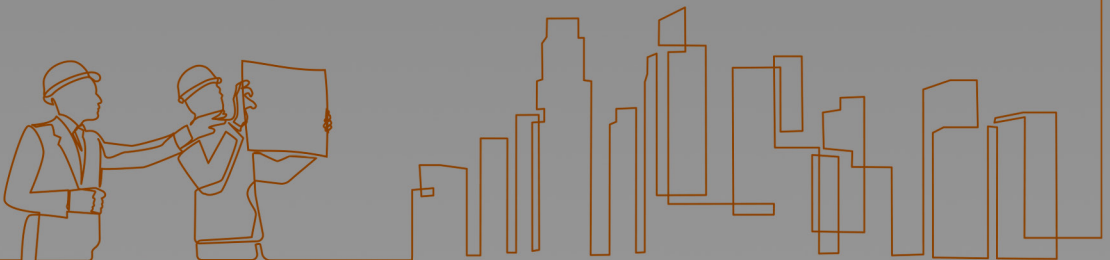


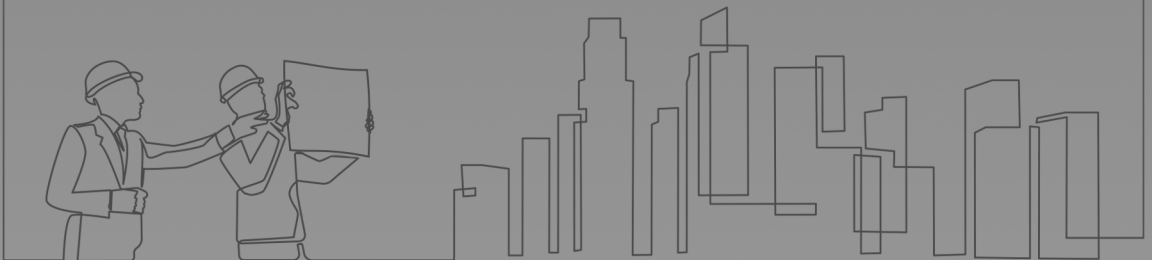
TECNOLOGIA EM MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

**Edna Alves Oliveira
Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco
(Organizadores)**



TECNOLOGIA EM MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

**Edna Alves Oliveira
Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco
(Organizadores)**



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

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.

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

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de 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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^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 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^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. 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 Dr. 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
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. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

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

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

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

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

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

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

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

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

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

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

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

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Tecnologia em materiais e processos construtivos

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Edna Alves Oliveira
Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T255 Tecnologia em materiais e processos construtivos /
Organizadores Edna Alves Oliveira, Luiz Antônio
Melgaço Nunes Branco. – Ponta Grossa - PR: Atena,
2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-589-1

DOI 10.22533/at.ed.891201811

1. Tecnologia. 2. Materiais e processos construtivos. I.
Oliveira, Edna Alves (Organizadora). II. Branco, Luiz Antônio
Melgaço Nunes (Organizador). III. Título.

CDD 601

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.

APRESENTAÇÃO

O homem sempre buscou na natureza, esse rico conjunto de elementos envolvendo mares, rios, lagos, terras, flora e fauna, sua capacidade de sobrevivência. Primitivamente caçando e coletando, vivendo no nomadismo até o surgimento das primeiras comunidades, quando sua capacidade e habilidades lhe permitiram perceber que não havia mais necessidade de tantos deslocamentos. A ideia de recurso como insumo estava clara. Havia abundância de materiais e com adequação ferramental a vida evoluía. Era o início de conquistas e realizações na área do conhecimento humano. Ocorriam, portanto, os primeiros passos no campo da experimentação científica, fato que permitiu, ao longo do tempo, a expansão da visão de mundo, bem como o domínio e controle cada vez mais maior dentro de uma vida já em sociedade.

Dentre as várias áreas do saber que evoluíram desde então, surge a engenharia como uma grande aplicadora desse conhecimento, transformando os recursos naturais ou gerando bens que são necessários e largamente utilizados para o desenvolvimento tecnológico. Dessa forma, a técnica, a metodologia e a instrumentação no mundo são uma constante e embasam toda a vida humana contemporânea. E tomada, então, como referencial, a tecnologia requer um olhar atento sobre o qual o trabalho repousa. Atualmente, o método científico tende a ser dominante e hegemônico, caracterizando-se por uma ciência experimental, por isso, a instrumentação e a medição são formas de garantir a confiabilidade de resultados. Para tal e perante tantas possibilidades de materiais, técnicas e ensaios, é necessário aprender a lidar com o novo que emerge a cada momento. Um dos paradigmas da educação que se aplica, nesse caso, é a formação de profissionais sobretudo na área tecnológica não apenas dotando-os de elementos técnicos para dominar uma realidade, mas permitindo-lhes compreender o significado e tendências dessa mesma realidade.

Nesse sentido, esta publicação é uma modesta contribuição a esse processo de formação e todos capítulos são oriundos de atividades de pesquisas desenvolvidas e conduzidas diretamente pelos autores.

Os organizadores desejam expressar agradecimentos a todos que graciosamente se dispuseram a colaborar nesta publicação e esperam que a leitura possa ser enriquecedora e fonte de inspiração.

Edna Alves Oliveira

Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco

Belo Horizonte, agosto/2020

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DE UMA HABITAÇÃO POR MEIO DE TRÊS MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Cynara Fiedler Bremer
Mariana Tonini de Araujo

DOI 10.22533/at.ed.8912018111

CAPÍTULO 2..... 15

AVALIAÇÃO DA MICROESTRUTURA E DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO COM INCORPORAÇÃO DE BACTÉRIAS DO GÊNERO BACILLUS SUBTILIS

Gláucia Nolasco de Almeida Mello
Samuel Ângelo Santiago

DOI 10.22533/at.ed.8912018112

CAPÍTULO 3..... 27

COMPORTAMENTO AO CISALHAMENTO DE MINI PAREDES EXECUTADAS COM BLOCOS ENCAIXÁVEIS DE SOLO CIMENTO

Juliana Moreira Senna Guimarães
Edna Alves Oliveira
João Batista Santos de Assis

DOI 10.22533/at.ed.8912018113

CAPÍTULO 4..... 46

ESTUDOS DE IMPLANTAÇÃO DE COBERTURAS VERDES EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

Adriano de Paula e Silva
Cristiane Machado Parisi Jonov
Priscila Salvador Santos

DOI 10.22533/at.ed.8912018114

CAPÍTULO 5..... 65

PLANEJAMENTO DE CRONOGRAMAS FÍSICO FINANCEIROS UTILIZANDO LINHA DE BALANÇO E TECNOLOGIA BIM

Danielle Meireles de Oliveira
Sidnea Eliane Campos Ribeiro
Aldo Giuntini de Magalhães
Sérgio Geraldo dos Reis Júnior

DOI 10.22533/at.ed.8912018115

CAPÍTULO 6	75
POSSIBILIDADE DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA E CONCRETO COM RESÍDUOS DE MARMORES E GRANITOS	
Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco	
André Ricardo de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.8912018116	
CAPÍTULO 7	88
TIJOLITO – SISTEMA AG CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA	
João Batista Santos de Assis	
Juliana Senna Guimarães	
Rúbia Nunes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.8912018117	
CAPÍTULO 8	101
VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO ACÚSTICO DE PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS MISTOS EM CONCRETO E BLOCO CERÂMICO PARA VEDAÇÃO	
Jamile Salim Fuina	
Bernardo Caetano Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.8912018118	
SOBRE OS ORGANIZADORES	117

PLANEJAMENTO DE CRONOGRAMAS FÍSICO FINANCEIROS UTILIZANDO LINHA DE BALANÇO E TECNOLOGIA BIM

Danielle Meireles de Oliveira

Dr^a. em Engenharia de Estruturas, UFMG,
danielle@demc.ufmg.br

Sidnea Eliane Campos Ribeiro

Dr^a. em Engenharia de Estruturas, UFMG,
sidnea@ufmg.br

Aldo Giuntini de Magalhães

Dr. em Engenharia de Estruturas, UFMG,
aldom@ufmg.br

Sérgio Geraldo dos Reis Júnior

Mestrando em Construção Civil, UFMG,
sergioreiseng@gmail.com

RESUMO: O setor da construção civil tem investido em novos processos gerenciais em busca de melhoria nos resultados físicos e financeiros dos empreendimentos. Este trabalho busca complementar os estudos realizados por Reis Júnior et al. (2019), apresentando os resultados obtidos ao planejar cronogramas físico financeiros por meio da metodologia de linha de balanço auxiliado por tecnologia da Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* - BIM). A fim de identificar os benefícios obtidos no gerenciamento de edifícios verticais, foi realizado um estudo de caso com o cronograma proposto pela equipe de construção responsável pela reforma da antiga Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Como resultado, foi possível replanejar as atividades de modo mais equilibrado, desconcentrando o dispêndio financeiro do empreendimento e ainda assim,

apresentando um planejamento de finalização do empreendimento antes do previsto.

PALAVRAS-CHAVE: Cronograma físico financeiro, gestão de projetos, planejamento, linha de balanço, *Building Information Modeling*.

BIM TECHNOLOGY AS A TOOL FOR IMPLEMENTING LINE OF BALANCE TECHNIQUE IN CONSTRUCTION PROJECTS

ABSTRACT: Civil construction has large gaps in terms of constructive methods, management and productivity. Many countries, including Brazil, are investing in new management methods, aiming to complete future projects on time and budget. This research is aligned with these objects, as the main objective of this paper is to complement Reis Júnior et al. (2019) analysis, introducing Building Information Modeling (BIM) to improve the previous practices to manage, control and monitor construction projects, materializing this strategies in a unique cost and progress schedule. To identify benefits in vertical building projects, a case study was run to analyze the planning construction proposed for the renovation of the Engineering School of the Federal University of Minas Gerais (UFMG). This paper proposes to identify how line of balance methodology assisted by BIM could help managers to improve the creation of schedules and manage they projects. Was verified that this method allowed to schedule tasks more efficiently, focusing in how the construction in field happens and accelerating the process to find the optimum production rate.

KEYWORDS: Project Management, Planing, Scheduling, Line of Balance, Building Information Modeling.

1 | INTRODUÇÃO

Tradicionalmente o planejamento é obtido por meio da combinação da experiência pessoal de gestores e as características individuais do projeto, atribuindo às atividades uma duração baseada nesta experiência ao invés de informações, como as quantidades necessárias, os índices de produção e os recursos (DAVE et al., 2015). Além disso, é comum que gestores do setor da construção fixem sua atenção nas atividades pesadas, como as de infraestrutura e estruturas, em detrimento de atividades complementares que também fazem parte do projeto, como os acabamentos e instalações hidráulicas e elétricas. Os resultados são frequentes descompassos entre as atividades que estão ocorrendo no canteiro de obras e aquelas planejadas (KENLEY e SEPPÄNEN, 2010).

Diante dessa realidade, existe uma demanda cada vez maior de métodos e tecnologias de planejamento que contribuam para uma boa gestão, fiscalização e execução das obras. Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a contribuição proveniente do uso da metodologia de linha de balanço e da tecnologia da Modelagem da Informação da Construção (ou *Building Information Modeling* - BIM) na criação de cronogramas físico financeiros para edificações verticais, ao invés do planejamento convencional. Para conduzir o estudo, os resultados obtidos por Reis Júnior et al. (2019), que realizaram um estudo de caso da obra da antiga Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), serão analisados e complementados.

2 | REVISÃO DA LITERATURA

A gestão de projetos é um conjunto de políticas, processos e ferramentas cuja finalidade é planejar e controlar a execução de projetos (PRADO, 2015).

Segundo Magalhães et al. (2018), no sistema tradicional de planejamento existe uma predominância da produção empurrada, sendo baseado no Método do Caminho Crítico (CPM) e na Técnica de Avaliação e Revisão de Programa (PERT). Este método apresenta falhas conceituais que resultam em ineficiências para a construção civil, sendo necessária a utilização de novas formas de programação que levem em conta as particularidades do setor, como por exemplo o fato da maior parte do trabalho ser construído no próprio canteiro de obras.

Os modelos complementares como a Linha de Balanço, a Linha de Fluxo e o *Last Planner System*, são técnicas que estão relacionadas com a construção enxuta (KOSKELA, 1992). Estes processos não se baseiam apenas nas atividades, mas concentram os esforços em um planejamento voltado para a movimentação dos recursos dentro do canteiro, com atividades programadas de forma sequenciadas e paralelas. Dessa forma, são priorizados os fluxos de recurso e a entrega do empreendimento de forma global.

Diversos são os estudos que ilustram as sinergias da utilização do BIM e a construção enxuta (BRIOSSO et al., 2017; TEZEL et al., 2019). A segmentação de dados possibilitada pela tecnologia pode agilizar a construção de linhas de balanço e linhas de fluxos, viabilizando a elaboração de planejamentos que representem de forma mais fidedigna as condições de campo e estreitando as relações dos planejamentos de curto, médio e longo prazo.

2.1 Building Information Modeling (BIM)

O *Building Information Modeling* é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que permitem criar uma metodologia progressiva para gerenciar projetos da construção civil. Sua adoção tem sido difundida como uma necessidade para alcançar melhores resultados do setor da construção e diversos autores têm demonstrado o sucesso da sua aplicação a todo o ciclo de vida dos empreendimentos (CBIC, 2016; EASTMAN et al., 2014; TEZEL et al., 2019, entre outros).

Os *softwares* BIM permitem a modelagem virtual em 3D dos elementos que serão construídos em um projeto, possibilitando assim a simulação de diversas opções de *design*, e conseqüentemente, a antecipação de potenciais problemas.

Aos elementos visuais são atribuídas fórmulas paramétricas e informações geométricas, facilitando a sua modelagem, alteração e rastreamento. De acordo com o Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2016), as soluções BIM trabalham como gestores de bancos de dados, de forma que qualquer alteração ou revisão realizada em qualquer parte de um modelo será automaticamente considerada em todas as demais formas de visualização da correspondente massa de dados e informações, sejam elas tabelas, relatórios ou desenhos (documentos), gerados a partir do modelo. Esta é uma das grandes diferenças para as ferramentas CAD (*Computer Aided Design*), onde a modificação de um parâmetro não realiza, necessariamente, todas estas alterações.

Quando estes modelos BIM de três dimensões incorporam informações referentes ao tempo, geralmente relacionadas com o cronograma da obra, recebem o nome de BIM 4D (ANTWI-AFARI et al., 2018). Dessa forma, as tarefas que compõem o cronograma da construção são associadas às famílias virtuais, permitindo, assim, a visualização da sequência de execução, de forma a contribuir para o entendimento do processo de produção por parte dos envolvidos em sua gestão e a apoiar a tomada de decisão (KYMMEL, 2008).

3 | METODOLOGIA CIENTÍFICA

Para este trabalho, cuja finalidade é desenvolver uma metodologia de planejamento capaz de solucionar um problema específico da construção civil, foi adotada a modalidade de pesquisa do tipo aplicada, qualitativa, exploratória e que contou com um estudo de caso.

O estudo teve início com a necessidade de planejar a execução da obra de reforma dos edifícios que compõem a antiga Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Localizado no Centro de Belo Horizonte – entre as ruas Espírito Santo e Bahia, e rua dos Guaicurus com Avenida do Contorno – o imóvel, que inclui os edifícios Álvaro da Silveira (AS) e Arthur Guimarães (AG), tombados nas instâncias estadual e municipal, tem cerca de 25.000 m² e passava pela fase de planejamento pela equipe de operação da Construtora vencedora da licitação.

A pesquisa considerou os resultados obtidos por Reis Júnior et al. (2019), que realizaram uma análise de dois cronogramas físico financeiros do edifício Álvaro da Silveira, um elaborado pela equipe de planejamento e construção da empresa e outro por meio da metodologia de linha de balanço. Neste estudo, foi proposto um terceiro cronograma, baseado na metodologia de linha de balanço e auxiliado por plataformas BIM.

Foram utilizados os *softwares* Autodesk NavisWorks, Microsoft Excel e MS Project para transformar a modelagem BIM 3D em quantidades de insumos (homem hora, equipamento hora e materiais) necessários para construir o empreendimento. A partir dessas informações, os dados foram tratados e o planejamento foi automatizado por meio da orientação do fluxo de trabalho e definição das equipes de trabalho e ritmo de produção.

4 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste trabalho foi realizado um estudo de caso da obra da antiga Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O complexo será reformado para receber até 70 varas do Tribunal Regional do Trabalho de Minas Gerais (TRT-MG). Faz parte do escopo da licitação a execução dos trabalhos de demolição e reforma dos Edifícios Álvaro da Silveira (AS) e Arthur Guimarães (AG), além da construção de um Edifício Acesso para interligação entre os dois existentes. Na Figura 1 (a) e (b) são apresentados, respectivamente, os edifícios atuais e o modelo virtual da reforma.

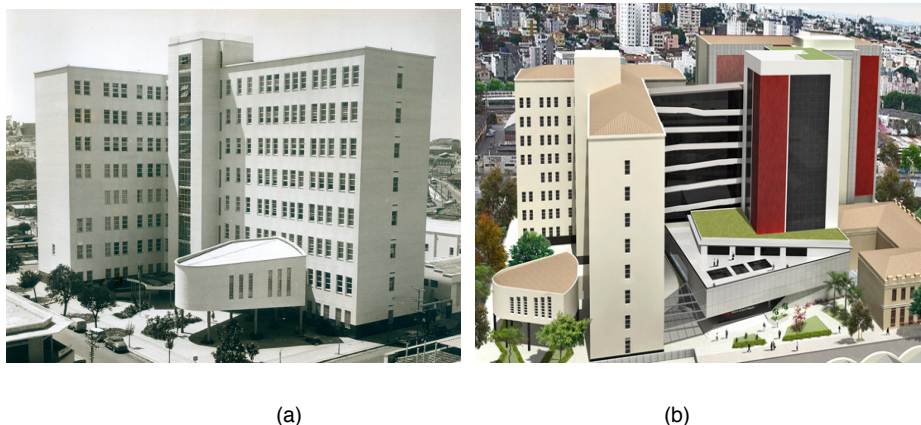


Figura 1 – Obra da antiga Escola de Engenharia da UFMG:

(a) edifícios AG e AS atualmente; (b) modelo virtual da reforma.

Fonte: Associação dos Magistrados da Justiça do Trabalho da 3ª Região - AMATRA3 (2016).

Um dos pré-requisitos contratuais desta licitação foi a necessidade de apresentar cronogramas físico financeiros condizentes com o processo executivo do empreendimento. Esses cronogramas são criados com a finalidade de prever o dispêndio financeiro de uma obra à medida que seu avanço físico ocorre, embora nem sempre reflitam a realidade. Enquanto um dispêndio financeiro superior ao previsto pode inviabilizar o fluxo de caixa da companhia, gastos muito inferiores podem estar relacionados à atrasos na execução do empreendimento. Uma das formas de se evitar estes problemas é aperfeiçoar a qualidade do planejamento e controlar para que a execução das atividades em campo esteja alinhada com o cronograma previsto.

As cláusulas contratuais, estabelecidas pelo órgão contratante, impediam o pagamento da etapa caso um ou mais serviços, dos 27 previstos até aquela etapa, não estivessem concluídos. Dessa forma, era necessário criar cronogramas que refletissem o processo executivo e que melhor atendessem às necessidades de construção do empreendimento no prazo previsto. Reis Júnior et al. (2019) desenvolveram um estudo que contempla o cronograma físico financeiro preliminar elaborado pela equipe de execução do projeto e o elaborado por meio da metodologia de linha de balanço.

O cronograma físico financeiro preliminar, contendo 30 etapas para execução dos 27 itens acordados contratualmente, foi criado considerando os macros quantitativos apresentados na proposta de licitação, dessa forma, as durações dos itens, como execução de Alvenarias, foram estabelecidas com base na experiência dos profissionais e dos índices da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO). Por não haver segmentação suficiente dos quantitativos, não foi possível levar em conta a disposição das equipes ao longo do edifício, não sendo considerada a improdutividade por conta da movimentação excessiva dentro do canteiro de obras ou a necessidade de montagem e desmontagem frequente de andaimes. Além disso, o plano de ataque para execução concomitante de atividades dependentes, dificultava o avanço físico na formatação prevista por conta do fluxo de material necessário no empreendimento. Um possível atraso na retirada de material ou na entrega das esquadrias resultaria em atraso nos pagamentos das etapas relacionadas.

O planejamento que considerou a metodologia de linha de balanço permitiu dilatar o avanço físico e financeiro ao longo das etapas. As principais atividades alteradas foram aquelas relacionadas aos itens de Pavimentação, Esquadrias, Revestimento, Impermeabilização, Forro e Ar Condicionado. Esta alteração permitiu uma construção com ritmo constante, o que resultou, por exemplo, em um avanço acumulado até a 14ª etapa, ou 14º mês de obra, de 38,81%, contra os 57,76% previstos inicialmente, muito embora a nova proposta de execução permita antecipar a finalização do empreendimento. Além disso, a procura por informações detalhadas dos quantitativos nos projetos evidenciou uma diferença, a maior, de aproximadamente R\$5 milhões de reais entre a lista de quantitativos licitados e os levantados.

4.1 Cronograma Elaborado por meio da metodologia de Linha de Balanço e auxiliado pela tecnologia BIM

Ao elaborar um cronograma é necessário associar a cada uma das atividades a data de início, a duração e a sequência lógica de construção. Uma das principais dificuldades no momento de realizar o planejamento está em como utilizar uma produtividade que condiz com a realidade para os grupos distintos de serviços licitados. Estes serviços geralmente são apresentados pelos Contratantes sem que haja juízo de valor quanto a dificuldade para a execução de quantidades unitárias em locais diferentes do mesmo empreendimento. Entretanto, ao modelar estes parâmetros dentro do modelo BIM, é possível planejar de maneira mais realista o início e fim das atividades, e conseqüentemente, da obra.

Para esta metodologia, todas atividades do cronograma são sequenciadas de forma que seu início ocorra após o término da atividade antecessora. Embora esta abordagem de planejamento das atividades aumente a duração para conclusão das unidades de repetição,

o empreendimento como um todo é finalizado em menor prazo. Ao definir as equipes de trabalho de maneira que todos os pacotes de serviço sejam executados de acordo com aquele de maior duração, é possível definir o ritmo de produção. Dessa forma, evita-se improdutividade por conta de excesso nas folgas entre as atividades ou de mão de obra.

A sequência de atividades da Estrutura Analítica do Projeto (EAP) pode ser criada em ferramentas de planejamento, como o Primavera ou o MS Project. Para isso, é necessário adicionar a duração de cada atividade para encontrar o tempo total de construção de uma unidade de repetição ou de todo o empreendimento. Como a duração dos serviços é uma relação entre a quantidade de insumos necessários e a disponível, é possível utilizar dos códigos da EAP do banco de dados e das unidades de repetição, para automatizar o processo de associação da duração com as respectivas atividades.

Para este estudo de caso, os insumos de mão de obra, equipamentos e materiais extraídos dos modelos foram tratados no *Microsoft Excel* por pavimento, item e edifício. De posse dessas informações, as equipes de execução, fixas durante todo o período da obra, foram pré-definidas para cada item licitado, possibilitando a estimativa da duração de cada atividade por pavimento. Os dados foram importados pelo *MS Project* de forma automatizada, para possibilitar melhor visualização da execução das atividades e controle das datas de término. Para atender ao prazo previsto, foram realizadas interações entre o cronograma e o tamanho das equipes de trabalho.

De posse da duração de início e fim das atividades, foi criado um cronograma físico de acompanhamento cujo percentual de avanço previsto estava relacionado com o número de dias necessário para completar cada atividade. Quanto ao avanço financeiro, foram considerados os mesmos preços licitados, conforme realizado pela equipe de obra. Dessa forma, é possível atrelar o avanço percentual financeiro com o avanço físico.

O cronograma do Edifício Álvaro da Silveira foi elaborado a partir do banco de dados criado pelos Modelos Virtuais em BIM e a sequência de execução das atividades seguiu a metodologia de linha de balanço. A segmentação das atividades, do nível macro para o micro, possibilitou o entendimento dos insumos necessários para executar o empreendimento. Dessa forma, foi elaborado um cronograma cujo foco é o tempo de execução das unidades de repetição e por consequência, a entrega da obra dentro do prazo previsto.

Foi possível alcançar maior previsibilidade na duração das atividades e assertividade nas escolhas das datas de início e término provenientes da segmentação precisa dos insumos das unidades de repetição. Entretanto, foram excluídas as atividades que não foram modeladas, como as instalações de ar condicionado e os elevadores.

O processo de definição das equipes, para o cálculo do prazo das atividades, permite prever a alocação de mão de obra direta relacionada. Diferente dos demais cronogramas, foi possível plotar uma curva de histograma prevista para as atividades e conseqüentemente, para a execução completa do edifício AS. Conforme representado na Figura 2, foram estimados 1420 homens-mês para execução completa das atividades em 26 meses.

Assim, neste cronograma, a duração prevista para execução do empreendimento foi de 26 etapas, que correspondem a 26 meses de execução. Entretanto, por conta de as atividades ocorrerem em paralelo, a duração média dos itens foi de aproximadamente 15

etapas. De fato, as atividades foram dilatadas com o intuito de viabilizar uma única equipe de determinada função por vez por pavimento, no caso da Pintura, por exemplo, a duração foi de 20 etapas.

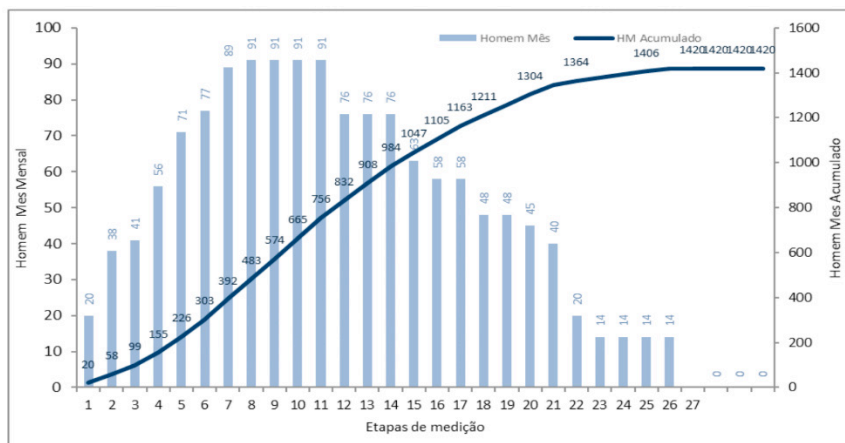


Figura 2 – Histograma de mão de obra direta do edifício AS.

Fonte: Elaborada pelo Autor.

4.2 Comparação dos Cronogramas do Edifício Álvaro da Silveira

Os três cronogramas do Edifício Álvaro da Silveira estão representados na Figura 3.

O avanço proposto no terceiro cronograma, elaborado com o auxílio das informações do banco de dados extraído dos modelos BIM, prevê um ritmo constante de trabalho para todas as equipes. Essa formatação, ao manter as frentes de trabalho por maior tempo dentro do canteiro de obras, resulta em maior avanço nas etapas iniciais e conseqüentemente, menor número de etapas para a conclusão das atividades. Dessa forma, o avanço acumulado dos cronogramas de linha de balanço atinge valores maiores ainda no início do empreendimento, em comparação com o cronograma elaborado pela equipe de obra.

O uso da linha de balanço e da tecnologia BIM resultou, para o Edifício AS, em cronogramas com avanços físicos e financeiros iniciais maiores que os propostos pela equipe de obra. Conforme representado na Figura 4, o avanço acumulado do cronograma proposto neste trabalho é até 172% maior que os previstos inicialmente. Essa diferença diminui entre as etapas 6 a 14, devido a concentração das atividades de revestimento, forro, esquadrias, impermeabilização e pavimentação no cronograma previsto pela equipe de obra. Os refinamentos no cronograma da linha de balanço, realizados por meio da metodologia de base de dados em BIM, permitiram que o avanço acumulado permanecesse superior ao idealizado inicialmente.

Estes avanços superiores são resultado da execução rítmica e constante das atividades

ao longo de todo o empreendimento. A execução das demolições, impermeabilização e forro, planejadas pela equipe de obra para serem executadas em poucas etapas, foram substituídas por longas durações. Na etapa 18, em que o planejamento da metodologia BIM atinge 91% de avanço previsto, os demais cronogramas apresentam avanços de 71% e 51%, como pode ser verificado na Figura 3. Este desenvolvimento físico financeiro rápido, além de resguardar o cliente do empreendimento quanto à segurança no prazo, possibilita que a Contratada receba os pagamentos pelas tarefas realizadas de maneira antecipada. Dessa forma, podem ser reduzidos os custos indiretos com seguros e empréstimos.

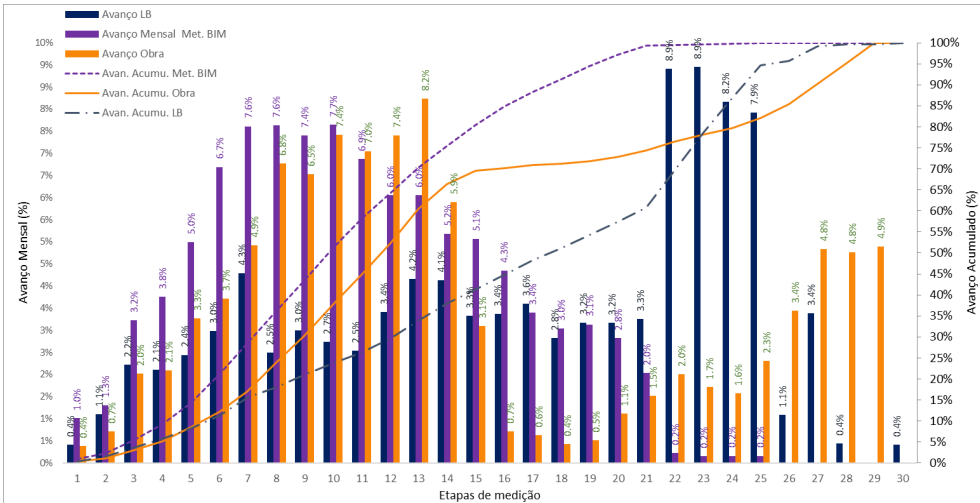


Figura 3 – Comparação entre cronogramas do avanço físico para o Edifício AS.

Fonte: Elaborada pelo Autor.

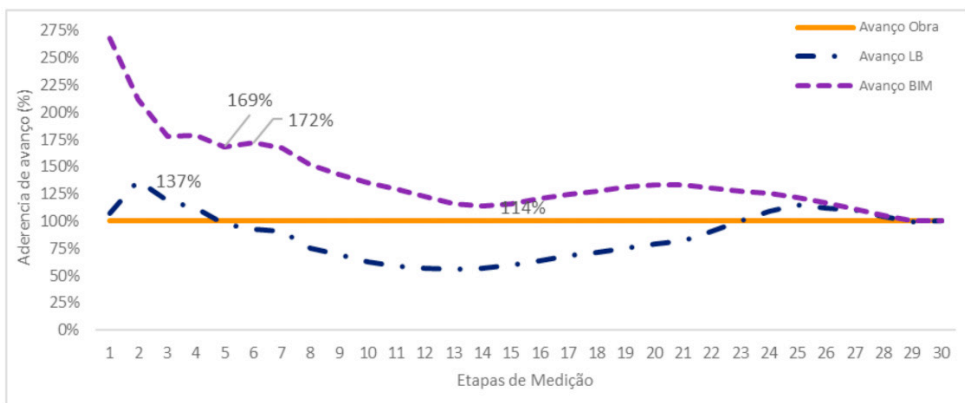


Figura 4 – Aderência dos avanços físicos acumulados dos cronogramas em relação ao proposto pela equipe de obra para o Edifício AS.

Fonte: Elaborada pelo Autor.

51 CONCLUSÃO

Este trabalho foi motivado pelos resultados obtidos na pesquisa realizada por Reis Júnior et al. (2019), ao levar em conta a segmentação dos dados e a metodologia de linha de balanço no planejamento de cronogramas físico financeiros. Por sua vez, este estudo prosseguiu para uma abordagem de segmentar os serviços por insumos por meio do auxílio da tecnologia BIM. Esta consideração está alinhada à tendência de utilização desta ferramenta e explora os possíveis benefícios do compartilhamento dos modelos virtuais, pelo Contratante, para a execução das atividades contratualmente acordadas, pela Contratada.

Durante a pesquisa foi proposto um conjunto de políticas, processos e tecnologias que permitiram a criação de uma metodologia orientada na construção de um banco de dados que representasse, de maneira confiável, as condições de trabalho para a reforma do empreendimento. Sendo assim, foi possível utilizar os modelos virtuais em BIM para obter os insumos necessários, definir as equipes e calcular o ritmo de produção do empreendimento que atendessem aos 30 meses de serviço.

Esta abordagem, em conjunto com o sequenciamento proveniente da linha de balanço, permitiu a construção de um cronograma cujo término do empreendimento é 10% menor e é possível alcançar avanço físico de 90% em 67% do tempo previsto originalmente pela equipe de obra. Estes resultados encorajam a modelagem dos projetos auxiliares cujos serviços são complexos e seus custos são representativos do todo, como os projetos de ar condicionado, de hidráulica e infraestrutura elétrica.

Desta forma, entende-se que o presente trabalho contribui para o avanço do conhecimento sobre a utilização da tecnologia BIM para aumento da maturidade dos projetos, principalmente na elaboração de cronogramas e programação das atividades. A construção de um banco de dados confiável por meio de modelos virtuais permite, ainda, a automatização de tarefas cotidianas de fiscalização e o melhor entendimento dos insumos necessários, atividades que vão além da representação visual possibilitada pela modelagem dos elementos em *softwares* BIM. Os resultados obtidos neste trabalho abrem espaço para trabalhos futuros, como a identificação e teste de possíveis benefícios ao associar cada um dos elementos modelados nos *softwares* BIM com os *softwares* de planejamento, a criação de cronogramas não determinísticos, a associação com a metodologia de planejamento *Advanced Work Packaging* (AWP) e o possibilidade de aproveitar esse banco de dados no gerenciamento de materiais e no controle e monitoramento dos projetos.

REFERÊNCIAS

ANTWI-AFARI, M. F. et al. Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): A longitudinal review. *Automation in Construction*, v. 91, p. 100-110, 2018.

Associação dos Magistrados da Justiça do Trabalho da 3ª Região - AMATRA3, 2016. Disponível em: <www.amatra3.com.br>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

BRIOSIO, X. et al. Comparing three scheduling methods using BIM models in the Last Planner System. *Organization, Technology and Management in Construction*, v. 9, n. 1, p. 1604-1614, 2017.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Implementação BIM - Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, Brasília: CBIC, 2016.

DAVE, B. et al. Suggestions to Improve Lean Construction Planning. Proceedings of the 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Perth, Austrália, 29-31, July 2015.

EASTMAN, C. et al. Manual de BIM - Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman Editora, 2014.

KENLEY, R; SEPPÄNEN, O. Location-based management system for construction: improving productivity using flowline. Londres: Editora Spon Press, 2010.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy in Construction (CIFE Technical Report, No.72). Salford: Center for Integrated Facility Engineering, 1992.

KYMMELL, W. Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations. New York: McGraw-Hill, 2008.

MAGALHÃES, R. M. et al. Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro. Gestão & Produção, São Carlos, v. 25, n. 1, p. 44-55, 2018.

PRADO, D. PERT/COM. Gerenciamento de Projetos. 5 ed. Nova Lima: FALCONI Editora, 2015.

REIS JÚNIOR, S. G. et al. Planejamento de Cronogramas Físicos Financeiros por meio da Metodologia de Linha de Balanço. In: XV CNEG - CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO & VI INOVARSE, 2019, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: XV CNEG & VI INOVARSE, 2019.

TEZEL, A. et al. Lean Construction and BIM in Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs) in Construction: A Systematic Literature Review. Canadian Journal of Civil Engineering. 2019.

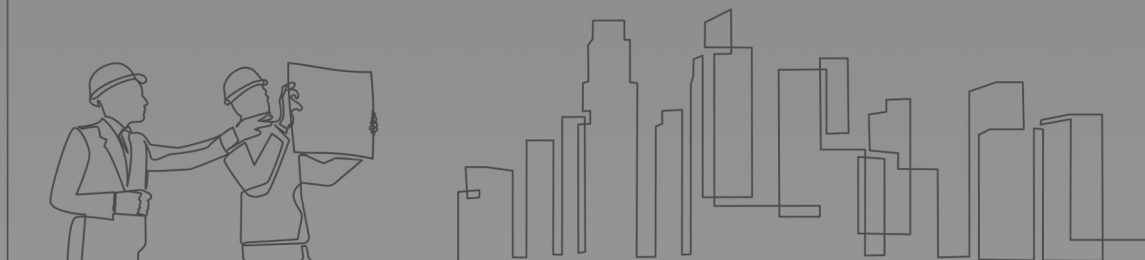
TECNOLOGIA EM MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



TECNOLOGIA EM MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

