IMPLANTAÇÃO DO BUILDING INFORMATION MODELING AOS PROJETOS DE ENGENHARIA DO SISTEMA FEDERAL BRASILEIRO

ARTIGO ORIGINAL

COAN, Débora Regina Thomaz do Nascimento¹, SOUZA, Normelio Junior de², QUEIROZ, Altamira de Souza³

COAN, Débora Regina Thomaz do Nascimento. SOUZA, Normelio Junior de. QUEIROZ, Altamira de Souza. **Implantação do *Building Information Modeling* aos projetos de engenharia do sistema federal Brasileiro**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 06, Ed. 12, Vol. 01, pp. 84-110. Dezembro de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/projetos-de-engenharia>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/projetos-de-engenharia

RESUMO

O presente artigo descreve a estratégia do Sistema Federal Brasileiro, para a propagação e implantação da tecnologia *Building Information Modeling (BIM)*, para os projetos de engenharia das obras públicas diretas e indiretas até o ano de 2028. Neste contexto, o presente artigo, tem como questão norteadora: Como será realizada a implantação do *Building Information Modeling* para elaboração dos projetos de engenharia do Sistema Federal Brasileiro? O objetivo geral da pesquisa é fazer um levantamento sobre a implantação da tecnologia *BIM* para execução de projetos de engenharia do Sistema Público Federal Brasileiro e seus impactos. Através de pesquisas bibliográficas sobre o tema tratado, estuda-se o surgimento da tecnologia *BIM*, o processo de implantação no Brasil e as etapas da estratégia *BIMBR* para a solidificação da tecnologia. Mediante pesquisa bibliográfica, realiza-se

¹ Graduação em Engenharia Civil. ORCID: 0000-0001-7450-7849.

² Graduação em Engenharia Civil. ORCID: 0000-0002-5998-971X.

³ Orientador. ORCID: 2789925412042209.

a comparação de um projeto de moradia popular, através da modelagem tridimensional, usando-se a tecnologia *BIM* e o programa *Cad*, desse modo, comprova-se a economia de 11% no orçamento total da obra, a diminuição de 5 horas de trabalho no processo de modelagem e a redução de 4 horas no preenchimento da planilha de prestação de contas para o financiamento do projeto de moradia, disponibilizada pela Caixa Econômica Federal.

Palavras-chave: Tecnologia *BIM*, Projetos públicos, Disseminação, Orçamento, *Softwares*.

INTRODUÇÃO

A tecnologia *BIM* (*Building Information Modeling*) representa para Thomé (2016), o desenvolvimento de projetos modelados no plano 3D, para conteúdos volumétricos e parametrizados onde é possível perceber toda a característica de um processo construtivo, desde os materiais utilizados até suas marcas e precificações, permitindo a integração de diversas áreas de projetos de engenharia. A discussão de seu uso no Brasil é dada a partir do ano de 2000, onde anteriormente a tecnologia predominante era o programa *Cad* (*Computer Aided Design*), o qual era utilizado para realização dos projetos, arquitetônicos, executivos, estruturais, de instalações hidráulicas e elétricas.

Neste contexto, o presente artigo tem como questão norteadora: Como será realizada a implantação do *Building Information Modeling* para elaboração dos projetos de engenharia do Sistema Federal Brasileiro?

É evidente que, com a implantação da tecnologia, os investimentos para moradias de baixa renda serão mais bem aproveitados e a capacitação em *BIM* será expandida. A falta de conhecimento técnico da *BIM* é um problema enfrentado pelas engenharias dos órgãos públicos, na elaboração de projetos.

Para Thomé (2016), *BIM* é uma nova maneira de integrar e organizar dados, elementos e materiais de uma construção do início ao fim, permitindo o

compartilhamento simultâneo das informações do projeto por diferentes profissionais.

A modelagem com o programa *Cad*, apresenta alguns obstáculos, como por exemplo, um projeto de instalações pode entrar em conflito com o projeto estrutural, arquitetônico e hidrossanitário. Com o objetivo de solucionar tais conflitos e otimizar o processo de gestão de dados digitais, foi desenvolvida a tecnologia *BIM*.

Thomé (2016), afirma que a tecnologia *BIM* pode minimizar divergências encontradas em projetos bidimensionais, devido a modelagem ser totalmente realizada no campo tridimensional, o que detalha a interação feita por cada objeto do desenho.

A tecnologia *BIM*, impulsiona a modernização na Construção Civil e traz consigo melhoria para os processos construtivos e administrativos, na qual incorpora-se aquilo que existe de fato, para o desenvolvimento e planejamento de todas as etapas da construção.

Através dessa sequência de processos baseados em um modelo de edificação digital, oferece-se compatibilização e parametrização de projetos, antecipando erros na jornada e evitando gastos inesperados.

A propagação da tecnologia *BIM* para o Sistema Federal Brasileiro, é a grande estratégia da ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, que possui dois objetivos bem claros: treinar *BIM* no setor privado e desenvolver cenários e bibliotecas adequados para disponibilizar objetos *BIM*, estimulando cada vez mais os usuários comuns e fabricantes. (ABDI, 2019).

O Governo Federal vem atualizando leis e projetos para tornar obrigatório o emprego de *BIM* no desenvolvimento de projetos de engenharia do setor público, com isso, as obras do programa Casa Verde e Amarela, tendem a ser totalmente desenvolvidos em *BIM*. Previsto para ser totalmente implantado no ano de 2028, há a possibilidade de a nova regra efetivar-se no ano de 2022, proporcionando

incentivo na redução dos gastos para a execução de casas populares (CHEBATT, 2021).

Além da implantação da regulamentação da tecnologia *BIM* nos projetos de Engenharia e Arquitetura para órgãos públicos, evidencia-se que com a chegada da tecnologia, diversos erros retratados nos projetos, poderão ser minimizados já em sua concepção e com o decreto, muitas empresas públicas e privadas aumentarão sua produtividade, colaborando para o crescimento do Produto Interno Bruto da Construção Civil do Brasil.

Sabe-se que é possível fazer uso da tecnologia *BIM* para a geração, compatibilização e parametrização dos projetos públicos de engenharia, neste sentido, justifica-se a iniciativa do governo, desempenhada de maneira escalonada, a fim de oferecer tempo de adaptação ao mercado e ao setor público.

Espera-se mostrar, através dessa pesquisa, os benefícios financeiros gerados para a elaboração de uma moradia popular, ao manipular ferramentas que interagem com a *BIM*, quando ao ser comparada com programas similares de desenvolvimento de projetos de engenharia e mostrar a evolução do sistema de modelagem. Assim como, apontar a importância da modernização e virtualização para os processos construtivos.

O objetivo geral da pesquisa é fazer um levantamento sobre a implantação da tecnologia *BIM* para execução de projetos de engenharia do Sistema Público Federal Brasileiro e seus impactos. Os objetivos específicos do trabalho são:

- Fazer um estudo bibliográfico sobre *BIM*;
- Comparar o sistema *Cad* com *BIM* e estudar os impactos financeiros;
- Apresentar os benefícios da utilização de *BIM* para elaboração de projetos de construção;
- Mostrar o Produto Interno Bruto – (PIB) Total do Brasil e avaliar o PIB da Construção Civil dos últimos cinco anos;

- Fazer um levantamento dos *softwares* utilizados para a parametrização em *BIM* e seus custos;
- Apresentar o plano do Governo Federal, *BIM* BR;
- Levantar opiniões de autores, arquitetos, engenheiros e construtoras sobre o uso em *BIM*;
- Comparar *BIM* com ferramentas genéricas.

Para a elaboração do trabalho, foi necessário um levantamento bibliográfico, verificando autores que realizaram comparações de sistemas similares à *BIM*.

A busca por fontes bibliográficas foi realizada através de livros disponíveis na biblioteca, artigos científicos e trabalhos à disposição em plataformas de dissertações acadêmicas, além de acesso às organizações do governo que referenciam o assunto.

DESENVOLVIMENTO

O SURGIMENTO DA *BIM*

A tecnologia *BIM*, nasceu pela necessidade de um projeto conter informações indispensáveis sobre as características, fase de obra, lista de materiais e processos construtivos, abrindo portas para uma nova maneira de projetar, passando de projetos e documentos elaborados em papel, para o emprego de sistemas computacionais.

Apresentado por Eastman em 1986 no então *AIA Journal*, o mais antigo exemplo do conceito do que se conhece hoje como *BIM* foi o protótipo BDS “*Building Description System*” na tradução, Sistema de Descrição de Construção, considerado precursor da tecnologia. Com a evolução dessa nomenclatura, em dezembro 1992, F. Tolman utilizou-se da terminologia “*Building Information Modeling*” em um artigo no *Automation in Construction* e assim tem circulado (COSTA et al., 2017).

Para Figuerola (2011, p. 58-60), conforme citado por Menezes (2011, p. 153), um dos pioneiros no uso *BIM*, Christiano Ceccato, juntamente com o norte-americano Frank Gehry, ajudou a fundar no ano de 2002, a *Gehry Technologies*, empresa voltada aos serviços de modelagem *BIM*.

A ideia não é muito recente, desde os anos 80 já existiam *softwares* capazes de produzir uma modelagem 3D com informações agregadas, porém somente no início do século 21 tornaram-se mais populares. Para Costa et al. (2017), as condições de difusão se estabeleceram a partir do ano de 2005, quando foi publicada a ISO-PAS 16739-2005, *Industry Foundation Classes, Release 2x, Platform Specification (IFC2x Platform)* seguida pela versão *IFC2x* em 2007, que consiste no padrão de configuração de dados aberto e neutro, definido pela Norma ISO 16739:2013 e que pode ser considerada como a referência básica em *BIM* tal como está estruturado hoje.

Para Thórus (2020), a adoção da tecnologia *BIM* desenvolve-se mais com o passar dos anos e ao agregar inúmeras proporções para o projeto, expõe-se processos construtivos baseado em diferentes dimensões, que envolvem do 3 ao 8D, dependendo da complexidade do projeto.

Em *BIM* 3D, obtém-se a modelagem tridimensional de informações técnicas, tamanho e localização espacial, possibilitando a detecção de conflitos e a extração da lista de materiais utilizadas ao longo da construção. Na dimensão 4D, adiciona-se o parâmetro “tempo” para inspecionar a evolução da obra de forma virtual; em *BIM* 5D, integram-se os elementos associados às características orçamentárias do projeto que são frequentemente atualizados (THÓRUS, 2020).

Do mesmo modo, Thórus (2020), ainda explica que a dimensão 6D, abrange o conforto térmico e simulações como temperatura, energia e iluminação arquitetônica; *BIM* 7D trata-se do pós-obra, parâmetros para manutenção, garantia e funcionamento do projeto e, por fim, fala-se em *BIM* 8D, segurança do trabalho, responsável por antecipar qualquer risco na realização da obra.

IMPLANTAÇÃO NO BRASIL

No Brasil, a partir do ano de 2000, iniciou-se uma discussão para a implementação da *BIM*. Para a inserção desta tecnologia, foi criada a Lei de número 14.133/21, que estabelece no seu artigo 19, parágrafo 3, a preferência do emprego da tecnologia *BIM* nas documentações para a regularização e autorização na participação de licitações em qualquer nova obra de engenharia ou arquitetura (BRASIL, 2021).

A INBEC (2020), retrata a ordem para a implementação da *BIM* no Brasil, expondo que, a partir de janeiro de 2021, a tecnologia *BIM* será usada para projetar modelos para arquitetura e engenharia em disciplinas como estrutura, hidráulica, AVAC (sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado) e elétrica para detectar interferências, extrair quantitativos e gerar documentos gráficos. A partir de janeiro de 2024 deve-se incluir a execução da obra planejada, orçamento e atualizações, como *as built*, bem como a primeira fase exigida e, a partir de janeiro de 2028 ao considerar os serviços de gestão e manutenção, todo o período de vida da obra será coberto e aplicado, pelo menos, em novas construções, reformas, ampliações ou restaurações, quando consideradas de moderada ou significativa relevância, seguindo as utilizações previstas na primeira e segunda fases.

Para Rocha (2011, p. 38-43, apud MENEZES, 2011, p. 153), a tecnologia BIM possibilitará uma mudança considerável na produção da construção civil, porém pela ideia ser tão tecnológica e revolucionária, o conceito da modelagem estaria longe de ser adotado no Brasil, apesar das dificuldades de implantação, essa plataforma já começou a ser utilizada por vários profissionais das áreas de engenharia, orçamentos, arquitetura, estruturas, instalações prediais e de vedação.

Atualmente, um dos principais gargalos no campo de atuação da construção civil brasileira, diz respeito à falta de qualidade dos projetos, o qual está relacionado a outro grave fator: o longo ciclo temporal para realização de obras no país. A maioria desses problemas provém de projetos inadequados, tanto de edificações como de infraestrutura, dessa forma, o conjunto de fases operacionais da construção,

necessita incorporar tecnologias e processos mais eficazes na sua atividade, objetivando ampliar a qualidade de seus projetos aprimorando sua produtividade.

A Norma ABNT NBR 15965-1:2011, que está sendo desenvolvida, define a terminologia, os princípios do sistema de classificação e os grupos de classificação para o planejamento, projeto, gerenciamento, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil (ABNT, 2011).

A Norma ABNT NBR ISO 12006-2:2018, estabelece uma estrutura para o aprimoramento de sistemas de classificação do ambiente construído. Ela identifica um grupo de títulos de tabelas de classificação, recomendadas para uma variedade de classes de objetos da construção, de acordo com pontos de vista diversos e particulares, por exemplo, pela forma ou pela função (ABNT, 2018).

O mais comum no Brasil é se trabalhar até a dimensão 5D, pois abrange os processos de projeto, planejamento e orçamento, porém a necessidade em atender as normas de desempenho, considera-se simulações contempladas no plano 6D.

É de grande importância ressaltar os avanços da tecnologia *BIM* ao longo dos anos no Brasil, na Figura 1 pode-se observar que em 2014 foi lançado o Guia de Boas Práticas em *BIM*, somente após dois anos foi criada uma coletânea de Implementação *BIM* para Construtoras e Incorporadoras da CBIC - Câmara Brasileira de Indústria e Construção. Ainda em 2016 um acordo de cooperação entre o Brasil e o Reino Unido para uso *BIM* no poder público marcou a realização dessa tecnologia no Brasil. Em 2019, a criação de um decreto de disseminação *BIM* e a criação do Comitê Gestor de Estratégia *BIM* fortaleceram a utilização dessa tecnologia a ponto de, em 2020 acontecer o lançamento do *BIM* Fórum Brasil.

Figura 1: Marcos em *BIM* no Brasil

Fonte: Holsback, 2019. *Qualidade e desenvolvimento dos Projetos*.

PLANO DE ESTRATÉGIA *BIM* BR

A tecnologia *BIM* está inserida na Agenda Estratégica do Plano Brasil Maior (PBM), como uma das prioridades da política do Governo Federal ao Setor da Construção Civil. O Plano Brasil Maior, lançado em 02 de agosto de 2011, é um programa do Governo Federal Brasileiro com o intuito de expandir a competitividade da indústria nacional, sob o lema: "Inovar para competir, competir para Crescer" (BAIA, 2015).

Segundo Baia (2015), a pauta trata-se de idealizar uma nova política industrial, tecnológica, de serviços e de comércio exterior agregadas ao governo federal.

O Decreto de número 10.306, de 02 de abril de 2020, estabelece que:

A utilização do *BIM* na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do *BIM* – Estratégia *BIMBR*, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, Art. 1º Este Decreto estabelece a utilização do *Building Information Modelling - BIM* ou Modelagem da Informação da Construção na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do *BIM* - Estratégia *BIMBR*, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. (BRASIL, 2020, p. 5).

Baia (2015), ao destacar a consolidação em *BIM* na Europa, USA e Ásia como preferência no desenvolvimento de projetos e nos aplicativos voltados à gestão e controle de obra, observa a grande importância do tema para se obter a modernização e industrialização da Construção no Brasil.

ABDI (2019) afirma que, pretendendo ampliar a sinergia entre os vários agentes envolvidos e acelerar o processo de implantação e difusão em *BIM* no Brasil, o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, MDIC e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), vêm articulando e formalizando parcerias com agentes estratégicos.

Nesse contexto, já foram estabelecidos acordos e convênios com a ABNT e o Exército Brasileiro. Vale ressaltar que no ano de 2020, a ABDI lançou o curso básico “Democratizando o *BIM*”, totalmente online e gratuito, com o intuito de contextualizar os fundamentos históricos e normativos da plataforma ABDI (2019).

O Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços estabelece a elaboração de processos por etapas a fim de acumular resultados positivos ao longo dos anos.

Observa-se na Figura 2, que o início da Estratégia *BIMBR*, proporcionou no ano de 2018 a criação da Governança em *BIM*, que tem como objetivo ter as atividades de popularização da tecnologia em pleno funcionamento até o ano de 2028. Para isso, conta-se com o desenvolvimento gradativo de estruturação em compras governamentais em vigor desde 2018, onde estima-se que até o ano de 2028 toda a estrutura legal e infralegal esteja aperfeiçoada, assim como a propagação *BIM* em todo projeto de obras públicas motivada pelo Governo Federal. Com base nos dados, a medida para essa estratégia garante que até 2028, o PIB da Construção Civil tenha um acréscimo de 28,9%.

Figura 2: Mapa da Estratégia *BIMBR*

Fonte: MDIC: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços.

COMPARATIVOS ORÇAMENTÁRIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A tecnologia *BIM* tem fomentado a mudança do bidimensional para o tridimensional.

É no cronograma de obras, ou sequenciamento de atividades que encontra-se hoje, o principal uso de *BIM* associado ao planejamento de obras permitindo o estudo da logística do canteiro e, com o processo facilitado de compatibilização quando trabalha-se em *BIM*, evidencia-se que a assertividade dos quantitativos cresce muito e mitiga os erros recorrentes de compras em obra, e precisão de custo. (SIENGE, 2021).

A construção civil, ainda destacada por Sienge (2021), é considerada como um dos serviços que menos se pratica a ousadia de mercado e que a inovação para a indústria no Brasil, por exemplo, equivale a 35,7% do PIB total, ainda ressalta que 29,6% é o índice relativo à construção civil, dado que representa apenas 8% do PIB nacional, ou seja, esse percentual ainda é considerado ineficaz na promoção de renda por meio da integração da tecnologia.

Ao expressar os dados financeiros do país, nota-se na Figura 3, a diminuição do PIB Total nos dois primeiros trimestres de 2020, muito se deve ao fato da Covid-19 ter elevado o número de casos e mortos no país. Para CBIC (2021), mesmo diante da chegada da 2ª onda no final do ano de 2020, percebe-se um crescimento consistente do desempenho no país no setor da Construção.

Figura 3: PIB Brasil - Variação trimestral imediatamente anterior com ajuste sazonal 2017 a 2021

Fonte: Contas Nacionais Trimestrais – 2º Trimestre de 2021, IBGE.

Pelo quinto ano consecutivo o ramo da construção civil, tem um encolhimento na variação do PIB. Segundo CBIC (2021), a construção encolheu 2,5% em 2018, acumulando retração de 27,7% neste período. Houve também redução da participação do setor, no investimento de 52% para 47%, no PIB nacional de 4,8% para 4,5% e na indústria de 22,4% para 20,6%.

De maneira geral, ao analisar a variação econômica por setor de atividade, percebe-se na Figura 4, a evolução da Construção Civil em 2,7% em relação aos outros setores nos dois primeiros trimestres do ano de 2021, o que levou a superar a alta do PIB Nacional que foi de 1,8%.

Figura 4: Variação do PIB no 2º trimestre por setor de atividade econômica – 2021

Fonte: Contas Nacionais Trimestrais – 2º Trimestre de 2021, IBGE.

CBIC (2019), avalia que daqui para frente, a previsão é de aceleração lenta e gradual da atividade, com juros e inflação baixos e ociosidade na economia.

Baseando-se nos dados apresentados na Figura 5, os números atuais, caso a construção cresça a taxas de 1% ao ano, somente em 2050 a área voltará ao patamar de 2014; a taxas de 2% ao ano, somente em 2035 e a taxas de 4% ao ano somente em 2026. “O encolhimento do setor foi muito intenso e profundo e o cenário ainda é preocupante, isso se deve principalmente, à perda de dinamismo do setor da construção nos últimos anos” (CBIC, 2019).

Figura 5: PIB da Construção

Nota** Contas nacionais trimestrais acumulada 4 trimestres de 2018, projeção CBIC. Fonte: IBGE, 2018. Estima-se que, à medida que a categoria da construção progrida gradativamente, a busca pela construção virtualizada é um dos grandes desafios para estimular o crescimento do mercado da construção e uma estratégia para minimizar as variações negativas pelo qual o segmento tem passado nos últimos anos. Ou seja, quanto maior o crescimento menor seu tempo para evolução.

Observa-se que o cenário a médio e longo prazo se mostra positivo, conforme CBIC (2019) avalia, as licenças, o padrão legislativo de saneamento, a necessidade de infraestrutura logística e a demanda por moradias, reforçam as expectativas para o crescimento do setor.

A RELAÇÃO BIM X AUTOCAD

Estudos concluíram que em BIM pode-se reduzir duas vezes o tempo de criação de produtos de engenharia em infraestrutura, cita ainda que uma única pessoa, com conhecimento prévio do sistema, consegue obter um rol de informações maior do

que um grupo de pessoas que elaboram um mesmo projeto através do método tradicional. (COBENGE, 2012).

A tecnologia BIM pode diminuir os custos diretos de engenharia, devido a redução do tempo de equipes, a produção quase totalmente automatizada, a formação de desenhos paramétricos, os levantamentos quantitativos, o retrabalho e a coordenação eficaz do empreendimento (EASTMAN et al., 2014).

Conforme o fluxo da execução de uma edificação vai terminando, os custos tendem a aumentar exponencialmente e diminuir da mesma maneira à capacidade das mudanças, em *BIM*, a integração de atributos, faz com que o anteprojeto seja tão completo quanto o projeto final. Devido a anexação de todos os dados, é viável a alteração de melhorias, antes do início da execução do empreendimento implicando em menor custo para o proprietário (EASTMAN et al., 2014).

Através do estudo desenvolvido por Nunes; Leão (2018, p. 47), para a execução do projeto de uma residência pelo sistema público Casa Verde e Amarela, avalia-se a sequência executiva através da manipulação em *BIM*. A Figura 6, apresenta o tempo por disciplina acumulado, necessário para a construção do projeto, através dos sistemas *AutoCad* e *BIM*, nota-se que a maior diferença de prazo em benefício *BIM*, consiste na elaboração do projeto arquitetônico e no cronograma físico financeiro, entretanto para os processos estruturais e elétricos, os resultados mostram-se desfavoráveis.

Figura 6 - Comparativo horário de desenvolvimento de processos e projetos.

Fonte: NUNES; LEÃO, 2018, p. 47.

Segundo Nunes; Leão (2018, p. 47), o valor da hora técnica de projeto do engenheiro civil seguiu os valores estabelecidos pela ABENC, Associação Brasileira de Engenheiros Civis. Os valores em reais por metro quadrado foram determinados a partir da relação metro quadrado/hora de projeto.

Os honorários para a elaboração do projeto residencial, como nota-se na Figura 7, retrata o valor agregado por metro quadrado ao processo construtivo, logo, 20% das disciplinas correspondem ao cronograma físico financeiro.

Figura 7: Honorários básicos para elaboração de projetos de edificações residenciais.

Projetos	Custo por metro quadrado (R\$/m²)
Arquitetônico	35,09
Estrutural	11,57
Hidrossanitário	7,02
Elétrico	8,54
Cronograma físico financeiro	20% de todos os projetos

Fonte: NUNES; LEÃO, 2018, p. 47.

Enquanto alguns projetos realizados no *AutoCad* requerem pouco tempo para a elaboração, consomem mais financeiramente e, os realizados utilizando-se da tecnologia *BIM*, mesmo gastando mais tempo, nota-se uma economia. Com base na Figura 8, o projeto hidrossanitário, por exemplo, com *BIM* levou-se mais tempo, gerando economia.

Figura 8 - Comparativo de remuneração horária para desenvolvimento dos projetos.

Fonte: NUNES; LEÃO, 2018, p. 47.

Semelhantemente, a Figura 9 demonstra o tempo gasto para o desenvolvimento das diretrizes de modelagem e etapas executivas do projeto arquitetônico. Nota-se que ao utilizar a tecnologia *BIM*, projetos em cortes, elevações e a representação tridimensional, não se aplicam ao montante de desenvolvimento, ou seja, a economia de quase 5% de tempo é fator positivo no desenvolvimento em *BIM* devido os padrões de modelagem já se iniciarem em 3D.

Figura 9 – Prazo de desenvolvimento do projeto arquitetônico.

Arquitetônico	Metodologia CAD (h)	Metodologia BIM (h)
Definições	0,75	4,25
Layout	0,83	0,75
Representação 3D	2,33	–
Projeto legal (implantação)	0,53	0,43
Projeto executivo (planta baixa, planta de cobertura)	1,48	1,05
Projeto executivo (cortes)	4,20	–
Projeto executivo (elevações)	0,78	–
Total	10,92	6,48

Fonte: NUNES; LEÃO, 2018, p. 47.

A necessidade do dimensionamento de pilares, vigas e lajes da edificação é dada em projeto e a maneira do detalhamento consolida toda a sustentação da obra. Como trata-se de um fator que contribui para a infraestrutura da construção, o conjunto de atividades em *BIM* mostra-se 3,48% maior para a concepção estrutural, quando comparado ao sistema *AutoCad*, a Figura 10 ressalta a diferença entre o tempo gasto para a elaboração do projeto estrutural em *BIM* e *AutoCad*.

Figura 10 - Prazo de desenvolvimento do projeto estrutural.

Estrutural	Metodologia CAD (h)	Metodologia BIM (h)
Definições de software	0,42	0,42
Preparação arquitetônico	0,25	0,25
Lançamento da estrutura	0,57	0,57
Dimensionamento	0,07	0,07
Análise estrutural (verificações)	0,33	0,33
Detalhamento (modelagem BIM)	0,32	3,80
Desenho executivo	0,37	0,37
Total	2,32	5,80

Fonte: NUNES; LEÃO, 2018, p. 47.

Da mesma maneira, nota-se na Figura 11, que o prazo para a preparação do projeto hidrossanitário em *BIM* foi pouco menor comparado ao tempo de desenvolvimento no *AutoCad*, assim como teve a preparação arquitetônica desconsiderada devido a caracterização já tridimensional em *BIM*.

Figura 11 - Prazo de desenvolvimento do projeto hidrossanitário.

Hidrossanitário	Metodologia CAD (h)	Metodologia BIM (h)
Definições de software	0,12	0,75
Preparação arquitetônico	0,47	-
Lançamento da tubulação e conexões	0,83	1,42
Dimensionamento	0,07	0,03
Análise da tubulação (verificações)	0,33	0,25
Detalhamento das instalações	0,20	0,50
Desenho executivo	1,42	0,25
Total	3,43	3,20

Fonte: NUNES; LEÃO, 2018, p. 47.

Na elaboração do projeto elétrico, observa-se na Figura 12 que, para o dimensionamento do projeto proposto, o software *Revit®* não atendeu a todas as necessidades do desenvolvimento, tal qual o tempo gasto para a elaboração foi quase 3% maior em *BIM* do que executado no *AutoCad*.

Figura 12 - Prazo de desenvolvimento do projeto elétrico.

Elétrico	Metodologia CAD (h)	Metodologia BIM (h)
Definições de software	0,25	0,58
Preparação arquitetônico	0,25	0,25
Lançamento dos condutores e pontos elétricos	0,42	0,35
Dimensionamento	0,17	*
Análise dos condutores	0,38	0,22
Detalhamento das instalações	0,13	3,08
Desenho executivo	0,33	0,18
Total	1,93	4,67

Nota: (*) Entende-se que para a elaboração do projeto elétrico em BIM, o Revit® não supre todas as necessidades de dimensionamento.

Fonte: NUNES; LEÃO, 2018, p. 47.

A Figura 13, apresenta o tempo demandado pelos sistemas *AutoCad* e *BIM* para preenchimento da planilha exigida pelo programa governamental para financiamento MCMV, hoje, Casa Verde e Amarela. O desenvolvimento da planilha pelo método *BIM* ocorre em 2/5 do tempo do método *AutoCad*, isso é reflexo dos dados não geométricos inseridos nas disciplinas anteriores (NUNES; LEÃO, 2018, p. 47).

Figura 13- Prazo de desenvolvimento do cronograma físico financeiro.

Cronograma físico financeiro	Metodologia CAD (h)	Metodologia BIM (h)
Planilha PFUI	6,83	2,83

Nota: Planilha PFUI, Proposta de Financiamento de Unidade Isolada, ferramenta usada para prestar contas à Caixa Econômica Federal.

Fonte: NUNES; LEÃO, 2018, p. 47.

FERRAMENTAS GENÉRICAS E *BIM*

A tecnologia paramétrica que suporta a *BIM*, desempenha um papel importante no avanço do *Design* Generativo. A inteligência por trás das alternativas de multiplicação ou otimização de projeto é fornecida pelo algoritmo, então os

diferentes valores básicos junto a um grupo de elementos de regras parametrizadas, fornecem resultados mais ágeis e inteligentes para o projeto.

O método de *Design* Generativo, teve início devido a retirada de dados pela manipulação de parâmetros e algoritmos, para combinações inteligentes de variáveis de modo a oferecer suporte a projetos, otimizando os processos até que se consiga o resultado desejado. O mecanismo não dispensa o próprio projetista, ao contrário, redireciona a maneira de trabalhar, atribuindo benefícios às ferramentas (MELLO, 2017).

Baseado em coordenação, interoperabilidade, reuso e compartilhamento de informações, estes sistemas modificam a continuidade dos projetos e implicam na mudança da estrutura da ação projetual, “com redefinição das estratégias de investigação, das técnicas e dos procedimentos de avaliação” (KOWALTOWSKI et al., 2011).

Os conceitos de *Design* Algorítmico, onde enfatiza o interesse às regras, instruções e fórmulas, assim como o *Design* Paramétrico, que determina os resultados gerando diversas alternativas ao projeto, se fundem aos valores do *Design* Generativo.

Parafraseando, para Mello (2017), esse sistema consiste em deixar computadores e inteligência artificial operarem um projeto, logo, observa-se o que é algoritmo paramétrico. O sistema predefine e organiza qualquer instrução graficamente.

De maneira geral, projetos generativos se caracterizam como a prática na qual o projetista usa um sistema com algum nível de autonomia, para produzir a solução para o problema de projeto (ABRISHAMI et al., 2014). Tais sistemas se caracterizam por uma mescla de definições abstratas de possíveis variações de projeto capazes de produzir um objeto (FISCHER; HERR, 2001).

DESAFIOS ENCONTRADOS

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial em parceria com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, já disponibilizaram a biblioteca pública *BIM* com centenas de elementos disponíveis para diversos *softwares* e conta com componentes construtivos discriminados por categoria, subcategoria, *software* e outras características que concedem o *download* mediante inscrição no próprio site da ABDI (ABDI, 2019).

Além dos modelos, a plataforma disponibiliza guias, normas e manuais relacionados ao sistema *BIM* e disponíveis gratuitamente para *download*. Igor Calvet, presidente da ABDI, ressalta que a capacitação também é um desafio e a equipe está empenhada na missão de encorajar a transformação digital na construção; um dos objetivos propostos pela Estratégia *BIMBR*, divulgada pelo Governo Federal (EQUIPE, 2020).

Outro importante fator de discussão citado por Rosso (2011, p. 61-64 apud MENEZES, 2011, p. 162), baseia-se na estimativa orçamentária de alguns *softwares* que compõem a plataforma, para aqueles que já aderiram, avalia-se como precificação média, o *software ArchiCad®*, por exemplo, o total de R\$ 7.800,00, já os *Bentley Architecture*, *Revit®* e *VectorWorks*, seguem com valores de R\$ 13.300,00, R\$ 10.000,00 e R\$ 5.300,00, respectivamente.

A Figura 14, lista alguns exemplos de *softwares* utilizados para a estruturação em *BIM* para a criação dos projetos. Pode-se observar alguns programas que também oferecem uma extensão gratuita, como o *Revit®*, da *AutoDesk®*, que trabalha para o levantamento de quantidades, o *NavisWorks®* da *AutoDesk®* e o *TEKLA*, que atuam na detecção de conflitos no desenvolvimento gradativo da modelagem.

Figura 14: Softwares que interagem com BIM.

Fonte: MATTANA; LIBRELOTTO, 2017.

OPINIÕES ENTRE AUTORES

Baseado em Eastman et al. (2014), as premissas rotineiras do uso em *BIM*, garantem derivar seções, planos, desenhos isométricos ou perspectivas com base em elementos modelados anteriormente a fim de evitar o redesenho, pois, todas as alterações são reportadas e atualizadas automaticamente de modo que a análise quantitativa e a descrição do material podem ser combinadas diretamente ao decorrer da modelagem.

A conexão e a fácil geração de estimativas de custos ou quantidades de materiais, além de fornecer uma base de dados integrada para geração de códigos automatizados, para fiscalização de prefeituras ou nos escritórios de Engenharia e Arquitetura, auxilia nas tarefas de grandes empreiteiras, em termos de vantagens de direitos de uso, como despacho e pedido materiais.

De acordo com Baroni (2011, p. 65-66, apud MENEZES, 2011, p. 160), algumas construtoras pediram a seus parceiros que desenvolvessem os projetos integralmente em *BIM*, embora esses casos ainda sejam minoria, no que diz respeito aos clientes, a tendência mundial já atinge o Brasil. Fato observado devido algumas empresas públicas, terem requerido a entrega dos projetos em *BIM*.

CONSIDERAÇÕES ENTRE CONSTRUTORAS, ENGENHEIROS E ARQUITETOS

No Brasil, segundo Beber (2010), a Construtora e pioneira na implantação de plataformas *BIM*, Gafisa, começou a desenvolver em 2010 cinco projetos residenciais para testar diferentes *softwares* para a plataforma, disponíveis no mercado, a empresa montou cinco equipes envolvendo funcionários da construtora, projetistas terceirizados e consultores, uma para cada empreendimento.

Com o *software Revit®*, foram projetados um empreendimento em Brasília e um em Goiânia; com a ferramenta da *Bentley*, um imóvel em Santos; com o *VectorWorks*,

um em São José dos Campos e com o *ArchiCAD*, outro prédio em Goiânia. Beber (2010), ainda cita que a iniciativa foi apresentada pelo gerente de projetos da Gafisa, Ewerton Bonetti, durante o Seminário *BIM*, promovido pelo Sinduscon-SP - Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo.

Fábio Nakayama, Engenheiro Coordenador de projetos da Soeng Construção Hidroelétrica e especializado em obras e instalações, relata que hoje existem requisitos de Arquitetos e construtores, exigindo os projetos em *BIM* e declarou:

Se nos últimos anos a Soeng rejeitou algumas propostas, agora está trabalhando com a Gafisa para desenvolver um projeto piloto, que nasceu originalmente em *CAD* e posteriormente modelado inteiramente em *BIM*. (SAYEGH, 2011, p. 72-75, apud MENEZES, 2011, p. 165).

Considerando Gerolla (2011, p. 16-17 apud MENEZES 2011, p. 166), o discurso de Cervantes Ayres, Arquiteto, diretor-geral da Secretaria de Urbanismo de São José dos Pinhais, Paraná, que está implantando *BIM*, as dificuldades se concentram nas barreiras técnicas, econômicas, jurídicas e educacionais que prejudicam seu uso nos modelos de produção da construção.

De acordo com Gerolla (2011, p. 16), Ayres acredita que, a adoção de tecnologia é progressivamente mais necessária e a transição para *BIM* deve ser iniciada o mais rápido possível, caso contrário as empresas estrangeiras ganharão cada vez mais espaço no Brasil, impulsionadas pela baixa quantidade de engenharia no mercado brasileiro (apud MENEZES 2011, p. 166).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo visou responder: Como será realizada a implantação do *Building Information Modeling* para elaboração dos projetos de engenharia do Sistema Federal Brasileiro? Diante do exposto, foi possível constatar que a implantação da *BIM* para a execução de projetos de engenharia do Sistema Federal Brasileiro, tem

acontecido de forma escalonada, a fim de proporcionar tempo de adaptação ao mercado.

Os projetos públicos de engenharia e arquitetura, assim como o de instalações elétricas, hidráulicas e sistemas de refrigeração e aquecimento que se iniciaram em janeiro de 2021, já fazem uso da tecnologia *BIM*.

Em continuidade às regras de implantação, a partir do ano de 2024, serão incluídos aos projetos, todo o planejamento orçamentário da construção, assim como *as built*, atualizações feitas no decorrer da obra. Por fim, no ano de 2028, os processos de gestão da obra e manutenção, serão adicionados às etapas de obrigatoriedade para a criação de novas construções e projetos de reformas. A adoção da tecnologia *BIM*, contribuirá para o aumento de sustentabilidade, rapidez nas obras e redução de gastos em todo o processo construtivo.

Entende-se que a *BIM*, acompanha o progresso no processo de virtualização de projetos, atingindo as dimensões 8D, a introdução da segurança do trabalho para os processos construtivos.

O uso da modelagem em *BIM* ao ser comparado com a modelagem em *Cad*, na execução de um projeto popular do programa Casa Verde Amarela, agrega uma economia de 11% do orçamento total da obra, poupa 5 horas de trabalho de modelagem e reduz em 4 horas o tempo de preenchimento da planilha de prestação de contas disponibilizada pela Caixa Econômica Federal, documento obrigatório para o financiamento de casas, hoje em dia, o tempo médio para o cadastro da planilha, equivale a 6 horas diárias.

Especula-se que o lucro gerado ao PIB da Construção no Brasil, pode ser ainda maior com o uso da *BIM* para a realização de projetos de obras públicas, devido ao tempo economizado no método de criação, cada vez mais projetos serão realizados em menos tempo, agregando movimentação financeira ao país.

Conclui-se que para diversos profissionais da área e escritores, a *BIM* garante o fim do redesenho, pois qualquer modificação ao projeto é reportada automaticamente à plataforma, oferecendo atividades ainda mais automatizadas e livres de falhas.

Ao decorrer dos processos de mudanças, estima-se que ainda mais ferramentas genéricas cooperem para a evolução em *BIM* e seus processos parametrizados, como por exemplo, os projetos generativos, que junto às diversas regras parametrizadas, fornecem resultados mais ágeis e inteligentes ao projeto de maneira totalmente virtual e sistematizada através da manipulação de algoritmos. O processo é benéfico à evolução, pois reestrutura os parâmetros projetuais e a maneira de se operar.

REFERÊNCIAS

ABDI. **Construção Civil mais inteligente, produtiva e econômica.** *In:* Construção Civil mais inteligente, produtiva e econômica. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/projetos/bim>. Acesso em: 4 set. 2021.

ABNT (Brasil). ISO 12006-2:2010. **Sistema de classificação da informação da construção:** Parte 1: Terminologia e estrutura, [S. l.]: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, p. 6, 14 jul. 2011. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=ED98BA3EB6A47DABA73AEC82091E878F871EF5F24B23CCB3C618F3FD4C5FFD89>. Acesso em: 4 set. 2021.

ABNT (Brasil). ISO 12006-2:2015. **Organização de informação da construção:** Parte 2: Estrutura para classificação, [S. l.]: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, p. 26, 27 fev. 2018. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=C88173960913AA69CA01C1F90723A6553EA27A4807ECF5E37DCAB6FE697666A5>. Acesso em: 4 set. 2021.

ABRISHAMI, Sepehr; GOULDING, Jack Steven; RAHIMIAN, Farzad Pour; GANAH, Abdulkadir. **Integração de BIM e design generativo para explorar a inovação de design conceitual AEC:** Status Atual e Tendências Futuras. *Jornal de Tecnologia*

RC: 102547

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/projetos-de-engenharia>

da Informação na Construção ITcon, [S. l.], v. 19, p. 350-359, 21 set. 2014. Disponível em: <https://www.itcon.org/paper/2014/21>. Acesso em: 2 out. 2021.

BAIA, Denise Valéria Santos. **USO DE FERRAMENTAS BIM PARA O PLANEJAMENTO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Orientador: Antônio Carlos Oliveira Miranda. 2015. 107 f. Dissertação (Mestrado Em Estruturas E Construção Civil) - Faculdade De Tecnologia Universidade De Brasília, 2015. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/22996/1/2015_DenizeVal%c3%a9riaSanto sBaia.pdf. Acesso em: 5 set. 2021.

BEBER, Michelle. **GAFISA TESTA QUATRO SOFTWARES BIM**. In: Arquitetura I Construção. [S. l.], 15 dez. 2010. Disponível em: <https://incorporacaoimobiliaria.com/2010/12/16/gafisa-testa-quatro-sofware-bim/>. Acesso em: 5 set. 2021.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 10 de janeiro de 2022. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. **Diário Oficial da União**: Seção: 1 - Extra F - Edição 61-F, Brasília, DF, n. 61, p. 2, 1 abr. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.133-de-1-de-abril-de-2021-311876884>. Acesso em: 5 set. 2021.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 65, p. 5-7, 2 abr. 2020. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=03/04/2020&jornal=515&pagina=5&totalArquivos=146>. Acesso em: 5 set. 2021.

CBIC (Brasília - DF). **Informativo Econômico**: Construção Civil mostra resiliência e cresce 2,7% no 2º trimestre/21. In: Informativo Econômico: Construção Civil mostra resiliência e cresce 2,7% no 2º trimestre/21. [S. l.], 1 set. 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/09/informativo-economico-pib-2o-trimestre-2021-final-final.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

RC: 102547

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/projetos-de-engenharia>

CBIC (Brasília - DF). **Informativo Econômico: Resultados do PIB Brasil e da Construção no 1º trimestre surpreendem.** In: Informativo Econômico: Resultados do PIB Brasil e da Construção no 1º trimestre surpreendem. [S. l.], 1 jun. 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/06/informativo-economico-pib-1o-trim-2021.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

CBIC (Brasília - DF). **PIB nacional cresce 1,1% em 2018, mas setor da construção encolhe pelo quinto ano consecutivo.** In: PIB nacional cresce 1,1% em 2018, mas setor da construção encolhe pelo quinto ano consecutivo. [S. l.], 28 fev. 2019. Disponível em: https://cbic.org.br/es_ES/33505-2/. Acesso em: 10 set. 2021.

CHEBATT, Thais Fernandes. Building Information Modeling - BIM: evolução em projetos de construção e infraestrutura no Brasil. In: MIGALHAS. **Building Information Modeling - BIM: evolução em projetos de construção e infraestrutura no Brasil.** [S. l.], 17 maio 2021. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/345600/building-information-modeling--bim>. Acesso em: 5 set. 2021.

COBENGE, XL., 2012, Belém - PA. **ESTUDO COMPARATIVO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS QUE UTILIZAM TECNOLOGIA BIM PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE ENGENHARIA CIVIL [...].** [S. l.: s. n.], 2012. 12 p. Disponível em: https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user_upload/_imported/fileadmin/LABGEO/Trabalhos/2012/COBENGE_-_Estudo_comparativo_de_ferramentas_computacionais_que_utilizam_tecnologia_bim_para_desenvolvimento_de_projetos_de_engenharia_civil.pdf. Acesso em: 5 out. 2021.

COSTA, Carlos; OLIVEIRA, David Paulo R de; FOGLI, Matheus de Souza; BENFICA, Sandra Schaaf; MACIEL, Alex Roda; MARCELLINI, Laura; MANZIONE, Leonardo; KRIPPAHL, Miguel; ONEDA, Gian Felipe Lisboa; CAMERINI, Luana

Moreira; MOREIRA, Rogério da Silva; SCHEER, Sergio; SALGADO, Monica Santos. **Guia 1 - O Processo de Projeto BIM**: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. *In*: GUIA 1 - O Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília - DF: [s. n.], 2017. v. 1, p. 1-82. ISBN 978-85-61323-43-1. Disponível em: https://mutual.com.br/wp-content/uploads/2018/01/GUIA-BIM01_20171101_web.pdf. Acesso em: 10 set. 2021.

EASTMAN, Chuck *et al.* **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução de Cervantes Gonçalves Ayres Filho *et al.* Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, 2014. 503 p. ISBN 978-85-8260-118-1.

EQUIPE (Brasil). ArchDaily. ABDI lança curso online e gratuito de BIM. *In*: EQUIPE (Brasil). ArchDaily (ed.). **ABDI lança curso online e gratuito de BIM**. ISSN 0719-8906. ed. [S. l.], 10 nov. 2020. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/950925/abdi-lanca-curso-online-e-gratuito-de-bim?ad_source=search&ad_medium=projects_tab&ad_source=search&ad_medium=search_result_all. Acesso em: 2 out. 2021.

FISCHER, Thomas; HERR, Christiane M. Teaching Generative Design. **Teaching Generative Design**, [s. l.], p. 1-14, 2001. Disponível em: http://www.generativeart.com/on/cic/ga2001_PDF/fischer.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

INBEC (Fortaleza - CE). Uso do BIM será obrigatório a partir de 2021 nos projetos e construções brasileiras. *In*: INBEC (Fortaleza - CE). **Uso do BIM será obrigatório a partir de 2021 nos projetos e construções brasileiras**. [S. l.], 25 jan. 2020. Disponível em: <https://inbec.com.br/blog/uso-bim-sera-obrigatorio-partir-2021-projetos-construcoes-brasileiras>. Acesso em: 10 out. 2021.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; MOREIRA, Daniel de Carvalho; PETRECHE, João R. D.; FABRÍCIO, Márcio M. **O Processo de Projeto em Arquitetura**: da Teoria à

Tecnologia. 1. ed. [S. l.]: Oficina de Textos, 2011. 504 p. ISBN 8579750334; 978-8579750335.

MATTANA, Leticia; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **CONTRIBUIÇÃO DO BIM PARA A SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA DE EDIFICAÇÕES**. Mix Sustentável (edição especial - V ENSUS), [s. l.], v. 3, n. 2, 2017. Disponível em: <https://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/files/2017/05/Mix-Sustent%C3%A1vel-6-Artigo-15.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

MELLO, Ricardo Bianca. Mundo AEC - Blog Oficial sobre AEC da Autodesk Brasil. In: MELLO, Ricardo Bianca. **Do Projeto Paramétrico ao Projeto Generativo: Parte 1: O que é projeto generativo**. [S. l.], 19 jan. 2017. Especialista Técnico da Autodesk para Arquitetura, Engenharia e Construção. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/mundoaec/projeto-generativo-parte-1/>. Acesso em: 2 out. 2021.

MELLO, Ricardo Bianca. Mundo AEC - Blog Oficial sobre AEC da Autodesk Brasil. In: MELLO, Ricardo Bianca. **Do Projeto Paramétrico ao Projeto Generativo: Parte 2: Projeto Algorítmico e Dynamo (com apostila)**. [S. l.], 2 fev. 2017. Especialista Técnico da Autodesk para Arquitetura, Engenharia e Construção. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/mundoaec/projeto-generativo-parte-2/>. Acesso em: 2 out. 2021.

MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista de. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, [s. l.], ano 2011, v. 18, ed. 22, p. 153-171, 2011. Disponível em: [file:///C:/Users/ALMEE/Downloads/3363-Texto%20do%20artigo-13698-1-10-20120516%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ALMEE/Downloads/3363-Texto%20do%20artigo-13698-1-10-20120516%20(1).pdf). Acesso em: 5 set. 2021.

NUNES, Gustavo Henrique; LEÃO, M. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM**, [s. l.], ed. 55, p. 47-61, 2018. Disponível em:

RC: 102547

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/projetos-de-engenharia>

<https://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n55/Pag.47-61.pdf>. Acesso em: 11 out. 2021.

SIENGE. TECNOLOGIA BIM: Guia Completo. *In*: SIENGE. **TECNOLOGIA BIM**: Guia Completo. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/guia-completo-sobre-tecnologia-bim/>. Acesso em: 10 set. 2021.

THOMÉ, Brenda Bressan. O que é BIM?: Entenda agora o conceito e suas aplicações. *In*: SIENGE. **O que é BIM?**: Entenda agora o conceito e suas aplicações. [S. l.], 8 set. 2016. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/voce-sabe-o-que-e-bim-entenda-o-conceito-e-suas-aplicacoes/>. Acesso em: 5 nov. 2021.

THÓRUS. Tudo sobre BIM: o que é, ferramentas e por onde começar [2020]. *In*: THÓRUS ENGENHARIA. **Tudo sobre BIM**: o que é, ferramentas e por onde começar [2020]. Joinville - SC, 22 maio 2020. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/o-que-e-bim/>. Acesso em: 15 out. 2021.

Enviado: Julho, 2021.

Aprovado: Dezembro, 2021.