

## AVALIAÇÃO E PROSPECÇÃO DO PANORAMA GERAL DA IMPLANTAÇÃO DO LOD EM PROJETOS BIM NO CENÁRIO BRASILEIRO

Vitória Yasmim Zanfrilli (IC) e Mariana Zuliani Theodoro de Lima (Orientador)

**Apoio: PIBIC Mackenzie**

### RESUMO

A construção civil encontra-se em constante evolução, sendo as Revoluções Industriais marcos históricos dessas alterações, de forma que o resultado gere o mínimo retrabalho e agilize a elaboração de projetos e o canteiro de obras, como fornece os conceitos *Level of Development* e *Lean Construction* atrelados à metodologia *Building Information Modeling*. Essa metodologia se encontra de forma consolidada internacionalmente quando comparada ao cenário brasileiro. Sendo assim, por se tratar de uma metodologia em processo de implementação, há alguns obstáculos a serem superados, pois a inserção de novas tecnologias no ambiente de trabalho acarreta a responsabilidade de transformar toda uma cultura empresarial, tornando necessário interpretar o que retarda tal processo. E, posteriormente, avaliar qual o nível de desenvolvimento, o *Level of Development (LOD)*, mais utilizado nos projetos e seus benefícios na gestão desses. O presente trabalho se estruturou, com o auxílio de um questionário, entrevista e revisão bibliográfica, em uma análise do BIM e do LEAN, explorando suas vantagens, evoluções na implantação e comparações de guias LOD em relação a gestão de projetos. Como resultado, verificou-se que, no Brasil, mesmo com as dificuldades apresentadas, a implantação tende a aumentar, dado o grande suporte governamental. Em contraponto, devido à falta de unanimidade dos guias LOD, ou seja, existência de diferentes guias com disparidades em relação ao modo de gestão de projetos, possibilita, em alguns casos, o overmodeling, influenciando negativamente esses projetos.

**Palavras-chave:** *Level of Development. Lean Construction. Building Information Modeling.*

## **ABSTRACT**

Civil construction is in constant evolution, with the Industrial Revolutions being the historical landmarks of these changes, so that the result generates the minimum rework and speeds up the preparation of projects and the construction site, as provided by the concepts Level of Development and Lean Construction linked to the methodology Building Information Modeling. This methodology is internationally consolidated when compared to the Brazilian scenario. Thus, because it is a methodology in the process of implementation, there are some obstacles to be overcome, because the insertion of new technologies in the workplace carries the responsibility of transforming an entire corporate culture, making it necessary to interpret what slows down this process. And, subsequently, to evaluate which level of development, the Level of Development (LOD), is most used in projects and its benefits in their management. The present work was structured, with the help of a questionnaire, interview and literature review, in an analysis of BIM and LEAN, exploring their advantages, developments in their implementation and comparisons of LOD guides in relation to project management. As a result, it was verified that, in Brazil, even with the difficulties presented, the implementation tends to increase, given the great governmental support. On the other hand, due to the lack of unanimity of LOD guides, that is, the existence of different guides with disparities in relation to project management, in some cases, overmodeling is made possible, negatively influencing these projects.

**Keywords:** Level of Development. Lean Construction. Building Information Modeling, Brazilian.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil no Brasil, é encarregado por uma parcela expressiva do PIB brasileiro. A grande evolução desse setor só foi possível por meio das Revoluções Industriais, as quais ocasionaram grande expansão e impacto na construção civil. Na primeira, o ferro passou a ser produzido em escala industrial, proporcionando melhoria nos transportes ferroviários e conseqüentemente diminuindo o custo e o tempo com que as matérias primas das construções chegassem às obras. Enquanto na Segunda, sucedida no final do século XIX, a produção em larga escala do aço foi o seu ápice, resultando no desenvolvimento do setor de transporte e na invenção do concreto armado, o qual ofereceu estruturas mais resistentes no ramo da construção. Quanto a Terceira, denominada de Revolução Informacional, com o emprego da computação e robótica proporcionou, segundo a filosofia LEAN Construction, uma produção enxuta, redução nos custos, tempo e desperdícios devido a produção fora dos canteiros de obras e a computação permitiu o desenvolvimento de projetos mais elaborados com maior rapidez e controle de obra (RIBEIRO, 2019).

Atualmente, a Quarta Revolução Industrial, denominada Indústria Inteligente 4.0, baseia-se na informação digital e é conduzida mediante a seis princípios básicos, sendo eles a interoperabilidade, virtualização, descentralização, capacidade em tempo real, orientação a serviço e modularidade (CAVALCANTI, 2018). Tendo este ponto em vista, a maior parte das tecnologias desenvolvidas hoje, incorporam os conceitos da Indústria 4.0, como é o caso da metodologia BIM (Building Information Modeling), que se encontra em ascensão no Brasil (RIBEIRO, 2019).

Essa metodologia tem como objetivo a melhoria dos processos de concepção e gestão da construção, o que gera vantagens para um empreendimento em todas as suas fases de desenvolvimento. Dessarte, a modelagem paramétrica e a interoperabilidade se classificam como conceitos revolucionários extremamente importantes, permitindo por exemplo, o tráfego do conjunto de informações da construção, tornando os arquivos BIM acessíveis em diferentes softwares de arquitetura, engenharia e construção (AEC) e stakeholders em diferentes fases do ciclo de vida de uma edificação (ANDRADE, 2009).

Além disso, com o intuito de criar um conceito estrutural a fim de orientar o processo de desenvolvimento do projeto e a evolução das suas informações contidas, foi criado o conceito de Nível de Desenvolvimento/ Level of Development (LOD). Esses níveis, normalmente variam em uma escala de cinco graus, no qual a quantidade de informações e precisão ocorre progressivamente dentro do projeto (MANZIONE, 2013).

Embora no Brasil o uso do BIM seja incipiente, devido aos elevados custos de treinamento, aquisições de equipamentos e softwares caros, demandando muito tempo dos

profissionais envolvidos e exigindo uma grande mudança de conceitos preexistentes que já estão enraizados, a busca das empresas pela diminuição de retrabalhos e consequente economia financeira estão mudando esse cenário ao adotar essa metodologia (MAGALHÃES, 2017).

Dentro deste contexto, o propósito do presente trabalho foi avaliar a implementação da tecnologia BIM no mercado da construção civil no Brasil, as vantagens do BIM atreladas ao Lean Construction e qual o nível de conhecimento e aplicabilidade do conceito LOD dentro das construtoras, tornando possível refletir e mensurar as mudanças provocadas com sua implementação e como o LOD, quando utilizado de forma efetiva e abrangente em todos os seus níveis, pode revolucionar a área de projetos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Conceitos iniciais de BIM**

A tecnologia Building Information Modeling – BIM, trata-se de um dos maiores avanços na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Embora o assunto seja recorrente nos dias atuais, o conceito mais antigo já documentado foi um protótipo de trabalho denominado "Building Description System", publicado por Chuck Eastman, na Universidade de Carnegie-Mellon, em 1975. Segundo ele, o BIM representa uma nova metodologia e tecnologia capaz de melhorar os processos de concepção e gestão da construção, trazendo benefícios a todas as fases do ciclo de vida de um empreendimento. Vale salientar que o BIM é uma metodologia e não um software, sendo as principais “tecnologias” que o diferenciam dos sistemas de CAD tradicionais, a modelagem paramétrica e a interoperabilidade (EASTMAN, 2014).

Os objetos no BIM, são definidos como elementos, como por exemplo, paredes, portas, telhados, sendo esses elementos pertencentes a uma família. Contudo, cada família só reúne elementos semelhantes, com os mesmos parâmetros e comportamento, incluindo atributos de forma, distâncias, ângulos, regras, entre outros, mas com suas particularidades. Há três tipos de famílias: as famílias do sistema, que já vem instaladas no mesmo e não são apagáveis; famílias carregáveis, as quais são as famílias carregadas de fontes externas ao projeto; e as famílias modeladas no local, que são criadas no próprio projeto, não podendo, portanto, ser exportadas para outros projetos, como o caso das famílias carregáveis (FARIAS, 2018). Não obstante, são essas famílias as responsáveis por compor um modelo paramétrico, o qual possibilita a atualização automática de alguns objetos de acordo com o controle do usuário ou mudanças de conceitos. A interoperabilidade é o que garante aos softwares a possibilidade de trocar informações entre si, ou seja, a capacidade que os sistemas possuem de se comunicar (ANDRADE, 2009). No BIM, isto é feito através de um protocolo internacional

padrão de trocas de dados nos aplicativos e nos processos do projeto criado (MANZIONE, 2013).

De acordo com o Eastman (2014), em relação à implementação do BIM, as razões relevantes para a sua inserção em escritórios de projeto são sobretudo a confiabilidade de custos e gestão, o maior nível de detalhamento e precisão, redução no tempo de entrega (time to market), a possibilidade da pré-fabricação, o planejamento do trabalho em campo, além de análises preditivas em tempo real para tomada de decisão mais assertivas em função da maior interatividade que o BIM oferece.

## **2.2 BIM no contexto internacional**

No âmbito internacional, as organizações e os órgãos governamentais tem incentivado cada vez mais o uso do BIM, seja por meio de pesquisas e discussões sobre o tema e por exigirem a consolidação dessa plataforma pelas construtoras (ANDRADE, 2009). Para demonstrar o avanço e importância dessa tecnologia no segmento da construção, Masotti (2017) cita o desenvolvimento em diferentes países, a saber:

A Finlândia é pioneira na utilização da plataforma BIM em obras de engenharia com projetos desde 2001. Desde 2007, a estatal Finlandesa Senate Properties obriga o uso do BIM, enquanto a Finish Transport Agency exige que apenas os grandes projetos de infraestrutura sejam realizados com a metodologia. Dentre os países da América do Sul, encontra-se o Chile, que a contar de 2011, o Ministério de Obras Públicas exige BIM em licitações de hospitais.

Na América do Norte, a General Services Administration (GSA) criou, em 2003, nos Estados Unidos, o programa nacional denominado 3D-4D-BIM Program e em 2006 decretou a obrigatoriedade da utilização do BIM para todas as fases de projetos dos novos edifícios públicos e para todos os projetos custeados pela mesma, desde prédios civis, federais e até edificações militares. Segundo o relatório SmartMarket Report, a utilização do BIM nos Estados Unidos saltou de 40% em 2009 para 71% em 2012.

O objetivo do governo do Reino Unido, no setor da construção, é reduzir o custo dos projetos em 20% e reduzir a intensidade da emissão de carbono. Para que isso aconteça, o governo vem realizando várias iniciativas em compromisso com o BIM.

Muitos países adotaram o uso do BIM na Europa, como na Holanda, local em que o BIM é obrigatório para projetos públicos, desde 2011. E a partir de 2012, o Dutch Ministry of the Interior (RGD) obriga o uso do modelo para a manutenção de grandes projetos. À proporção que, na Noruega a empresa estatal Statsbygg decidiu a aplicação do BIM para todo o ciclo de vida dos seus edifícios. Ao passo que, na Dinamarca, a empresa estatal the Palaces

& Properties Agency, e o Defense Construction Service exigem o BIM em todos os seus Projetos.

Logo, diversas organizações internacionais têm investido em pesquisas e fóruns de discussões sobre o uso da tecnologia BIM, os quais têm sido apresentados em workshops, conferências e publicações em todo o mundo sobre o tema (ANDRADE, 2009).

### 2.3 BIM no cenário brasileiro

A realidade que se encontra no Brasil, quanto ao uso da metodologia BIM é de certa forma, inferior comparado aos países europeus e norte-americanos, visto que grau de implementação está muito aquém devido fatores como ensino e pesquisa o que implica em dificuldades de capacitação profissional, aquisição de softwares e o fato de o retorno financeiro não ser imediato (ANDRADE, 2009). Um estudo denominado “Questionário BIM” realizado pela CBIC (2018) identificado na Figura 1, mostra as principais barreiras para a implementação do sistema BIM. Vê-se que os principais desafios são a busca por profissionais qualificados, interoperabilidade entre os softwares e recursos financeiros ainda escassos.

Figura 1: Barreiras para implementar o BIM



Fonte: CBIC, 2018

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), espera-se que haja aumento de 10% na produtividade do setor e uma redução de custo, o qual pode chegar a 20% com o uso do BIM. Além disso, estudos dessa, indicam que se metade da cadeia da construção adotar a plataforma até 2028, haverá ganho de 7 pontos percentuais do PIB do setor (TONETTO, 2018).

No Brasil, a área acadêmica foi a primeira a demonstrar interesse sobre BIM. Em 1996, foram defendidas as primeiras dissertações no tema, na UFF. No ano de 2000, teve início o projeto CDCON (Classificação e Terminologia para a Construção), da FINEP, (Financiadora de Estudos e Projetos), apoiado também pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia) e ANAMACO (Associação

Nacional dos Comerciantes de Material de Construção). Alicerçado nisso, a discussão e a pesquisa sobre esse tema se fortaleceram ainda mais dentro das universidades (SOUZA, 2017).

O estado de Santa Catarina é o precursor brasileiro, o qual em 2014 divulgou o seu caderno BIM para realização de processos licitatórios. Para impulsionar ainda mais essa metodologia, criou-se uma parceria entre os governos dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, batizada de Rede BIM Gov. Sul, onde estão sendo elaborados guias estaduais que normatizam a prestação de serviço ao estado em relação ao BIM (COMARELLA et al., 2016).

No intuito de elevar a produtividade, reduzir perdas, abreviar prazos, melhorar a assertividade dos orçamentos e a qualidade do produto imobiliário, entre 2008 a 2010, as grandes construtoras e incorporadoras brasileiras como Petrobrás, Tecnisa, Sinco Engenharia, Gafisa, JHSF e Odebrecht iniciaram uma série de projetos-piloto que buscavam avaliar as vantagens da utilização da plataforma Building Information Modeling (SILVA, 2013).

#### **2.4 A gestão de projetos no BIM**

Nos métodos tradicionais da construção civil, um dos maiores problemas trata-se da dificuldade em visualizar o planejamento da obra, gerando assim cronogramas de representações abstratas devido ao elevado número de atividades e precedências. Com a metodologia BIM, faz-se o uso de modelos 4D, os quais conectam intimamente aspectos espaciais e temporais do projeto, melhorando a confiabilidade dos cronogramas e minimizando problemas de comunicação (BRITO; FERREIRA, 2015).

Para o planejamento e a construção de um empreendimento, profissionais de diferentes áreas trabalham com um objetivo comum. Com isso, o BIM possibilita projetos integrados, de forma a otimizar e diminuir os erros e omissões na fase de construção. Isso ocorre devido a colaboração efetiva e simultânea entre o dono de obra, arquiteto/ projetista e empreiteiro desde o início até o final do projeto. Gerando um modelo baseado em informação consistente que pode melhorar substancialmente a produtividade nas áreas de produção, compras, contabilidade, qualidade e contribuir para a redução de desperdícios em sede e obra (MARINHO, 2014).

Além disso, para uma melhor gestão do projeto, os conceitos LOD (Level of Development) e Lean Construction, são essenciais, pois tratam do grau de informações expostos em um projeto, diminui o desperdício e aumentam assim, o desempenho na produção.

## **2.5 Lean Construction**

A indústria da construção civil tem sido desafiada com projetos cada vez mais dinâmicos, complexos e exigentes ao nível de custos e prazos. E para atingir uma melhor gestão é necessário aumentar o desempenho na produção de curto e médio prazo e, nesta abordagem se utiliza o Lean Production. (GEHRMANN, 2017)

Nos anos 50, houve o nascimento do paradigma “Lean Production” no Japão, onde seus princípios básicos surgiram na indústria, principalmente a automotiva. Em comparação ao paradigma anterior, produção em massa, o termo “enxuto” foi adotado caracterizando redução de aspectos como: esforço dos operários em fábrica; espaço de fabricação; investimento em ferramentas e horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo (GEHRMANN, 2017).

Os princípios do Lean para a construção civil foram adaptados por Koskela (1992), o qual tinha o objetivo de favorecer o setor da construção civil com um sistema de gestão de qualidade de sucesso, sem desperdícios, como foi o Sistema Toyota de Produção.

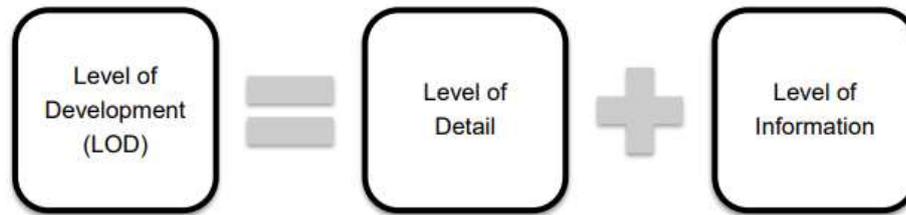
São onze os princípios abordados por Koskela (1992) para aplicação plena do Lean Construction, a qual consiste na redução da parcela de atividades que não agregam valor; melhoria contínua no processo; redução da variabilidade pela qualidade; aumento do valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes; diminuição do tempo de ciclo; simplificação através da diminuição do número de passos e/ou partes; aumento da flexibilidade na execução do produto; incremento da transparência; foco no controle do processo global; balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões e realização de benchmarking (GARRIDO, 2015).

## **2.6 LOD**

O Level of Development (LOD), em português Nível de Desenvolvimento, proposto pela American Institute of Architects (AIA), representa uma estrutura conceitual para orientar o processo e o progresso do detalhamento e de informações de um projeto (COMARELLA et al., 2016).

É comum confundir nível de desenvolvimento (Level of Development) com nível de detalhamento (Level of Detail), porém nível de detalhamento é a quantidade de detalhes da representação visual inclusa, centrado-se apenas em questões geométricas. Já nível de desenvolvimento representa também o nível de informações dos elementos, não só às características geométricas desse, relação identificada na figura 2 (OLIVEIRA, 2016).

Figura 2: - Relação entre Níveis de Desenvolvimento, Detalhe e Informação



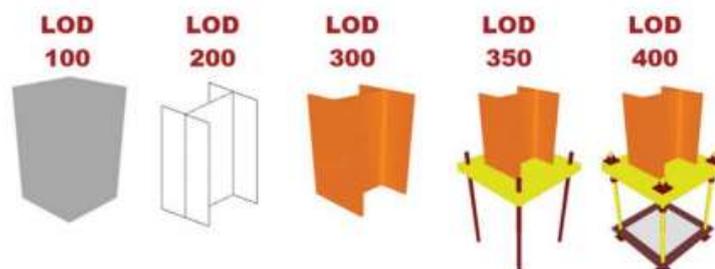
Fonte: OLIVEIRA, 2016.

Por meio das definições básicas do Formulário de Protocolo de Modelagem de Informações de Construção, G202-2013 do AIA, o BuildingSmart (BIMFORUM) criou, para uma melhor compreensão e interpretação do LOD, a Especificação de Nível de Desenvolvimento (Level of Development Specification), documento cuja missão é facilitar e acelerar a implementação do BIM na indústria AEC, permitindo especificar e articular com elevado grau de clareza do conteúdo (BIMFORUM, 2020).

Desta forma, este formulário enquadrando os cinco níveis definidos pelo AIA Document E202, esses níveis representam maiores exigências quanto maior o valor numérico associado, isto é, para que um elemento apresente um determinado LOD terá de cumprir os requisitos relativos a esse nível simultaneamente com os níveis que o antecedem (OLIVEIRA, 2016).

Apesar de idêntica à proposta do AIA, a definição dos LODs pelo BIMForum apresenta duas alterações: a inclusão do intermediário LOD350 devido à necessidade de um nível cujo detalhe seja superior ao LOD300 de modo a tornar possível a sua utilização na coordenação detalhada entre disciplinas de projeto distintas, mas não suficientemente elevado a ponto de atingir o LOD400; por outro lado, exclui o LOD500 por ser relacionado com a verificação pós obra (Figura 3) (OLIVEIRA, 2016).

Figura 3: Exemplo de ilustração no documento do BIM Fórum para auxiliar na compreensão do nível de detalhamento proposto



Fonte: BIMFORUM, 2020

Um LOD alto oferece o máximo informações, o que não é necessariamente ideal em todos os elementos modelados. Segundo o Eastman (2014), o Manual de BIM explica que o mais alto nível de detalhe, LOD 500, é usado para operações e manutenção no pós obra,

enquanto o LOD 400, o qual possui menos particularidades fazendo com que as referências críticas possam ser acessadas com mais rapidez e facilidade. Sendo uma das consequências de um LOD alto, o aumento do tamanho do arquivo e posteriormente, um BIM de operação lenta.

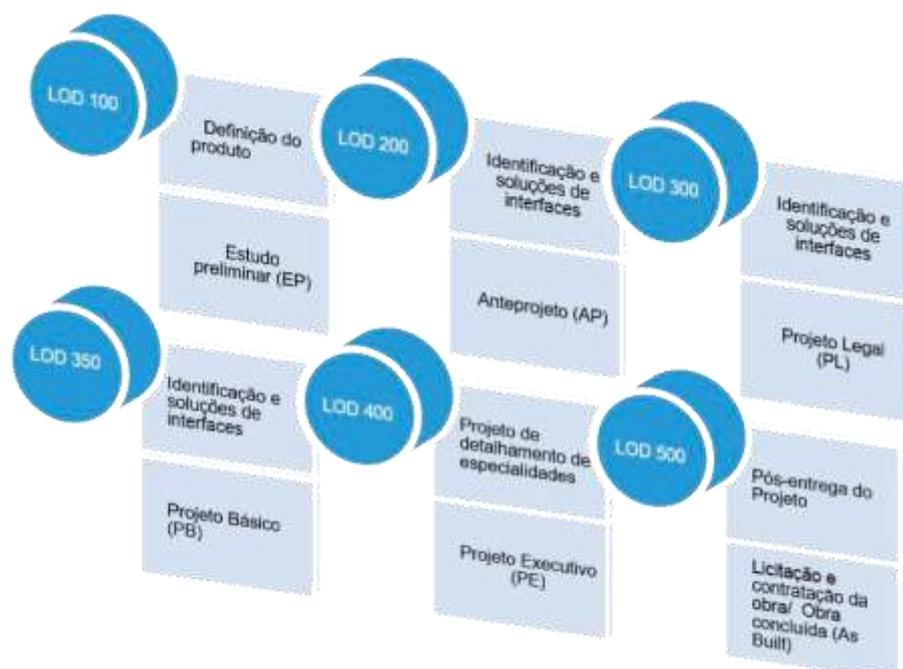
### 2.6.1 Guias LOD

Embora, tenha definido os LOD's internacionalmente, alguns países têm desenvolvido, individualmente, guias e cadernos com normas para o desenvolvimento de projetos, os quais variam suas LOD's e classificações envolvidas, a fim de facilitar a gestão do ciclo de vida da construção (COMARELLA et al., 2016).

O guia LOD Specification (AIA), que é um dos documentos pioneiros no que diz respeito ao conceito de Níveis de Desenvolvimento, esse não realiza a interação entre a etapa do projeto com o nível de desenvolvimento, ou seja, deixa claro que, independentemente da fase do projeto, o modelo pode conter elementos em diferentes níveis. Ainda, tem como ponto positivo a precisão na exposição das informações, através de seus exemplos gráficos e textuais, o que permite uma melhor interpretação quanto à exigência das informações em cada nível de desenvolvimento pelo usuário (BIMFORUM, 2020)

Entretanto, pioneiro em território nacional, o Caderno De Apresentação De Projetos Em BIM (2014) da Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina, relaciona as etapas/ fases de um projeto aos níveis de desenvolvimento, forma como segue descrito na figura 4. (COMARELLA; FERREIRA; SILVA, 2016).

Figura 4: Associação entre LOD e etapas/ fases de projeto



Fonte: Autoria Própria

### **3. METODOLOGIA**

O início do trabalho teve como foco maior a investigação bibliográfica sobre metodologia BIM, relatando o que é, sua evolução no Brasil e no mundo e as dificuldades e benefícios apresentados com sua implementação. Também, aprofundou conceitos teóricos sobre a funcionalidade do LOD no desenvolvimento de projetos na plataforma BIM.

Além disso, inseriu outro conceito importante para adentrar na Indústria 4.0, o chamado Lean Production (Produção Enxuta), expondo seu surgimento, disseminação e seus princípios para Construção Enxuta, o qual em conjunto com o BIM oferece benefícios e objetivos em comum.

Por fim, foi exposto a questão da gestão de projetos e como o LOD e o Lean Construction interferem nesse quesito.

Posteriormente a este processo, desenvolveu-se um formulário o qual foi aplicado de setembro a outubro de 2020. Esse, conteve quinze questões com público alvo voltado aos trabalhadores da construção civil, o qual tinha como intuito avaliar o motivo existente no retardo da implementação e o nível de conhecimento e utilização dos profissionais em relação à metodologia BIM e ao conceito LOD, verificando a influência desses no mercado brasileiro e na gestão de projetos.

Além de, uma exclusiva entrevista com a Fernanda Almeida Machado, mestre em arquitetura pela Universidade Estadual de Campinas, atualmente especialista em vendas técnicas, Embaixadora de Sustentabilidade, Representante Suplente da Autodesk no Brasil e Vice coordenadora do Comitê Científico e Técnico no BIM Fórum Brasil. A qual pode, com muita propriedade, explicar sobre o conceito LOD.

Na última etapa foi realizada uma análise dos dados obtidos em confronto com a literatura estudada para concluir a importância do BIM e Lean no setor da construção civil e como o LOD e Lean Construction auxilia na gestão dos projetos.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

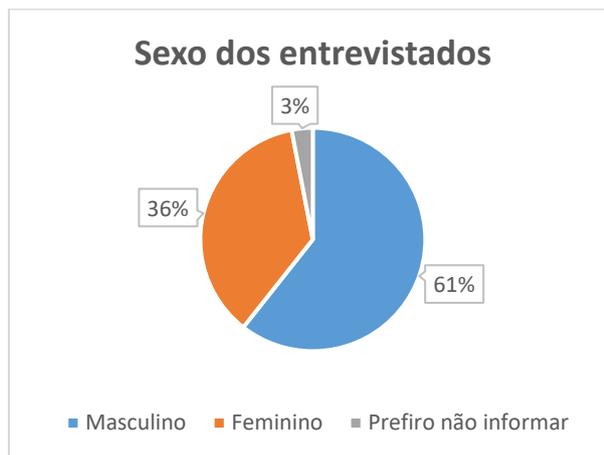
#### **4.1 Aplicação de questionário com os profissionais do ramo da construção civil**

O formulário designado aos profissionais da construção civil constituiu-se de seis questões objetivas, as quais abordavam desde assuntos mais básicos como idade, ramo da profissão, período de atuação dentro da profissão escolhida e 9 questões dissertativas abordando assuntos mais complexos como visões, motivos e dificuldades apresentadas pela sociedade na transição do CAD para o BIM, os pontos positivos e negativos que essa tecnologia traz para as construtoras e incorporadoras, as possibilidades do BIM no futuro da empresa, além de informações sobre qual o nível mais utilizado, seguido de opinião acerca

do LOD na agilidade dos projetos. A divulgação ocorreu por um período de 2 meses, de setembro a outubro de 2020, por diversos canais de comunicação.

Conforme o gráfico 1, a pesquisa obteve participação de 33 pessoas, sendo 61% do sexo masculino, 36% do sexo feminino e 3% não quiseram informar.

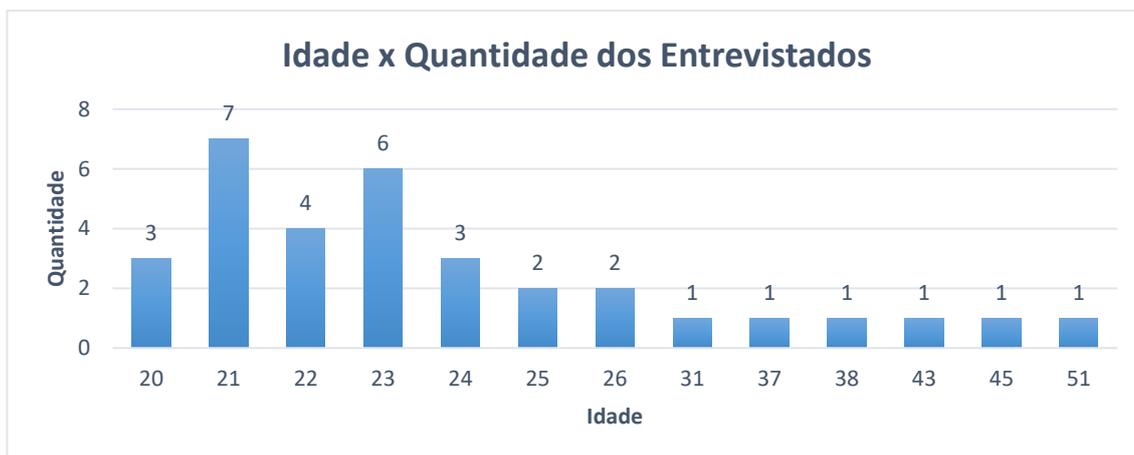
Gráfico 1: Sexo dos entrevistados



Fonte: Autoria própria

Observa-se, com o gráfico 2, um público de idades bastante heterogêneas, variando 20 a 51 anos, porém com proporção maior em 21 a 23 anos. Essa heterogeneidade permite obter diferentes visões em relação a evolução das técnicas e tecnologias utilizadas.

Gráfico 2: Quantidade de entrevistados por idade



Fonte: Autoria própria

Em consonância com a heterogeneidade das idades, o período de trabalho dentro da construção civil se mostrou bem diverso entre os entrevistados, como mostra o gráfico 3. Há entrevistados que estão no ramo a mais de 10 anos, em contrapartida, os que nunca trabalharam e estão apenas estudando.

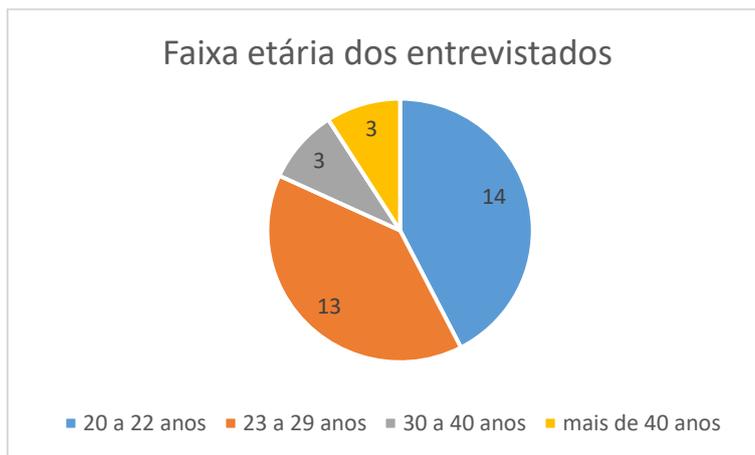
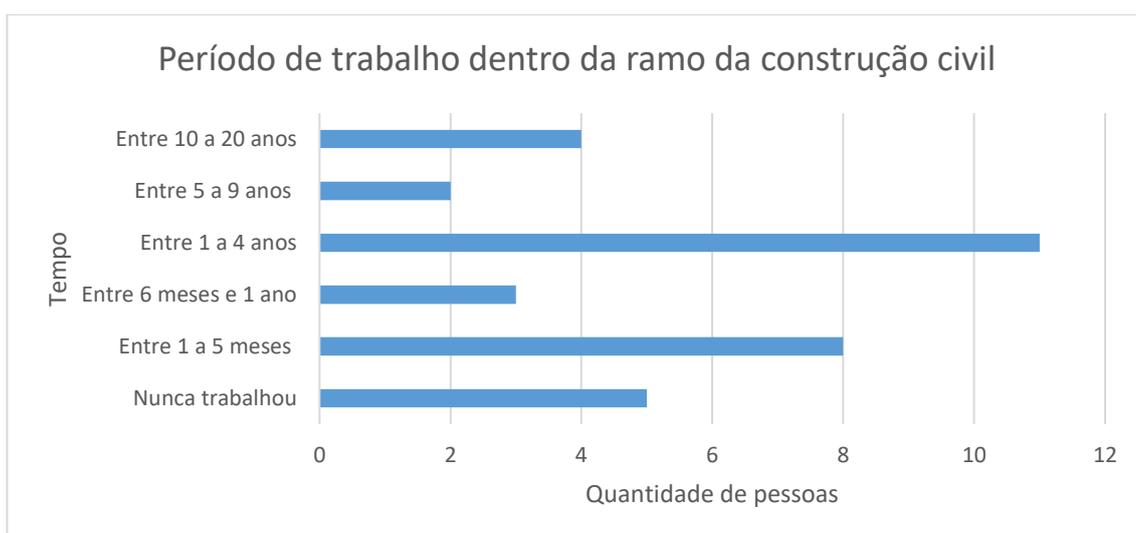


Gráfico 3: Período de atuação dos entrevistados dentro da construção civil

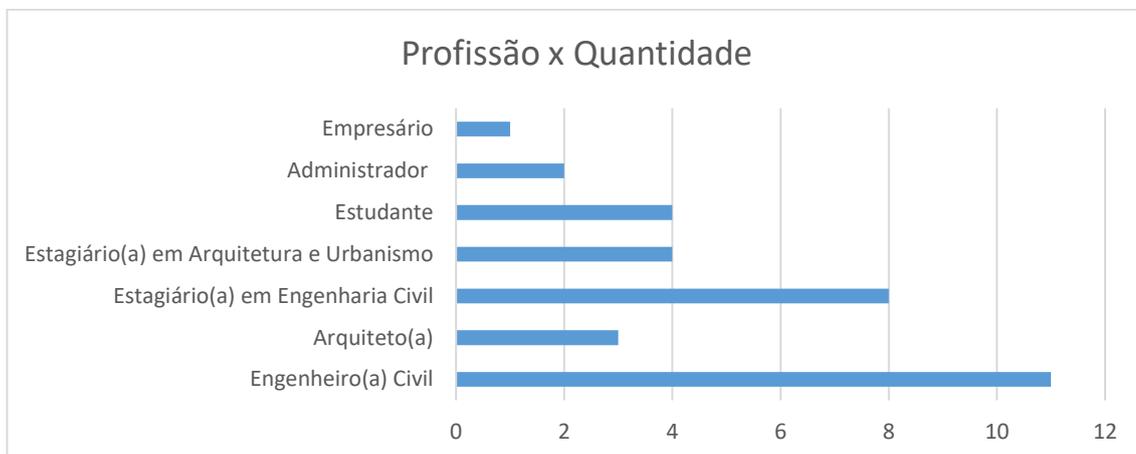


Fonte: Autoria própria

Durante a divulgação do questionário foi elaborado um breve texto, relatando o enfoque das perguntas no BIM e LOD, e muitas das pessoas retornaram avisando que não

possuíam conhecimento sobre o tema a ponto de responder as questões. Com isso, pode-se perceber, de acordo com o gráfico 4, que no ramo da construção civil, a profissão engenharia civil, se mostrou mais a par da metodologia.

Gráfico 4: Quantidade de entrevistados por profissão

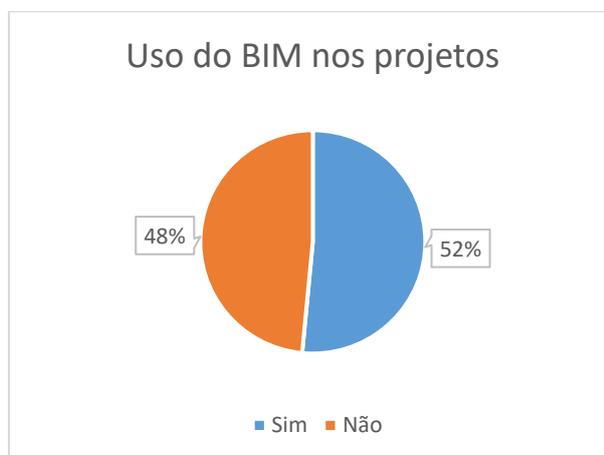


Fonte: Autoria própria

Diversas foram as empresas de colaboradores participantes, como ALG Arquitetura e Engenharia, Studio CM Arquitetura, Biancade Engenharia LTDA EPP, DZ Studio Arquitetos, EG BARROS, Engepar, LC Engenharia, Marcelo Novaes Paisagismo, Matos Ponce Construtora, Mazzer Engenharia, Monteiro Irrigações, Sabesp, Tegra Incorporadora, Teixeira Construções e Engenharia, Valeo Campinas, Wendler Projetos, Construtora Minerale e Universidade Presbiteriana Mackenzie Campinas.

Ao serem questionados sobre o uso do BIM nos projetos, constatou-se com o gráfico 5, que 52% dos entrevistados dizem utilizar enquanto 48% não utilizam.

Gráfico 5: Uso do BIM nos projetos

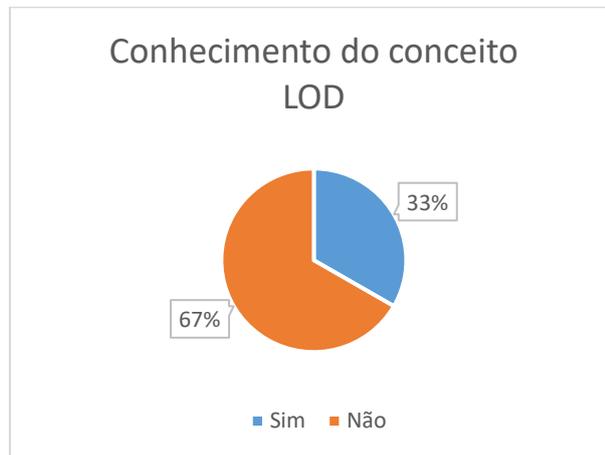


Fonte: Autoria própria

Ainda assim, avaliando-se o percentual, 67% dos entrevistados, não possuem conhecimento do conceito LOD, o qual implica em um conhecimento superficial no quesito conhecimento da metodologia BIM. Não podendo então, opinar sobre a importância do LOD

na agilidade dos projetos (gráfico 6). Conseqüentemente, restaram 33% que conhecem e utilizam o conceito LOD em seus projetos. Essas, ao serem questionadas sobre qual o nível mais utilizado em sua empresa, três responderam LOD 300/350, uma respondeu LOD 400 e, por fim, uma LOD 500.

Gráfico 6: Conhecimento do conceito LOD



Fonte: Autoria própria

Segundo o estudo “Questionário BIM” realizado pela CBIC (2018), citado anteriormente no tópico 5.3, mostrou as seguintes percepções de benefícios do BIM (figura 5) e motivos para investir em sua implementação (figura 6).

Figura 5: Percepção de benefícios do BIM



Fonte: CBIC, 2018.

Figura 6: Justificativas apontadas para investir na implementação



Fonte: CBIC, 2018.

Os mesmos benefícios e motivos para investir na implementação (figura 5 e 6) foram citados nas respostas dos entrevistados. A transição do CAD para o BIM é vista como um fator positivo por 100% dos entrevistados, mesmo que 48% deles não tenham adotado ainda em seus projetos. Eles, atrelam esse fator positivo as vantagens existentes na implantação do BIM, como a redução de custos devido ao maior controle nas obras, pois a parametrização permite observar previamente interferências construtivas, evitando desperdícios e custos adicionais na obra; maior agilidade nos processos devido a integralização e compatibilização, por gerar um modelo da construção próxima ao real, com mais detalhes e maior controle no quantitativos dos materiais devido à grande quantidade de informação no projeto. Contudo, a metodologia BIM garante projetos mais eficientes com menos problemas na fase de execução (AMARO, 2021).

Para Eastman et al. (2014), com a integralização da tecnologia BIM, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados pertinentes para a realização da construção, gerando construções de melhor qualidade, com custo e prazo de execução reduzidos, devido a agilidade, imediata e automática, ou seja, as alterações nos projetos são atualizadas automaticamente no quantitativo e repassadas para o setor de planejamento.

Uns dos maiores motivos para a não implementação da metodologia BIM nos escritórios de engenharia e arquitetura são devido ao alto custo e falta de mão de obra qualificada dos softwares (56%) e devido a cultura enraizadas dos profissionais conservadores, restritos a mudança (26%). Além disso, dois dos entrevistados ressaltaram que devido a entrega dos projetos na prefeitura ainda ser realizada pelo CAD, acaba sendo um dos motivos de ainda permanecerem nessa plataforma.

Palestras e treinamentos, cursos de qualificação, implantação do REVIT, contratação de estagiários com conhecimentos sobre o BIM foram as respostas da pergunta “como implantaram ou pretendem implantar a tecnologia BIM”. Com essa, tornou-se visível que

muitos ainda entendem a metodologia BIM como se fosse apenas um software (REVIT), o que é um conhecimento falho.

Segundo os entrevistados, atualmente, durante a pandemia do COVID-19, o setor de construções de residências de alto padrão, reforma para se adequar ao home office foram impactadas positivamente, pois esses clientes possuem capital para investir, mas o restante dos tipos de edificações foi afetado negativamente, pois é necessário um certo grau de estabilidade financeira que não foi atingido após a pandemia ter início. Sendo necessário ressaltar que nesse momento houve aumento nos prazos de entrega e custo de materiais e mão de obra escassas devido a contaminação.

Entretanto, questionados sobre as possibilidades do uso BIM no futuro da empresa, se destaca a resposta da entrevistada da Incorporadora Tegra, a qual vê como evolução, o vínculo do BIM com o Lean Construction (construção enxuta), fazendo uso mais efetivo nos canteiros de obra e as respostas sobre aumento de projetos devido ao menor período de tempo.

O BIM trata-se de uma tecnologia de informação transformadora que integra processos, melhora a comunicação, pode aperfeiçoar processos de produção e planejamento e torna o controle mais facilitado. Enquanto o LC, é uma abordagem conceitual à gestão da construção e do projeto que visualiza a produção como um fluxo e reduz desperdícios em todo o processo produtivo. Com isso, a interação entre o BIM e o Lean Construction, é justificada por objetivos e benefícios em comum (GARRIDO, 2015).

Eastman et al. (2014), no livro Manual de BIM, apresenta o estudo de caso “Expansão da fábrica em Flint do motor v6 global”, neste projeto a General Motors tinha como objetivo minimizar o tempo de realização do projeto e construção. Os princípios do Lean Construction e uma completa integração da tecnologia BIM, foram os meios utilizados para atingir esses objetivos. O principal resultado destes eventos neste estudo de caso, foi a eliminação da necessidade de revisão e aprovações de desenho 2D, o que acelerou a entrega dos desenhos executivos e possibilitou à equipe de projeto cumprir os prazos de entrega.

Posto isto, a inserção da tecnologia BIM somada ao Lean têm o propósito de minimizar ou mesmo cessar as complicações decorrentes das falhas de comunicação e imprecisão do processo de projeto com fases, responsabilidades e intervenientes variados (EASTMAN et al, 2014).

De modo a aprofundar mais a questão do LOD, foi realizado uma entrevista com Fernanda Almeida Machado, mestre em arquitetura pela Universidade Estadual de Campinas e atualmente vice coordenadora do Comitê Científico e Técnico no BIM Fórum Brasil, a qual começou explicando que, o conhecimento em Level of Information Need (requisitos nos níveis

de detalhamento, informação e documentação) é um diferencial, visto que exige expertise em gerenciamento de projetos e em BIM, para planejar o incremento na geometria e informação dos objetos que constituem a modelagem e suas diferentes fases. Além disso, relatou que não entender o que está à nuance desse conceito, pode gerar *overmodeling* (excesso de modelagem de detalhes e informação), afetando negativamente o projeto.

Quando falamos de LOD, há o equívoco de especificar, por exemplo, um nível de desenvolvimento para toda a disciplina (“Arquitetura LOD 300”), quando estrategicamente é relevante alinhar o desenvolvimento do conteúdo aos usos do modelo (exemplo: modelagem para Clash Detection). Com isso, o conceito LOD pode ajudar na agilidade dos projetos, se esse for utilizado como se deve, as equipes de modelagem devem distribuem o esforço do nível de detalhe geométrico e nível de informação considerando a necessidade final, ou seja, o nível utilizado no ciclo de vida do projeto, se dá de acordo com a necessidade real dos requisitos do cliente e de fluidez da informação entre diferentes equipes.

Ressalta, que o gerenciamento de informações de um projeto deve estar ligado aos usos do modelo estabelecidos no BIM Execution Plan (Plano de Execução BIM) do empreendimento. BIM não necessariamente nasce na concepção de projeto. Podemos praticar BIM para planejamento de obra, para compatibilização, para gestão de espaços, e assim por diante. Os usos auxiliam na criação de diretrizes de modelagem e na definição de entregáveis e carregam consigo as estratégias de nível de desenvolvimento. A engenharia reversa é fundamental.

Assim como o LOD Specification (AIA), citado no tópico 5.6.1, Fernanda relata o equívoco ao relacionar os níveis LOD às etapas do projeto, pois é possível ter diferentes LODs dentro de uma determinada fase do projeto. Relata que a relação apresentada gera *overmodeling* e, conforme comentado acima, as definições devem partir de premissas de entregas e atendimento a requisitos do cliente. Ou seja, no guia de Santa Catarina, o qual possui essa relação direta entre fases de projeto e níveis de desenvolvimento, torna-se vantajosa apenas para o contratante, o qual consegue ter um controle maior sobre o contrato. Porém, para a equipe de projeto esta relação se mostra um fator de limitação quando pensadas em possíveis particularidades do projeto, além de isso ser contraditório, no que diz respeito aos conceitos de colaboração e interoperabilidade, que são fundamentais para uma boa prática da gestão do processo BIM.

Por fim, ao ser questionada sobre o Decreto 10.306/2020, o qual estabelece a utilização do Building Information Modeling (BIM) na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, Fernanda aponta a relevância de definir-se níveis de detalhamento e informação (Art.

6º) e estes requisitos terem obrigatoriamente que ser seguidos pelo contratado. Com a definição da ISO 19650, Fernanda prevê a ampla incorporação de Level of Information Need nos editais de contratação pública.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente pesquisa acadêmica denota um panorama do atual momento do BIM na construção civil brasileira, os princípios e vantagens desta nova filosofia de trabalho. A implantação da tecnologia BIM depende de uma reestruturação da organização de quem a adotar, impactando todos os intervenientes e parceiros do processo de projeto e ao longo da vida útil do empreendimento. É natural, portanto, que existam receios para a sua adoção. Nesse viés, a introdução da metodologia deve proceder de modo cuidadosamente planejado para que não cause prejuízos, nem leve à perda de oportunidade de adesão de um novo processo mais produtivo.

Os efeitos que a plataforma BIM promove nos ramos da Engenharia Civil, estão sendo alvo de vários estudos e obtendo resultados excelentes. Considerando-se essa informação, é perceptível que ela segue o princípio de interoperabilidade da Indústria 4.0, posto que faz uso da digitalização e integração de dados, as quais vêm melhorando desde o planejamento até o pós-obra. Conquanto, a sua implementação está em andamento e tende a aumentar, visto o grande apoio governamental, com projetos de implementação como a Estratégia BIM BR, o qual promove um ambiente adequado ao investimento e sua difusão no país e a exigência do uso da plataforma em obras públicas desde 2021. Atualmente, consoante a ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), 9,2% das empresas do setor da construção já implantaram o BIM na sua rotina de trabalho, representando 5% do PIB da Construção Civil.

Pode-se concluir que devido a maior comunicação e integralização de dados presente na soma do BIM com o Lean, torna-se o controle dos projetos mais facilitado, o qual reduz desperdícios em razão do fornecimento da geometria exata e atualizada, minimiza o tempo de realização e entrega, devido a eliminação da necessidade de revisão e cessa as complicações decorrentes das falhas de comunicação.

Em relação ao nível de desenvolvimento, foi possível perceber que, parte do não conhecimento e da dificuldade de aprendizado se dá devido à falta de unanimidade dos guias LOD, ou seja, devido à existência de diversos guias modificado por países/ estados, havendo grandes divergências entre eles no quesito de expor detalhes, informações e documentação. Sendo assim, a padronização facilitaria o intercâmbio de informações e o alinhamento com equipes de projetos internacionais. Espera-se que a classificação ABNT BIM brasileira, que está em desenvolvimento, possa solucionar esses conflitos que foram descritos. E

posteriormente, adequar o projeto em relação ao guia padrão, o qual inibira a possibilidade de overmodeling, beneficiando toda a gestão do projeto.

## 6. REFERÊNCIAS

AMARO, Emanuel Remígio Evangelista et al. Utilização da metodologia BIM sob o aspecto da compatibilização de projetos em uma residência unifamiliar na cidade de João Pessoa-PB. 2021.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, Regina Coeli. BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 2009.

BIMFORUM. Level of Development Specification: For Building Information Models and Data. 2020.

BRITO, Douglas Malheiro de; FERREIRA, Emerson de Andrade Marques. Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D. Ambiente construído, v. 15, n. 4, p. 203-223, 2015.

CARDOSO MASOTTI, Luís Felipe. Análise da Implementação e do Impacto do BIM no Brasil. 2014

CAVALCANTI, Vladyr Yuri Soares de Lima et al. INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Revista Campo do Saber, v. 4, n. 4, 2018.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. (2020). Road Show BIM Resultados da pesquisa e desdobramentos. Brasília: CBIC, 2018.

CAMERA, E.; CASTRO, M.; CAMPOS, R. Princípios e Ferramentas da Lean Construction: uma comparação entre empresas. V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, PR, 2015.

CHAVES, Luis Henrique Simonetti. Aplicação do método de modelagem BIM 4D em empreendimento comercial de pequeno porte. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

COMARELLA, C. W.; FERREIRA, É. V.; SILVA, R. K. P. DA. Níveis De Desenvolvimento Bim De Guias Nacionais E Internacionais – Estudo De Caso. p. 1–103, 2016.

EASTMAN, Chuck et al. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Bookman Editora, 2014.

FARIAS, Guilherme Cardoso de. Elaboração de um Template para o software Revit aplicado a uma residência unifamiliar de madeira. Engenharia Civil-Tubarão, 2018.

GARRIDO, M. C. Análise da aplicação de modelagem da informação da construção no planejamento e controle da produção em canteiros de obra apoiando os princípios da construção enxuta. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2015.

GEHRMANN, Andresa Leal. Bim e Lean: plano de implantação para processos de projetos em uma construtora de médio porte. 2017

MAGALHÃES, Rodinei. Avaliação de desempenho da tecnologia Bim ao longo da construção de um edifício: um estudo de caso. 2017. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MANZIONE, Leonardo. Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM. São Paulo, v. 371, 2013.

MARINHO, António Joaquim Coelho. Aplicação do Building Information Modeling na gestão de projetos de construção. 2014. Tese de Doutorado.

OLIVEIRA, João Pedro Costa. Normalização BIM: Especificação do Nível de Desenvolvimento e Modelação por Objetivos. 2016.

RIBEIRO, Douglas Arthur Coutinho. Tecnologias advindas da Indústria 4.0 aplicada na construção civil: efeitos e desafios da implantação no Brasil. 2019.

SILVA, J. M. S. Princípios para o desenvolvimento de projetos com recurso a ferramentas BIM: Avaliação de melhores práticas e proposta de regras de modelação para projetos de estruturas. p. 103, 2013.

SOUZA, Ruymar Lana de. Aplicabilidade da tecnologia BIM em projetos de estruturas metálicas. 2017.

TONETTO, Andressa. Estudo de caso das mudanças geradas pela implantação de BIM em uma construtora. 2018.

ABDI. A estratégia. Disponível em: <https://estrategiabimbr.abdi.com.br/estrategia>

**Contatos:** [vitoriazanfrilli@hotmail.com](mailto:vitoriazanfrilli@hotmail.com) e [mariana.lima@mackenzie.br](mailto:mariana.lima@mackenzie.br)