

# Engenharia de Construção Civil e Urbana

Franciele Braga Machado Tullio  
(Organizadora)



# Engenharia de Construção Civil e Urbana

Franciele Braga Machado Tullio  
(Organizadora)



**Atena**  
Editora

Ano 2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Lorena Prestes  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
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  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
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  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>Engenharia de construção civil e urbana [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-852-6 DOI 10.22533/at.ed.526191912</p> <p>1. Construção civil – Brasil. 2. Engenharia civil. I. Tullio, Franciele Braga Machado.</p> <p style="text-align: right;">CDD 624</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia de Construção Civil e Urbana” contempla dezoito capítulos com abordagens sobre as mais recentes pesquisas relacionadas a construção civil e modificação do ambiente urbano. A utilização de novas tecnologias, desenvolvimento de novos materiais promovem um avanço na construção civil, permitindo a execução de novas construções, promovendo a reutilização de diversos materiais que antes eram descartados. O uso de ferramentas computacionais permite um maior controle e gerenciamento de obras, proporcionando uma melhor compatibilização de projetos, e evitando diversos problemas na sua execução. Existem aplicativos que permitem realizar o dimensionamento de diversos elementos, contribuindo para a agilidade na execução de projetos. O estudo sobre o comportamento de materiais utilizados na construção civil permite o desenvolvimento de novas soluções, bem como o aprimoramento de sistemas construtivos existentes, proporcionando maior qualidade, eficiência e segurança às obras. A utilização de resíduos de construção e desenvolvimento de materiais, têm sido amplamente utilizados e além de gerar novas soluções, resulta em benefícios ao meio ambiente. Da mesma forma, o uso da eficiência energética também tem sido utilizado em busca de soluções sustentáveis. Ante ao exposto, esperamos que esta obra proporcione ao leitor uma leitura agradável e traga conhecimento técnico, contribuindo para uma reflexão sobre os impactos que as pesquisas geram na engenharia de construção civil e urbana, e que seu uso possa trazer benefícios a sociedade.

Franciele Braga Machado Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO EM LINGUAGEM PYTHON PARA ANÁLISE DE ESTRUTURAS UTILIZANDO O MÉTODO DOS DESLOCAMENTOS	
Amanda Isabela de Campos	
DOI 10.22533/at.ed.5261919121	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
IMPLANTAÇÃO DO BIM EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE – ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA JÚNIOR	
Rafael Braida Ribeiro	
Maurício Leonardo Aguilar. Molina	
DOI 10.22533/at.ed.5261919122	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
VARIAÇÃO DE CALOR EM UMA PLACA: ANÁLISE EXPERIMENTAL E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS	
Fábio Gaspar Santos Júnior	
Ana Carolina Carius	
Mariana Anastácia de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.5261919123	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PROJETOS NA CIDADE DE ALFENAS-MG	
Leonardo Avelar Pereira	
Laísa Cristina Carvalho	
Iago Bernardes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.5261919124	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
APLICATIVOS DE SMARTPHONE COMO FERRAMENTA PARA O GERENCIAMENTO DE OBRAS	
Francisco Diego Bezerra Soares	
Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo	
DOI 10.22533/at.ed.5261919125	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>69</b>
A ABORDAGEM <i>DESIGN THINKING</i> NO CURSO DE ENGENHARIA: UMA EXPERIÊNCIA NO DESAFIO DE CRIAR E INOVAR NA COMPLEXIDADE DO ENSINO E APRENDIZAGEM DA DISCIPLINA DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL	
Gilselene Garcia Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.5261919126	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>86</b>
INFLUÊNCIA DA COLAGEM DE LAMINADOS DE POLÍMERO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO (PRFV) NO REFORÇO DE LIGAÇÕES VIGA-PILAR DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO	
Juliana Penélope Caldeira Soares	
Nara Villanova Menon	
DOI 10.22533/at.ed.5261919127	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>101</b>
MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO: UM ESTUDO SEMI PROBABILÍSTICO E SEUS DESDOBRAMENTOS	
Ana Carolina Carius	
Leonardo de Souza Corrêa	
Vinícius Costa Furtado da Rosa	
Alex Justen Teixeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5261919128</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>115</b>
STUDY OF THE DURABILITY OF COMPOSITES OF EUCALYPTUS CELLULOSE FIBER STERIFIED FOR CEMENT MATRIX REINFORCEMENT	
Laís Fernanda dos Santos Marques	
Leila Aparecida de Castro Motta	
Rondinele Alberto dos Reis Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5261919129</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>121</b>
CONTROLE TECNOLÓGICO DA ARGAMASSA POR MEIO DE ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
Amanda Regina de Souza Macedo	
David Edson Macedo Palhares	
Ariadne de Souza e Silva	
Rafael Alexandre Raimundo	
Cleber da Silva Lourenço	
Ruan da Silva Landolfo	
Uilame Umbelino Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191210</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>132</b>
A IMPORTÂNCIA DO EMPREGO DE MATERIAIS RETARDANTES AO FOGO NAS GALERIAS COMERCIAIS DA CIDADE DE JUIZ DE FORA	
Jenifer Pungirum Quaglio	
Maria Teresa Barbosa	
Wendell Albuquerque	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191211</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>149</b>
CONTRIBUIÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA GEOTÉRMICA NO BRASIL	
Adriana Coelho Vieira	
Brunno Daibert Andrès	
Luis M. Ferreira Gomes	
Peter Kallberg	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191212</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>166</b>
ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO SIMPLES COM ADIÇÃO DE CINZA DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Ítalo Diego e silva morais	
Ariele Rebeca Martins ribeiro	
Francisco Willian Policarpo de Albuquerque	
Walber Alves Freitas	
Francisca Lucivania policarpo de Albuquerque	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191213</b>	

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>177</b>
ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE USINA RECICLADORA DE RESÍDUOS DE CONCRETO NA INDÚSTRIA DE PRÉ-MOLDADOS: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE MOSSORÓ/RN	
Adeirton Gois de Lima	
Francisco Herikleptom Mariano da Costa	
Lucas Allan Saldanha dos Santos	
Hannah Lerissa Hydaradaya Moura Santos de Farias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191214</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>188</b>
COMPORTAMENTO DE BLOCOS DE TRANSIÇÃO COM PERFIL METÁLICO <i>Behavior of steel pile cap</i>	
Rodrigo Gustavo Delalibera	
Marcell Godoi Sivelli	
José Samuel Giongo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191215</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>206</b>
ESTUDO COMPARATIVO DA ASSOCIAÇÃO DE MEMBROS DE TRELIÇAS ISOSTÁTICAS	
Francisca Ires Vieira de Melo	
Leonardo Henrique Borges de Oliveira	
Layane Silva de Amorim	
Lourena Barbosa Cavalcante Paiva	
Sara Fernandes Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191216</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>225</b>
FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS ALTOS SEGUNDO DUAS VERSÕES: A SUGERIDA PELA NBR 6123/1988 E OUTRA SIMPLIFICADA	
Marcus Vinicius Paula de Lima	
Nara Villanova Menon	
Maicon de Freitas Arcine	
Juliana Penélope Caldeira Soares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191217</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>240</b>
COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DE PERFIS DE AÇO FORMADOS A FRIO SUBMETIDOS À COMPRESSÃO DE ACORDO COM A NBR 14762:2010	
Amanda Isabela de Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191218</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>260</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>261</b>



## IMPLANTAÇÃO DO BIM EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE – ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA JÚNIOR

**Rafael Braida Ribeiro**

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia Juiz de Fora - MG

**Maurício Leonardo Aguilar. Molina**

Universidade Federal de Juiz de Fora

**RESUMO:** O BIM vem se consolidando no Brasil devido a diferentes incentivos e políticas governamentais. A criação da Câmara Brasileira de BIM, o lançamento da Estratégia BIM BR e o incentivo de instâncias como o governo estadual de Santa Catarina, a Caixa Econômica Federal, o BNDES e o Exército Brasileiro permitem perceber a importância do movimento no Brasil, com a consequente demanda por profissionais com competências em BIM. Considerando que é nas instituições de ensino superior que são formados os profissionais que irão desenvolver projetos de engenharia, percebe-se a necessidade de uma mudança na forma como tais competências são abordadas. As empresas juniores constituem um espaço de grande relevância para que os discentes comecem a se envolver com o desenvolvimento de projetos profissionais reais, junto com o gerenciamento dos mesmos. Sob esse contexto, a empresa júnior das faculdades de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora, em decorrência dos seus objetivos para o ano de 2018, decidiu

pela implantação do BIM em seus processos, políticas e ferramentas de projetos. Foi definida, para a criação do Plano de Implementação BIM, a adoção dos conceitos do PMBOK, a fim de possibilitar o gerenciamento profissional de projetos. Este trabalho apresenta o novo plano de trabalho da empresa, definido a partir de práticas existentes e modificando aspectos da concepção e fluxo de trabalho dos projetos.

**PALAVRAS-CHAVE:** BIM, Gerenciamento de Projetos, Design for X.

### IMPLEMENTATION OF BIM IN A SMALL BUSINESS – CASE STUDY IN A JUNIOR COMPANY

**ABSTRACT:** BIM has been consolidating in Brazil due to different incentives and government policies. The creation of the Brazilian BIM Chamber, the launch of the BIM BR Strategy and the encouragement of instances such as the Santa Catarina state government, Caixa Econômica Federal, BNDES and the Brazilian Army allow us to realize the importance of the movement in Brazil, with the consequent demand for professionals with BIM skills. Considering that it is in higher education institutions that the professionals who will develop engineering projects are trained, there is a need for a change in the way such competences are approached. Junior companies are a very important space

for students to begin to get involved with the development of real professional projects, along with their management. In this context, the junior company of the Faculties of Engineering and Architecture and Urbanism of the Federal University of Juiz de Fora, due to its objectives for 2018, decided to implement BIM in its processes, policies and project tools. For the creation of the BIM Implementation Plan, the adoption of PMBOK concepts was defined in order to enable professional project management. This paper presents the company's new work plan, defined from existing practices and modifying aspects of project design and workflow.

**KEYWORDS:** BIM, Project Management, Design for X.

## 1 | INTRODUÇÃO

O setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações – AECO – passa por mudanças significativas com a adoção do BIM – Building Information Modeling – um conjunto de tecnologias de projeto e processos produtivos que possibilita a geração e gestão de dados de construção ao longo do ciclo de vida de um empreendimento, envolvendo a coordenação entre as diferentes disciplinas do projeto [1].

### 1.1 O aprendizado do BIM na UFJF

O estudo conceitual do BIM, bem como sua aplicação prática, vem sendo realizado em áreas da UFJF que pouco se comunicam, como a Pró-Reitoria de Infraestrutura e Gestão, disciplinas eletivas e pesquisas de docentes das faculdades de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo, além da empresa PORTE Jr. Este trabalho surge da necessidade de suprir a demanda por uma modernização nos processos de projetos da PORTE Jr., bem como fomentar o intercâmbio de informações entre as diversas áreas internas e da universidade como um todo.

No segundo semestre do ano de dois mil e dezoito, discentes do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia deram início ao Grupo de Estudos e Práticas em BIM da UFJF (GEBIM). O formato de grupo, que conta com apoio docente, tem como objetivo desenvolver conhecimento através de estudos e discussões, atuando em torno de alguns eixos para a disseminação do BIM na UFJF. O primeiro deles é a identificação das disciplinas do currículo envolvidas na concepção de um projeto de edificação e a articulação dos conceitos do BIM nelas; o segundo é a disseminação do BIM através das disciplinas que fazem parte dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo na UFJF. Por fim, a implantação do BIM na PORTE Jr. através de uma parceria com o GEBIM constitui a base deste trabalho.

O movimento de empresas júnior constitui uma oportunidade interessante para alunos de cursos de graduação para aceder às inovações do mercado e, nesse intuito, a parceria entre o GEBIM e a PORTE Jr. viabiliza a transferência de conhecimento para sua utilização em projetos reais de edificações. A PORTE Jr. possui como meta para o presente ano “Se manter como primeira empresa júnior do estado de Minas

Gerais” e, como visão, “Ser a maior empresa júnior do Brasil até 2020”.

## 1.2 Iniciativas governamentais para implantação do BIM

Segundo PESSATO [2], o estado de Santa Catarina é o pioneiro no incentivo à utilização do BIM no Brasil, através da exigência de projetos para a Secretaria de Saúde nesses moldes. Desta forma, aliado à existência de incentivos federais, percebe-se que as esferas governamentais estão cumprindo um importante papel de fomentar a utilização do BIM no Brasil. Através de uma pesquisa realizada com construtoras da cidade de Florianópolis por MASOTTI [3], foi possível ter uma percepção do estado da arte do setor AECO no que diz respeito a escritórios de projetos, que é o perfil da empresa objeto de estudo neste trabalho.

Das quinze empresas que MASOTTI [3] estudou, somente duas delas não estavam familiarizadas com o conceito BIM, três adotam o conceito – seja por vontade própria ou por demanda de clientes. Quatorze das quinze empresas acreditam que a área de projetos é aquela na qual vislumbra-se um maior potencial de crescimento com o BIM, como mostrado no gráfico apresentado na figura 1.



Figura 1 - Potencial de evolução [3]

O BIM permeia todas as áreas do setor AECO e, na opinião dos profissionais das empresas entrevistadas, seus benefícios serão amplos.

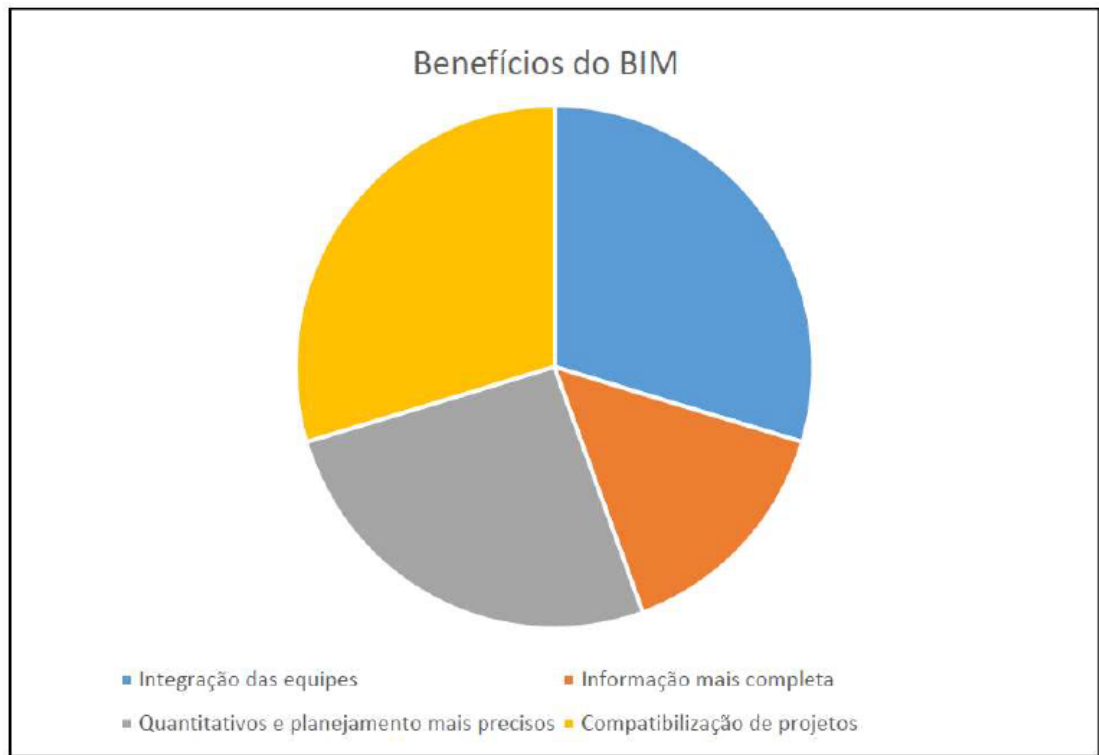


Figura 2 - Benefícios do BIM [3]

A menção do setor de projetos como aquele que possui maior potencial de crescimento, conforme mostra a figura 1, aponta para a importância de se investir nessa etapa do ciclo de vida. Por tal motivo foi proposto para a PORTE Jr. um plano de implementação do BIM que foca inicialmente em melhorias de processos e na mudança da mentalidade de projeto tradicional para aquela que será chamada aqui de “Design para a Gerenciabilidade”.

## 2 | OBJETIVOS

A implantação do BIM em uma empresa, independente do seu porte, vai muito além da simples aquisição e utilização de softwares; ela requer uma mudança geral em todo o processo de projeto. Segundo Ferreira (2017), quando se pensa na adoção do BIM para a elaboração de projetos, pretendesse alcançar a eficiência através da interoperabilidade, bom gerenciamento de informações e sustentabilidade.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo apresentar as etapas utilizadas durante a criação do Plano de Implantação BIM que permitirá que a empresa júnior saia do nível 0 e alcance, inicialmente, o nível 1 de maturidade BIM. Para tal serão seguidas práticas de gerenciamento de projetos descritas no PMBOK em sua sexta edição [4], dentre elas o Design for X, no contexto do Design para a Gerenciabilidade.

### 3 | REVISÃO DA LITERATURA

Uma forma de implantar e analisar as áreas de um projeto sob a ótica BIM é através das suas dimensões. A edificação passa por um ciclo de vida que, no BIM, envolve sete dimensões: Modelagem (3D), Planejamento (4D), Orçamento (5D), Sustentabilidade (6D) e Gestão da Operação (7D). Essas dimensões são inseridas de forma sequencial no ciclo de vida da edificação como mostradas na imagem abaixo.

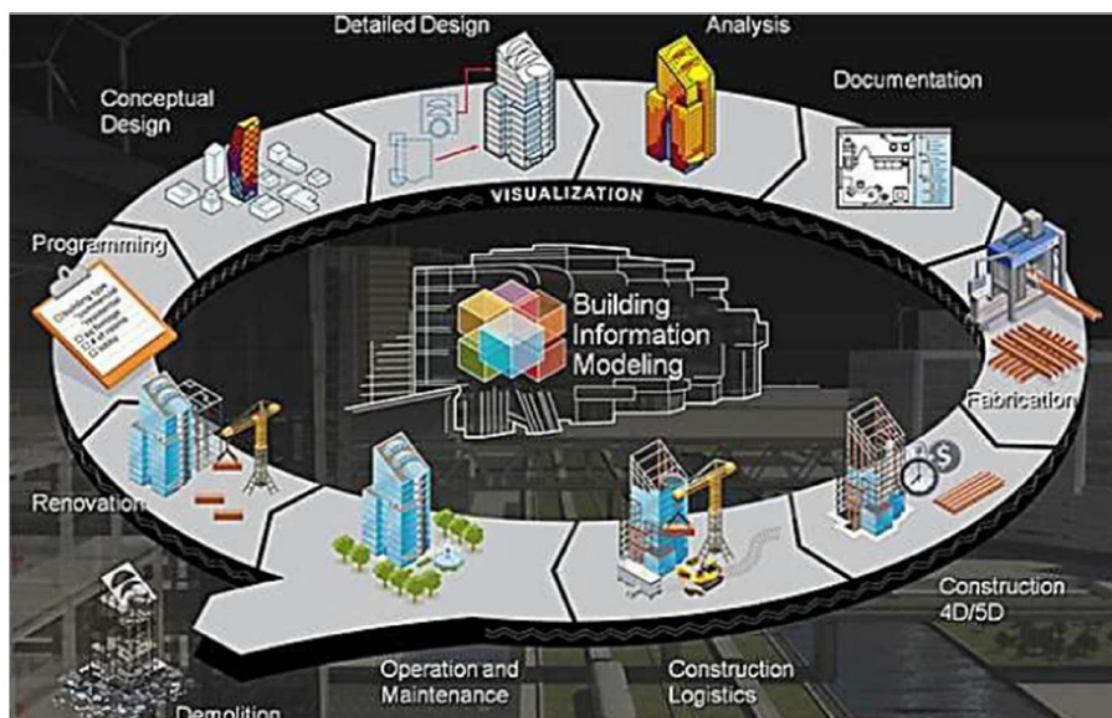


Figura 3 - Ciclo de vida da edificação (Fonte: <http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim>)

A figura 4 mostra, de forma comparativa, o fluxo de trabalho de um projeto utilizando BIM e não o utilizando. Analisando-a é possível observar que o fluxo de trabalho BIM aumenta a quantidade de trabalho nas fases de projeto, o que possibilita a otimização e redução do trabalho nas fases de execução. Desse modo, quanto mais avançado encontra-se o cronograma do projeto, maior é o custo de qualquer mudança e menor o seu impacto.

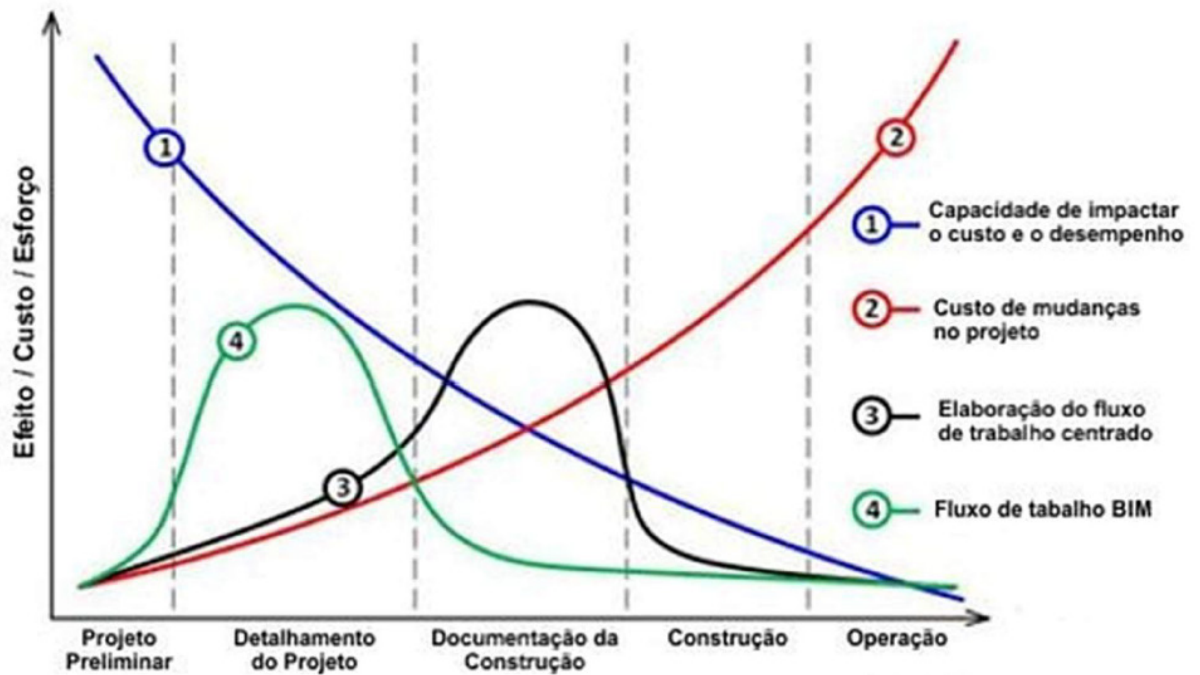


Figura 4 - Processo BIM de projeto [5]

A implantação do BIM envolve, além de ferramentas, conceitos e processos que devem ser bem definidos e difundidos por toda a empresa, para se avançar na maturidade organizacional em torno do BIM, conforme mostrado na figura 5.

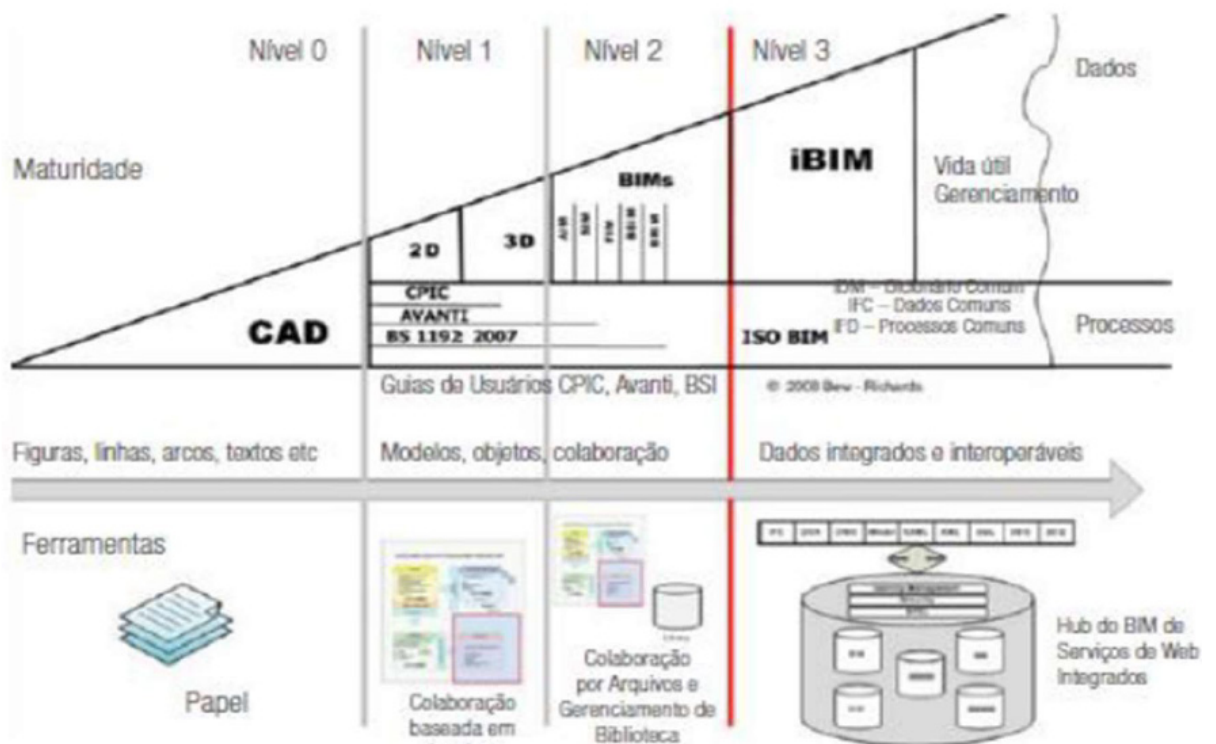


Figura 5 - Níveis de maturidade BIM [2]

## 4 | ESTUDO DE CASO

Durante o processo de elaboração do Plano de Implantação BIM para a PORTE Jr. foram seguidas etapas bem definidas de observação, análise e decisão. O fator dominante durante todo o processo foi a preocupação em, inicialmente, tentar adaptar processos já existentes para a realidade BIM e, somente no caso de não ser possível adaptar, optar pela completa modificação. Essa preocupação faz com que sejam respeitadas as características da empresa e de seus membros.

Uma ferramenta de projeto utilizada na indústria naval é a Espiral de Projeto de Evans [6]. Essa ferramenta se baseia em um ciclo de melhoria contínua baseado nas etapas do projeto. Na elaboração do Plano de Implantação BIM foi utilizada a espiral abaixo para que fosse possível, a cada ciclo completo, iniciar um novo processo de melhoria que fizesse com que os processos da empresa se aproximassem cada vez mais do desejado dentro do nível 1 de maturidade BIM.

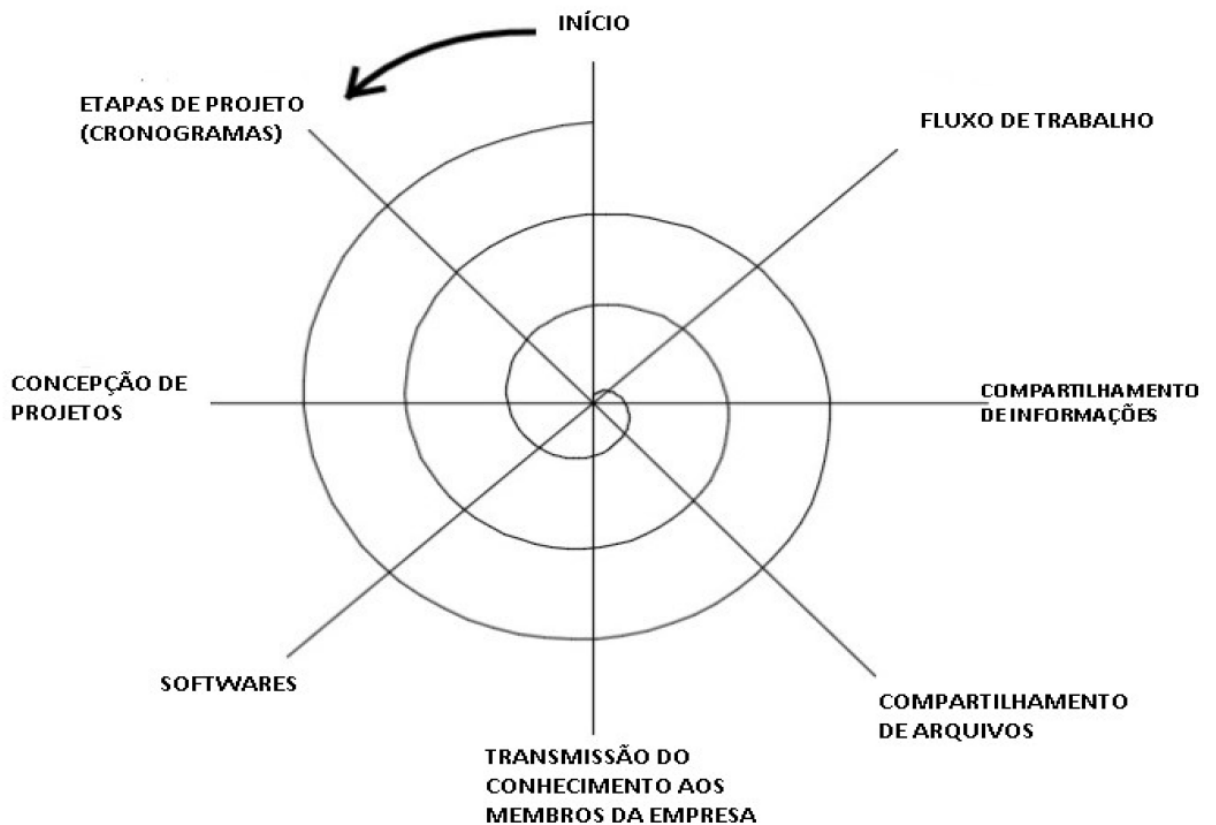


Figura 6 - Espiral de projeto adaptada de [6]

As etapas mostradas na espiral de projeto da figura 6 serão divididas em tópicos e explicadas de forma que seja possível compreender como se deu a utilização desta ferramenta. As informações coletadas em cada uma das etapas foram extraídas

através de reuniões com membros da empresa e observação direta dos processos.

#### 4.1 Etapas de projeto (Cronogramas)

As etapas do projeto entram como primeiro elemento de análise da espiral por ser considerado de extrema importância o entendimento do sequenciamento do projeto para que possam ocorrer melhorias. No caso deste projeto foi possível perceber os seguintes pontos iniciais de melhoria nos cronogramas praticados:

- os cronogramas são elaborados baseando-se somente em suposições;
- o nível de detalhamento da Estrutura Analítica do Projeto (EAP) é baixo.

#### 4.2 Concepção de projetos

A etapa da concepção dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações foi, desde o início, o foco principal desta implantação. A resistência às mudanças por parte dos membros da empresa foi um fator que recebeu atenção especial, pois entende-se que, se o departamento de projetos não aceita a iniciativa, o processo tem poucas chances de dar certo. A falta de ênfase nas etapas do processo de projeto nas disciplinas da grade do curso de Engenharia Civil necessário considerar alguns pontos de melhoria na concepção dos projetos:

- superar a mentalidade tradicional de projeto, na qual as áreas trabalham de forma independente;
- trabalhar a coordenação de projetos em contraposição com a prática compatibilização, que geralmente pressupõe retrabalho.

#### 4.3 Softwares

A adoção do BIM implica na adoção de softwares que estejam alinhados com características como a geração de um modelo do projeto que contenha informações e parâmetros e a interoperabilidade entre plataformas. Existe hoje em dia uma oferta considerável de softwares BIM com foco em aspectos distintos, tornando necessária a etapa de análise dos softwares antes de fazer a escolha de quais serão utilizados. Apesar de utilizar softwares BIM para a modelagem da arquitetura e estrutura, a PORTE Jr. encontra-se no nível 0 de maturidade BIM pelos seguintes fatores observados:

- utilização de softwares de desenho auxiliado pelo computador;
- utilização de softwares de projeto de instalações que não permitem a visualização de um modelo, impedindo a compatibilização dos mesmos com os modelos arquitetônico e estrutural;
- ausência de um software que realize de forma otimizada o processo de com-



patibilização.

#### **4.4 Transmissão do Conhecimento aos Membros da Empresa**

Devido ao fato de a PORTE Jr. ter uma alta rotatividade de membros, a transmissão do conhecimento aos novos membros torna-se uma tarefa complexa, principalmente quando há a necessidade de treinamentos presenciais. Desta forma, observou-se que o fato da não disponibilidade de membros em um mesmo horário é um fator complicador para que sejam realizados tais treinamentos.

#### **4.5 Compartilhamento de Arquivos**

Na PORTE Jr. os projetos são feitos, em sua maioria, em duplas de projetistas, o que faz com que o compartilhamento de arquivos tenha que ser de forma sincronizada. Ocorrências observadas permitem uma análise de que existem falhas em tal processo, tais como utilização não otimizada do compartilhamento em nuvem quando se esquece de realizar o upload de arquivos ao terminar o trabalho, o que causa um problema do versionamento de arquivos.

#### **4.6 Compartilhamento de informações**

Esta área do processo de projetos encontra-se bem estruturada na PORTE Jr., visto que utilizam uma plataforma de compartilhamento de informações que é bem utilizada. O único ponto de melhoria na área é o fato de ocorrer pouca comunicação entre áreas no que diz respeito às alterações de projetos.

#### **4.7 Fluxo de Trabalho**

O fluxo de trabalho da PORTE Jr. encontra-se bem estruturado para a forma em que os projetos são executados atualmente, porém, ao ser adotada o BIM, faz-se necessária a adoção de um fluxo de trabalho diferente para que seja possível executar a coordenação de projetos. A coordenação de projetos possibilita que a compatibilização final não necessite ou necessite de poucas alterações, pois aquelas que por ventura surgiram, foram prontamente feitas ainda no processo de concepção.

#### **4.8 Sugestões de Melhoria**

O BIM traz como benefícios para o projeto os seguintes aspectos [1]: visualização antecipada e mais precisa, correções automáticas de baixo nível quando mudanças são feitas, geração de desenhos em duas dimensões precisos e consistentes, colaboração antecipada entre disciplinas, verificação facilitada das intenções, extração de estimativas de custos e incrementação da eficiência energética. Desta forma, é necessário um estudo detalhado de como foi documentado no Plano de Implantação BIM citado neste trabalho, para que seja possível extrair o máximo de benefícios do BIM.

Esses benefícios tornam possível a concepção de projetos que sejam gerenciáveis no formato just in time, ou seja, que permitam que aqueles que os executarão tenham a informação certa, no momento certo e com o insumo certo. Após o processo de análise das modificações e estudo das possíveis soluções, foram listadas as sugestões de melhoria para que fosse possível iniciar a implantação do BIM na PORTE Jr.:

- coleta de informações dos prazos necessários para execução de cada etapa do projeto para que seja possível construir o cronograma médio para cada tipo de projeto;
- maior detalhamento da EAP de cada área de projeto, bem como construção de uma que faça com que os projetos ocorram de forma coordenada, baseando-se no nível de detalhamento (LoD) dos mesmos;
- promover reuniões conjuntas com todas as áreas do projeto de forma regular para que todos os envolvidos na sua elaboração possam ter ciência do andamento do mesmo;
- sugerir leituras regulares de artigos que falem sobre os assuntos essenciais ao BIM: colaboração e coordenação;
- definir a regularidade, de acordo com o cronograma montado, com que será feita a coordenação entre as áreas de projetos para detectar interferências;
- definir responsáveis pela etapa de coordenação e compatibilização dos projetos;
- utilização de softwares BIM em todos os projetos executados pela PORTE Jr.;
- aquisição de softwares BIM que atendam às necessidades da PORTE Jr. e que estejam de acordo com as normas nacionais;
- executar a compatibilização de projetos através de software que seja destinado a tal tarefa;
- produção e utilização de videoaulas e documentos pela PORTE Jr. para que o conhecimento técnico possa ser passado aos novos membros;
- seleção e utilização de plataforma adequada para compartilhamento de arquivos entre duplas de projeto, no intuito de corrigir o problema de não executar o upload de um arquivo ao término do trabalho;
- utilização de um servidor de modelos para compartilhamento de arquivos atualizados no formato de interoperabilidade BIM (IFC) entre áreas distintas do projeto;
- reestruturação do fluxo de trabalho feita através da experiência de um projeto piloto;
- realizar reuniões com empresas juniores que já utilizam o BIM para seja possível observar boas práticas e construir uma troca de informações sobre os métodos adotados.

## 5 | RESULTADOS

Durante o início do processo de implantação, alguns testes de softwares foram feitos para que se pudesse tomar a decisão de qual se adequaria melhor à realidade da PORTE Jr. Inicialmente, devido à maior familiaridade com a PORTE Jr., foi utilizado o software Autodesk Revit para o projeto arquitetônico. Para os projetos de instalações encontra-se em teste o software QiBuilder da AltoQi, visto que possui total adequação às normas nacionais e executa o dimensionamento de forma precisa, bem como as demais etapas do projeto. Para o projeto estrutural vem sendo utilizado o software Eberick, também da empresa AltoQi.

Durante as etapas da elaboração do Plano de Implantação BIM e as etapas já executadas dessa implantação, percebeu-se como desafio a resistência à mudança por parte dos membros. Essa resistência se dá, dentre outros motivos, pelo completo desconhecimento dos benefícios que a metodologia traz e pelo fato de ser necessário o estudo para que se tenha o domínio do novo processo. Para mitigar essa resistência, foram feitas palestras explicativas, reuniões demonstrativas e flexibilização do estudo através da utilização de videoaulas.

Os resultados do processo de implantação do BIM na PORTE Jr. ainda são pouco expressivos. Porém, de acordo com um projeto de instalações elétricas já executado, percebeu-se que o tempo de execução foi similar, sendo que neste primeiro projeto existia o estudo da ferramenta ocorrendo em paralelo. Portanto, a expectativa para próximos projetos é de que seja possível executá-los em menor tempo e com maior qualidade.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração de um Plano de Implantação BIM constitui um desafio devido às diversas peculiaridades existentes quando se trata de uma empresa júnior, como no caso da PORTE Jr. A alta rotatividade dos seus membros, que não podem se dedicar integralmente ao processo devido à sua condição discente, a habitual incompatibilidade de horários para treinamentos, a necessidade de destinar recursos financeiros para outras áreas e a mudança na mentalidade de projeto da PORTE Jr. são algumas dessas peculiaridades.

Há ainda as barreiras culturais, decorrentes de um currículo que, no caso da UFJF, ainda não incorpora o BIM como parte das competências do egresso [7]. Nesse sentido, as iniciativas em esferas governamentais desempenham um papel fundamental na promoção daquilo que, embora amplamente como algo “futurístico”, já é realidade que se expande com rapidez.

## REFERÊNCIAS

[1] EASTMAN, C. et. al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção**

para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Bookman, 2014.

[2] FERREIRA, J.B.P., **Análise do cenário de implantação do BIM em obras e projetos de arquitetura, engenharia, construção e operação no governo brasileiro e estrangeiro**. Belo Horizonte: UFMG, 2017. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg4/170.pdf>>. Acesso em 23 out. 2018.

[3] MASOTTI, L.F.C., **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil**. Florianópolis: UFSC, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/127335/TCC%20-%20Luis%20Felipe%20Cardoso%20Mas%20ottti%20-%20BIM.pdf>>. Acesso em 23 out. 2018.

[4] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. Newton Square: PMI, 2017.

[5] ALMEIDA, R.C.G., **Impacto do uso do BIM na elaboração de projetos as built de sistemas prediais hidrossanitários**. Goiânia: UFG, 2016. Disponível em: <[https://www.eec.ufg.br/up/140/o/IMPACTO\\_DO\\_USO\\_DO\\_BIM\\_NA\\_ELABORA%C3%87%C3%83O\\_DE\\_PROJETOS\\_AS\\_BUILT\\_DE\\_SISTEMAS\\_PREDIAIS\\_HIDROSSANIT%C3%81RIOS.pdf](https://www.eec.ufg.br/up/140/o/IMPACTO_DO_USO_DO_BIM_NA_ELABORA%C3%87%C3%83O_DE_PROJETOS_AS_BUILT_DE_SISTEMAS_PREDIAIS_HIDROSSANIT%C3%81RIOS.pdf)>. Acesso em 23 out. 2018.

[6] EVANS, J.H., **“Basic Design Concepts”**, J. American Society of Naval Engineers, 1959.

[7] AGUILAR, M.; AZEVEDO, W. **O Ensino/Aprendizado do BIM no curso de Engenharia Civil da UFJF**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7. 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

## **SOBRE O ORGANIZADORA**

**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO** Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ação do vento 225, 226, 228, 229, 230, 235  
Algoritmo 1, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 240, 251, 254, 258  
Análise estrutural 1, 2, 4, 9, 14, 15, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 98, 198, 224  
Aplicativo 28, 56, 60, 61, 62, 63, 66  
Aprendizagem 69, 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84  
Argamassa 107, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131  
Armaduras 93, 95, 192, 196, 197, 199, 200, 202

### B

BIM 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 40, 41, 42, 43, 53, 54, 55, 58  
Blocos de concreto 190

### C

Cálculo 1, 4, 10, 14, 15, 33, 38, 63, 66, 69, 75, 80, 84, 86, 90, 93, 98, 101, 104, 105, 106, 109, 112, 172, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 188, 195, 205, 210, 211, 226, 227, 230, 233, 238, 240, 245, 247, 248, 249, 251, 254, 257  
Compatibilização 23, 24, 25, 40, 41, 44, 46, 49, 53, 55  
Concreto 45, 52, 54, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 123, 130, 131, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 195, 198, 205, 230, 231, 238, 239  
Controle tecnológico 121, 122, 127, 130

### D

Desenvolvimento 1, 16, 34, 41, 42, 43, 53, 56, 57, 58, 59, 63, 65, 66, 69, 70, 71, 74, 77, 84, 90, 131, 149, 151, 163, 167, 209, 230, 259  
Dimensionamento 2, 3, 26, 46, 50, 88, 142, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 197, 199, 204, 208, 212, 223, 238, 240, 241, 242, 246, 247, 249, 258, 259

### E

Edificações 17, 41, 44, 54, 67, 87, 90, 99, 121, 122, 124, 130, 133, 135, 137, 140, 141, 142, 147, 148, 226, 229, 230, 233, 237, 238  
Elementos finitos 15, 28, 33, 34, 38, 198, 199, 246  
Eletricidade 149, 152, 153, 154, 156, 159, 160, 161, 163  
Energia 5, 6, 15, 46, 59, 126, 149, 150, 151, 152, 153, 156, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 166, 168, 170, 179, 183, 184, 186  
Energia renovável 149  
Ensaio 28, 101, 104, 108, 109, 110, 111, 112, 121, 122, 128, 129, 130, 169, 170, 191, 197, 205  
Estabilidade 86, 87, 88, 92, 93, 98, 99, 115, 226, 238, 246, 249, 258  
Estacas 157, 188, 189, 190, 205  
Estruturas 1, 2, 3, 9, 14, 15, 28, 38, 41, 45, 54, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 99, 100, 105, 113, 119, 167, 168, 169, 171, 176, 178, 179, 186, 205, 207, 208, 223, 224, 225, 238, 239, 241, 259

## G

Gerenciamento de obras 56, 58, 60, 61, 66

Gerenciamento de projetos 16, 19, 27, 67

## I

Inovação 41, 69, 70, 72, 73, 74, 85, 179

## M

Materiais 2, 28, 30, 31, 35, 38, 44, 53, 60, 62, 63, 88, 99, 102, 103, 105, 109, 111, 113, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 140, 143, 147, 148, 167, 168, 169, 172, 198, 199, 223, 228

Método dos deslocamentos 1, 3, 9, 14, 15

Modelagem estrutural 225

Módulo de elasticidade 4, 10, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 115, 121, 122, 127, 128, 130, 131, 198, 199, 209, 231, 244

## P

Perfis de aço 240, 241, 249, 258, 259

Pré-moldados 90, 177, 178, 179, 180, 181, 186, 187

Projeto 1, 2, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 68, 70, 72, 74, 82, 87, 88, 89, 90, 99, 104, 109, 112, 124, 132, 134, 135, 142, 147, 168, 178, 181, 184, 186, 205, 224, 235, 238, 259

Projeto arquitetônico 26, 44, 54

Propriedades geométricas 3, 209, 222, 242, 243, 245, 249, 251

## R

Reciclagem 120, 177, 180, 181, 182, 186, 187

Reforço estrutural 86

Resíduos sólidos 167, 177, 179, 180, 186

Resistência 23, 26, 35, 45, 88, 89, 90, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 121, 122, 124, 126, 127, 128, 129, 131, 142, 166, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 189, 195, 198, 199, 200, 231, 240, 242, 249, 251, 257, 258

## S

Segurança 53, 132, 134, 135, 139, 140, 142, 143, 151, 179, 212, 226, 230, 233, 238, 260

Simulações 28, 30, 31, 33, 35, 98, 190, 225

Sustentabilidade 19, 20, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 186

## T

Tecnologia 27, 40, 41, 42, 53, 54, 57, 58, 59, 61, 67, 68, 121, 131, 152, 153, 157, 161, 163, 166, 260

Treliças 9, 14, 15, 206, 207, 208, 209, 211, 212, 213, 220, 223, 224

## V

Viga 50, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 99, 100, 102, 103, 112, 206, 209, 212, 221, 222, 223, 237, 246

