Inv. Total (ROI)	6,68%	●	20,00%
TIR (a.a.)	82,55%	●	8,50%
Pay-Back	18º mês		
INDICADORES DA CONSTRUÇÃO (considerado TMA=8,50%)			
<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>		
Custo da Unidade Habitacional nominal	89.152		
Custo da Unidade Habitacional a VP	82.269		
VPL / m ² Construído	90,95		
Investimento Total / m ² Construído	1.361,37		

Quadro 4 – Resultado financeiro do estudo de viabilidade no cenário dinâmico do empreendimento de 300 UH na Faixa 1 do PMCMV

Fonte: Autor (2020)

Como o preço final da unidade habitacional é fixo e sem reajustes de acordo com as regras do PMCMV, a única variante para manter o resultado positivo que pode ser aprimorada é o custo de obra raso (COR). Dessa forma, realizou-se a partir do estudo do cenário dinâmico do fluxo de caixa a análise de sensibilidade dos resultados mediante redução e aumento do COR em taxas de 5%, 10% e 15%. O **Quadro 5** indica o comportamento dos resultados e indicadores com essa variação.

Percebe-se, a partir disso, que uma redução de 5% do COR, de 1.233,38/m² para R\$1.171,71m², proporciona um resultado tanto no valor nominal quanto a VP de 1 milhão de reais, a exposição de caixa também é impactada de forma benéfica em aproximadamente R\$400.000 assim como todos os outros indicadores, inclusive o payback que é atingido no 17º mês, ou seja um 1 mês a menos que a projeção inicial. Tal positividade é extremamente vantajosa ao analisar a redução do COR em 10% e mais ainda com 15%.

Por outro lado, se o custo de obra raso for aumentado em 5%, o resultado

nominal e a VP despenca mais de 1 milhão de reais e todos os outros indicadores ficam comprometidos, com exceção da TIR, já que o VPL ainda está acima de zero. O payback também avança por mais dois meses, sendo atingindo apenas no 20º mês. A partir de aumento de 10% do COR o empreendimento apresenta prejuízos e todas as projeções de resultado e indicadores.

Resultados e Indicadores	Limite Estimado (meta)	Variação do custo de obra raso (-15,00% a 15,00%)						
		-15,00%	-10,00%	-5,00%	0,00% (cenário atual)	5,00%	10,00%	15,00%
		1.048,37/m² AEQ 1.335,45/m² Área Privat.	1.110,04/m² AEQ 1.414,01/m² Área Privat.	1.171,71/m² AEQ 1.492,56/m² Área Privat.	1.233,38/m² AEQ 1.571,12/m² Área Privat.	1.295,04/m² AEQ 1.649,68/m² Área Privat.	1.356,71/m² AEQ 1.728,23/m² Área Privat.	1.418,38/m² AEQ 1.806,79/m² Área Privat.
Resultado total Nominal	> 0	5.408.494	4.290.480	3.172.467	2.054.454	936.440	-181.573	-1.299.588
Resultado VPL	> 0	4.736.025	3.706.948	2.677.871	1.648.795	619.718	-409.359	-1.438.436
Exposição Máxima	< melhor	1.261.870	1.501.306	1.740.742	2.189.229	2.557.219	2.981.399	3.552.821
Investimento Total a VP	< melhor	21.593.381	22.622.457	23.651.534	24.680.611	25.709.687	26.738.764	27.767.841
VPL / Receita (Margem)	> 10%	17,99%	14,08%	10,17%	6,26%	2,35%	-1,55%	-5,46%
VPL / Exp. Máxima (ROE)	> 70%	375,32%	246,91%	153,84%	77,30%	24,23%	-13,73%	-40,49%
VPL / Inv. Total (ROI)	> 20%	21,93%	16,39%	11,32%	6,68%	2,41%	-1,53%	-5,18%
TIR (a.a.)	> TMA (8,5%)	332,61%	228,28%	146,50%	82,55%	32,82%	-5,56%	-34,83%
Pay-Back	< melhor	13º mês	15º mês	17º mês	18º mês	20º mês	ND	ND

Quadro 5 – Análise de sensibilidade dos resultados com variação do custo de obra raso

Fonte: Autor (2020)

9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se que os indicadores apresentam índices e números maiores, de modo geral, do que a meta estabelecida para o estudo. Isso corrobora para a viabilidade do negócio. Todavia, a matriz de riscos do empreendimento residencial da faixa 1 do PMCMV continua altamente volátil, já que em uma simulação de aumento do custo de obra raso, o principal gerador de despesa do negócio e o mais incerto devido a sua composição (mão de obra, materiais, equipamentos), a construtora responsável por sua execução terá prejuízo.

Do fluxo de caixa é visto que, mesmo sendo um empreendimento de caráter social e com verba pré-fixada no âmbito do PMCMV, o agente executor (construtora), precisa ter capital de giro para realizar o empreendimento, já que os pagamentos do agente operador (CEF) pelos serviços executados na obra são creditados no mês seguinte à aferição da medição e não acompanham o comprometimento de pagamento que a construtora precisa fazer aos fornecedores de materiais, subempreiteiros, mão de obra, equipamentos, licenças de obras e afins, além do recolhimento de impostos federais.

Logo, para este tipo de negócio imobiliário o planejamento adequado e o controle da execução da obra são fundamentais para o sucesso do empreendimento. As práticas da filosofia *Lean Construction* e da metodologia BIM se apresentam, dessa forma, como

alternativas viáveis de gestão, planejamento e controle para alcançar o objetivo de construir empreendimento residencial dentro do custo de obra raso estimado na viabilidade técnico-econômica do empreendimento imobiliário e com possibilidade de reduzi-lo, inclusive.

Por fim, foi visto que existe potencialidade do PMCMV em reduzir o déficit habitacional brasileiro, embora o programa precise de ajustes para minimizar incertezas, principalmente quanto aos custos dos empreendimentos residenciais, além de oferecer atrativos para que construtoras atuem na faixa 1, de modo a beneficiar as famílias mais vulneráveis economicamente.

REFERÊNCIAS

ABDI. **A Implantação de Processos BIM**. 1ª. ed. Brasília: ABDI, v. I, 2017.

ABNT. **NBR 12721 – Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios – Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 94. 2007.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. **Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC**. Gestão e Tecnologia de Projetos. São Paulo, p. 76-111. 2009.

BALLARD, G. **The Last Planner**. Lean Construction Institute. Berkeley. 1994.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: Essential Step in Production Control**. Journal of Construction Engineering and Management. [S.l.], p. 11-17. 1998.

BRASIL. Lei 8.036. **Dispõe sobre o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço**, Brasília, 11 maio 1990.

BRASIL. Lei 11.977. **Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV**, Brasília, 7 julho 2009.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Instrução Normativa 43 de 31 de Dezembro de 2018 - Regulamenta o Programa de Crédito Associativo**, Brasília, 2018.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES. Portaria 660. **Dispõe sobre as diretrizes para elaboração de projetos e dá outras providências**, Brasília, 14 Novembro 2018.

EASTMAN, C. M. et al. **BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 1ª. ed. Nova Jersey: John Wiley and Sons, 2008.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2015**. 1ª. ed. Belo Horizonte: FJP, v. XII, 2018.

GOLDMAN, P. **Viabilidade de Empreendimentos Imobiliários. Modelagem Técnica, Orçamento e Riscos de Incorporação**. 1ª. ed. São Paulo: Pini, 2014.

GRUBER, T. R. **A Translation Approach to Portable Ontology Specifications**. Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL. Palo Alto. 1993.

HOWELL, G. A. **What is Lean Construction**. Proceedings IGLC. Berkeley. 1999.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores 2015**. IBGE. Rio de Janeiro. 2016.

ISO. **16739: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema**. International Organization for Standardization. Genebra. 2018.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Center for Integrate Facility Engineering. Palo Alto. 1992.

MASCARÓ, J. L. **O Custo das Decisões Arquitetônicas**. 5^a. ed. Porto Alegre: Masquatro, 2010.
MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Reinventing Construction, a route to higher productivity**. Nova York: MGI, 2017.

PMI. **Um Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos PMBOK**. 6^a. ed. Filadélfia: Project Management Institute, 2018.

SACKS, R.; KOSKELA, L. **The Interaction of Lean and Building Information Modeling**. Journal of Construction Engineering and Management. Reston, p. 1-24. 2009.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction. Newcastle, Austrália. 2008.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agregado 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 111, 112, 113, 114, 115, 125, 128, 143, 146, 147, 149, 150, 159, 160, 162

Alvará 25, 27, 28, 32, 34, 35

B

Bim 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 53, 197, 198

C

Concreto 9, 22, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 104, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 124, 125, 128, 129, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 152, 155, 156, 157, 173, 176, 177, 182, 187, 192

Construção Civil 1, 2, 6, 7, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 50, 52, 88, 114, 124, 125, 126, 128, 137, 139, 143, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 172, 176, 177, 179, 180, 185, 187, 190, 192, 193, 199

D

Design Thiking 83, 84

Drenagem Pluvial 39

Durabilidade 92, 93, 100, 111, 123, 124, 128, 129, 133, 135, 170, 175, 181, 182

E

Elasticidade 92, 98, 101, 103, 105, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 140

Enxuto 18

Escavação 69, 70, 71, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 81

F

Forma 3, 7, 12, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 43, 44, 45, 65, 69, 70, 74, 79, 84, 85, 86, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 123, 126, 143, 145, 146, 159, 161, 163, 166, 169, 170, 174, 175, 179, 189, 194, 195, 197

H

Habitação 1, 2, 3, 4, 25, 26, 80, 197

Habite-se 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36

I

Impostos 15, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 35

Influência 41, 43, 57, 92, 93, 99, 100, 101, 111, 115, 128, 133, 134, 135, 138, 144, 146,

174, 175, 181

Infraestrutura Urbana 39

Interdisciplinar 55, 159, 163

L

Lean Construction 1, 2, 3, 6, 8, 9, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23

M

MND 69, 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79

N

Necessidades 6, 9, 21, 83, 85, 86, 87, 88, 89

O

Ornamental Stones 116

P

Personas 83, 84, 85, 87, 89, 90

PMCMV 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 14, 15, 16

Pozolanas 124, 127, 129

Projeto Social 83, 84, 85, 88

Q

Qualidade da Água 55, 56, 57, 59, 60, 63, 65, 66, 68

Quartzite 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122

R

Recursos Hídricos 55, 66, 67

Removal 116, 118

Revestimentos 123, 124, 125, 127, 133, 135, 140, 162, 179, 181, 182, 184, 186, 187

S

Saneamento Básico 54, 55, 56, 59, 65, 66, 68, 88

Saúde Pública 55, 65, 66, 68

Smart City 39, 40, 43, 44, 52, 53

Stains 116, 118, 122

T

Technological Characterization 116

Tunnel Liner 69, 70, 71, 72, 73, 77, 78, 79, 81

V

Vala Método Tradicional 69

Vantagens 18, 19, 22, 74, 75, 77, 78, 138

Viabilidade Técnico-Econômica 1, 16

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/atenaeditora.com.br