

Planejamento e Gestão de obras no Maranhão:

a utilização do
método BIM



Fernando Jorge Cutrim Demétrio
(Organizador)

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM



São Luís, 2025

© copyright 2025 by UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.
Todos os direitos desta edição reservados à EDITORA UEMA.

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

EDITOR RESPONSÁVEL

Jeanne Ferreira Sousa da Silva

CONSELHO EDITORIAL

Alan Kardec Gomes Pachêco Filho • Ana Lucia Abreu Silva
Ana Lúcia Cunha Duarte • Cynthia Carvalho Martins
Denise Maia Pereira • Eduardo Aurélio Barros Aguiar
Emanoel Cesar Pires de Assis • Fabíola Hesketh de Oliveira
Helciane de Fátima Abreu Araújo • Helidacy Maria Muniz Corrêa
Jackson Ronie Sá da Silva • José Roberto Pereira de Sousa
José Sampaio de Mattos Jr • Luiz Carlos Araújo dos Santos
Marcos Aurélio Saquet • Maria Medianeira de Souza
Maria Claudene Barros • Rosa Elizabeth Acevedo Marin
Wilma Peres Costa

Diagramação e Capa: Paul Philippe

D 377p Demétrio, Fernando Jorge Cutrim (Org.).

Planejamento e Gestão de Obras no Maranhão: a utilização do método BIM [recurso eletrônico]/organizador Fernando Jorge Cutrim Demétrio. – São Luís (MA): EDUEMA, 2025.

290p: il. color.

Livro eletrônico
ISBN: 978-85-8227-553-5

1.Tecnologia Bim. 2.Construção Civil. 3. Planejamento de projetos. I.Título.

CDU: 624(812.1)

Prefácio

Vivemos uma era de globalização, transformação digital e, muitas vezes, rápida obsolescência tecnológica. Todas as áreas do conhecimento humano são impactadas por tais fatores, e a construção civil não é exceção. É necessário estarmos preparados para nos adaptar às mudanças que surgem em uma velocidade nunca antes vista. Neste cenário, a presente obra, “Planejamento e Gestão de Obras no Maranhão: a utilização do método BIM”, emerge como uma contribuição significativa para a modernização das práticas construtivas no Brasil, com foco especial no contexto maranhense.

A obra é um marco que atende a múltiplos objetivos, refletindo as perspectivas dos diversos autores que contribuíram para sua existência e que agora os leitores terão a oportunidade de usufruir de seu conteúdo. Resultado do esforço coletivo de docentes e pesquisadores da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), este livro não apenas transmite um conhecimento atual e necessário, mas também promove a integração das diversas fases de uma obra de engenharia, desde sua concepção até sua conclusão, por meio do uso da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*).

Os leitores terão o prazer de obter de forma objetiva as respostas para algumas inquietações ou mesmo a inspiração para adentrar no mundo BIM. Os autores envolvidos nesta obra assumiram o desafio de desenvolver e compartilhar um conhecimento que alia inovação tecnológica à prática da Engenharia e Arquitetura e Urbanismo, abordando a modelagem da informação como elemento essencial para otimizar processos e integrar equipes.

Este conteúdo, que é fruto de um curso de pós-graduação *lato sensu*, transcende as paredes da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), podendo alcançar agora, de forma digital, leitores de diferentes partes do mundo.

Os onze artigos reunidos representam não apenas o esforço acadêmico, mas também o compromisso da UEMA em conectar-se com a sociedade, evidenciando sua missão de agregar conhecimento prático e tecnológico aos profissionais e pesquisadores.

Louvo esta iniciativa dos docentes da UEMA: Erico Peixoto Aragão, Igor Mendes Monteiro, Fernando Jorge Cutrim Demétrio, Rodrigo de Azevedo Neves, Eduardo Aguiar e Rogério Henrique Frazão Lima. Compreendendo a importância de expandir o alcance de um curso de especialização, eles transformaram o conhecimento acumulado em um recurso valioso que agora beneficia um público muito além dos limites da sala de aula.

Que esta obra inspire profissionais e estudantes a adotar o método BIM e a contribuir para a evolução contínua da Engenharia e Arquitetura e Urbanismo, conectando inovação tecnológica à prática cotidiana e ampliando horizontes para um futuro mais integrado e sustentável, do ponto de vista econômico, ambiental e social.

Sumário

A METODOLOGIA BIM NA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS <i>Elyssandro Vasconcelos Barbosa</i> <i>Érico Peixoto Araujo</i> <i>Igor Mendes Monteiro</i>	07
INCORPORAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION E METODOLOGIA BIM NO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE OBRAS <i>Marina Coelho Tominaga</i> <i>Fernando Jorge Cutrim Demetrio</i> <i>Andréya Ingrid de Holanda Araújo Viana Demétrio</i> <i>Rodrigo de Azevêdo Neves</i>	22
A IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) NO SETOR PÚBLICO MARANHENSE: DESAFIOS E INOVAÇÃO NO IFMA – INSTITUTO FEDERAL DO MARANHÃO <i>Thaís Pâmela Picanço de Alencar</i> <i>Eduardo Aguiar</i> <i>Jorge Creso Cutrim Demetrio</i>	33
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA ELABORAÇÃO DE UM MANUAL PARA A MARANHÃO PARCERIAS - MAPA <i>Leonardo Ericeira Carvalho</i> <i>Érico Peixoto Araújo</i> <i>Igor Mendes Monteiro</i>	54
METODOLOGIA BIM APLICADA EM PROJETO DE DRENAGEM URBANA <i>Mariana Medeiros Coelho</i> <i>Érico Peixoto Araujo</i> <i>Igor Mendes Monteiro</i>	74
INDÚSTRIA 4.0: USO DA TECNOLOGIA PARA O CONTROLE E PREVENÇÃO DE PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL <i>Amanda Rodrigues Sousa</i> <i>Eduardo Aurélio Barros Aguiar</i> <i>Jorge Creso Cutrim Demetrio</i> <i>Fernando Jorge Cutrim Demetrio</i> <i>Rodrigo de Azevêdo Neves</i>	103

<p>PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE OBRAS COM AUXÍLIO DE MÉTODOS BIM 4D (BUILDING INFORMATION MODELING)</p> <p><i>Marcos Vinicius dos Santos Miranda</i> <i>Rogério Henrique Frazão Lima</i> <i>Igor Mendes Monteiro</i></p>	<p>129</p>
<p>ESTUDOSOBREAAPLICAÇÃO DAMETODOLOGIA BIM EM PROJETOS DE HABITAÇÃO NO ÂMBITO DO PROGRAMA CASA VERDE E AMARELA EM OBSERVÂNCIA AO DECRETO Nº 10.306/20</p> <p><i>Crystynn Carlos Maramaldo Amorim</i> <i>Erico Peixoto Araujo</i> <i>Igor Mendes Monteiro</i></p>	<p>155</p>
<p>O USO DO BIM NA AQUISIÇÃO DE SERVIÇOS ESPECIALIZADOS PELA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA</p> <p><i>Victor MedeirosCoelho</i> <i>Rogério Henrique Frazão Lima</i></p>	<p>180</p>
<p>SOLUÇÃO ORÇAMENTAL PARA UMA FACHADA PARAMÉTRICA</p> <p><i>Tiago Mendonça Pedro</i> <i>Igor Mendes Monteiro</i> <i>Erico Peixoto Araujo</i> <i>Gladstone Mapurunga e Siva Junior</i></p>	<p>201</p>
<p>DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL</p> <p><i>Ivanildo Lima Ferreira</i> <i>Igor Mendes Monteiro</i> <i>Erico Peixoto Araujo</i> <i>Gladstone Mapurunga e Siva Junior</i></p>	<p>216</p>

A METODOLOGIA BIM NA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Elyssandro Vasconcelos Barbosa

Érico Peixoto Araujo

Igor Mendes Monteiro

RESUMO: Cada vez mais ouve-se o termo BIM (*Building Information Modeling*) que significa em português modelagem da informação da construção é um conjunto de informações geradas e mantidas durante todo o ciclo de vida de um projeto que serve para caracterizar um modelo de qualidade e execução de obras, pois essa metodologia é rica em ferramentas que auxiliam as engenharias a se comunicarem da melhor maneira possível para que não haja interferências nos projetos. Para tanto, foram abordadas neste trabalho, algumas ferramentas BIM como detecção de interferências (*clash detection*), sua metodologia para facilitar a compatibilização e visualização de projetos. Minimizando assim as interferências, pois em um grande projeto muitas informações passam despercebidas e acabam somente sendo vistas na execução do mesmo causando muitos transtornos, atrasos e retrabalhos. A tarefa de elaboração de um projeto de edifícios compreende diversas etapas com características próprias, interagindo com diferentes agentes e voltadas para um determinado objetivo. Esse processo muitas das vezes é desvalorizado e o resultado é refletido na execução da edificação, estendendo prazos e gerando mais custos. Em países em que o processo de projeto é valorizado, vemos um maior tempo gasto nesse processo do que na execução, ao contrário do que ocorre no Brasil, onde muitas das obras iniciam-se antes mesmo da finalização do projeto de arquitetura. Existe uma grande necessidade no setor da construção civil de aperfeiçoar a elaboração dos projetos de edificações a fim de interagir com a execução no sentido de aperfeiçoar e agregar valor ao empreendimento como produto final. Em função disso deve-se tratar o projeto como elemento fundamental na concepção de um empreendimento. A maior parte das empresas que trabalham com compatibilização de projetos utiliza

o processo tradicional através da sobreposição de “layers” de diferentes disciplinas em um único arquivo no AutoCAD, desligando os layers que não fazem parte dos sistemas, determinando a olho nu as possíveis interferências. A compatibilização de projetos através da superposição de plantas em 2D tem fortes limitações, principalmente entre as interfaces dos projetos hidrossanitários e elétricos, devido à dificuldade de visualização de tubos e eletrodutos, fazendo com que sejam detectadas apenas incompatibilidades mais evidentes.

Para evitar esses casos o *clash detection* informa as interferências antes da execução e ajuda na visualização dos colaboradores para um melhor entendimento do todo. Em uma obra bem planejada e executada a metodologia BIM e suas ferramentas servem para nos auxiliar ao máximo na simulação do projeto antes da execução evitando interferências, retrabalho e aditivos.

Palavras-chave: BIM. Building Information Modeling. Compatibilização de Projetos. Metodologia. Detecção de Interferências.

INTRODUÇÃO

Compatibilização de projetos teve início na década de 80, na época já se fazia o uso desse método, mas ainda não havia um nome para o termo. Na década de 80 e 90 houve um aumento no uso do termo e passou a ser usado em larga escala e é usado até os tempos atuais, seja na engenharia civil, na arquitetura ou qualquer área da construção civil.

Conforme Fabrício (2002), o principal desafio no estudo de viabilidade e na concepção de projetos está em entender as tendências do mercado e compreender os clientes. Em muitos casos, as expectativas dos clientes são vagas ou excessivamente ambiciosas, dificultando a definição clara do produto. Para superar essas barreiras, é necessário negociar e alinhar ideias de forma a atender tanto as demandas dos clientes quanto as exigências do mercado competitivo da construção.

De acordo com Nascimento (2015), nos anos 1980, grandes construtoras mantinham extensos escritórios próprios, ocupando vários andares de suas sedes, onde trabalhavam a maioria dos profissionais responsáveis pela elaboração de projetos. No entanto, as transformações econômicas e políticas daquela época levaram a demissões em massa, deixando muitos desses profissionais sem emprego. Em resposta à crise, muitos deles começaram a abrir pequenos escritórios próprios. Isso

resultou na segmentação dos serviços, que antes eram concentrados dentro das grandes construtoras, contando com equipes completas de diversas especialidades. Assim, os profissionais passaram a trabalhar de forma independente, divididos em diferentes escritórios. Como consequência, as grandes construtoras começaram a terceirizar o desenvolvimento de projetos, delegando a gestão de diferentes etapas a terceiros.

Em meados dos anos 90 e 2000 surgiu a figura importante do profissional de compatibilização de projetos, uma pessoa responsável por organizar as informações para que as outras especialidades pudessem interagir melhor.

Quando a fase de projeto é pouco explorada, há muito retrabalho e patologias que vão surgindo no decorrer da obra descaracterizando assim o produto final e sua idealização. Um maior tempo gasto no projeto não só é importante na questão econômica assim como na questão de tempo de entrega.

Um projeto de edificação é a junção de vários projetos. Com essa variação de escritórios responsáveis por cada especialidade há uma enorme quantidade de informações que precisam ser unificadas e gerenciadas. Se essas informações não são processadas de forma correta, ocorrerão vários problemas no produto final que, no caso, é a edificação. Portanto, tudo depende da fase de projeto com estudos antecipados e precisos. Isso influencia diretamente as fases seguintes para a continuidade da elaboração do projeto.

A tecnologia BIM oferece uma plataforma versátil em que toda essa integração ocorre em um mesmo modelo central, onde cada equipe pode alterar apenas seu escopo, cortando a etapa de compatibilização e evitando adequações posteriores.

Conforme Ávila (2011), à medida que o desenvolvimento do projeto progride, torna-se mais difícil prever problemas que podem ocorrer no canteiro de obras, uma vez que algumas falhas e incompatibilidades só são percebidas durante a construção. Isso gera a necessidade de retrabalhos tanto na execução quanto no próprio projeto, o que compromete a competitividade do empreendimento no mercado devido ao aumento dos custos e do tempo de execução. Investir em análises mais detalhadas nas fases iniciais do projeto pode resultar em uma economia significativa para o empreendimento.

O conceito de Building Information Modeling (BIM) proporciona à equipe de projeto acesso rápido e confiável às

informações necessárias, com um alto grau de precisão, ajustável conforme as demandas. Por ser uma ferramenta gráfica, o BIM facilita significativamente a compreensão geral do projeto, tanto em relação à execução quanto ao planejamento das atividades. Através da visualização na tela, é possível simular cenários ao combinar o modelo digital BIM com o cronograma do empreendimento. Essa integração é frequentemente denominada planejamento 4D, pois combina as três dimensões espaciais do modelo 3D com a quarta dimensão, que é o tempo.

O objetivo desta pesquisa é analisar e avaliar a possibilidade de substituir os métodos tradicionais de elaboração e gerenciamento de projetos pelo BIM, verificando se ele é realmente vantajoso e viável para o processo de compatibilização de projetos. O principal propósito do trabalho é apresentar boas práticas para compatibilização, promovendo melhorias sistêmicas na execução dos projetos e maior integração entre as áreas envolvidas. Além disso, busca-se identificar inovações tecnológicas que facilitem a compatibilização entre escritórios e canteiros de obras.

Os objetivos específicos incluem:

- a) Identificar como o método BIM pode ser aplicado ao processo de compatibilização de projetos;
- b) Comparar a compatibilização tradicional de projetos em 2D, com sobreposição de desenhos, à compatibilização em 3D utilizando o método BIM;
- c) Avaliar qualitativamente os resultados obtidos durante o processo.

A evolução dos processos construtivos resultou em crescente industrialização da construção, contribuindo para a redução do tempo gasto na execução. Nesse modelo grande parte da estrutura da edificação é produzida fora do canteiro de obras e levado apenas no final, direto para a montagem. Dessa forma não se permite mudanças nos formatos das peças e quando isso acontece pode acabar comprometendo a qualidade da mesma. Subentendem -se assim que não devem ocorrer erros no processo de execução.

METODOLOGIA

Foram realizadas extensas pesquisas bibliográficas sobre o tema e coletadas informações a partir da leitura de guias. A fim de alcançar os objetivos e solucionar as dúvidas relacionadas às vantagens da compatibilização de projetos na Engenharia Civil, bem como esclarecer as questões inerentes à metodologia BIM, o método de abordagem utilizado neste trabalho é o dedutivo.

Segundo Lakatos e Marconi (1991), o método dedutivo consiste em iniciar com um raciocínio geral sobre um determinado tema e, a partir disso, chegar a conclusões específicas, explicando o conteúdo das premissas por meio de um processo lógico.

Para alcançar os resultados pretendidos, será realizada uma pesquisa bibliográfica, utilizando fontes confiáveis e especializadas para conceituar e comparar os aspectos técnicos analisados. Além disso, será empregada uma pesquisa documental, que busca comparar resultados de estudos semelhantes realizados em outras regiões do Brasil e no exterior, com o objetivo de enriquecer as discussões e qualificar os achados da pesquisa.

Com base nas premissas previamente estabelecidas sobre a aplicação da compatibilização de projetos e da metodologia BIM, este estudo propõe verificar as hipóteses levantadas por meio do método de estudo de caso. Lakatos e Marconi (1991) descrevem o estudo de caso como a análise detalhada de determinados objetos, considerando o tema em questão e os fatores que o influenciam.

Finalmente, com o objetivo de exemplificar o objeto de pesquisa, bem como colocar em prática os resultados entre as metodologias BIM e CAD.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tecnologia BIM é uma ferramenta que ajuda ainda mais no processo e dar agilidade na concepção dos projetos.

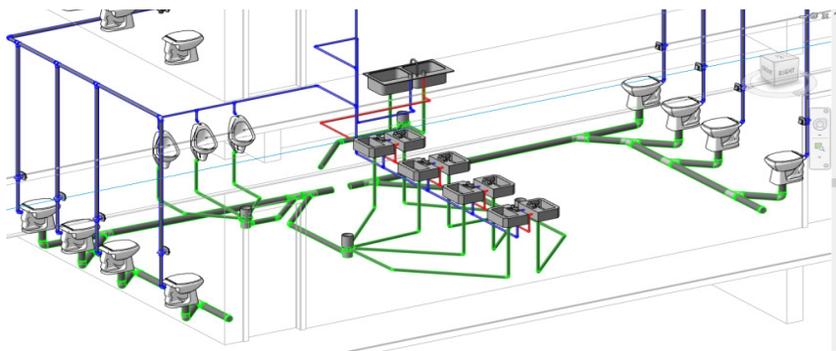
Uma das principais diferenças que vem em mente em relação as duas plataformas CAD e BIM é a maior facilidade riqueza de detalhes com que é feita a modelagem em 3D, no caso, usando a metodologia BIM. Isso deve-se ao fato de que no CAD ou no principal software que representa essa metodologia que é AutoCAD, faz-se apenas uma representação tridimensional da realidade, ou seja, apenas uma

modelagem volumétrica sem nenhum parâmetro, enquanto que no BIM, ou no principal representante dessa metodologia que é o Revit que também é da Autodesk assim como o AutoCAD, é como se fosse feito a simulação de uma construção no computador nos seus mínimos detalhes, reunindo informações associadas a cada elemento.

No AutoCAD, as informações não são inseridas de forma automatizada, enquanto no Revit, todos os cortes, perspectivas e vistas são gerados de forma automática. O que chama a atenção é que o desenho pode ser feito em 2D assim como no AutoCAD, mas no Revit ele já levanta as paredes, bastando apenas especificar uma cota de pé direito.

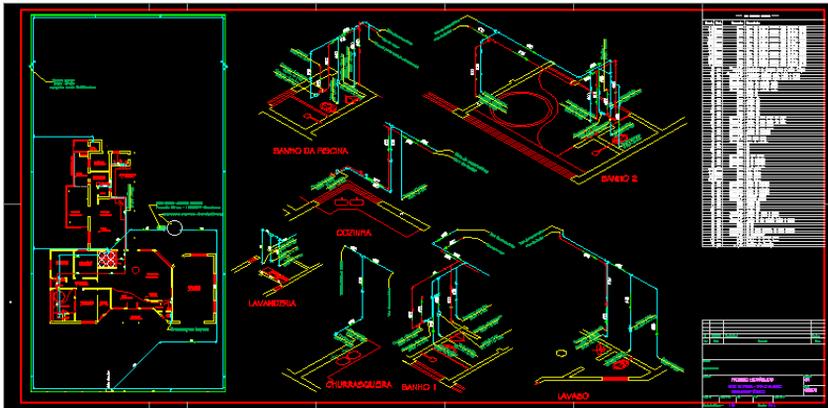
O projeto em BIM é todo interligado bastando alterar uma vista que todas as outras são atualizadas e também os quantitativos de forma automática e integrada. Isso facilita muito na hora de compatibilizar um projeto, pois a maioria dos softwares BIM trabalham com servidores, sendo assim, o projeto é disponibilizado para vários projetistas facilitando a análise de interferências antes da obra iniciar.

Figura 01 – Projeto Hidrossanitário no Revit



Fonte: actech.net.br

Figura 02 - Mostra um projeto Hidrossanitário no AutoCAD.

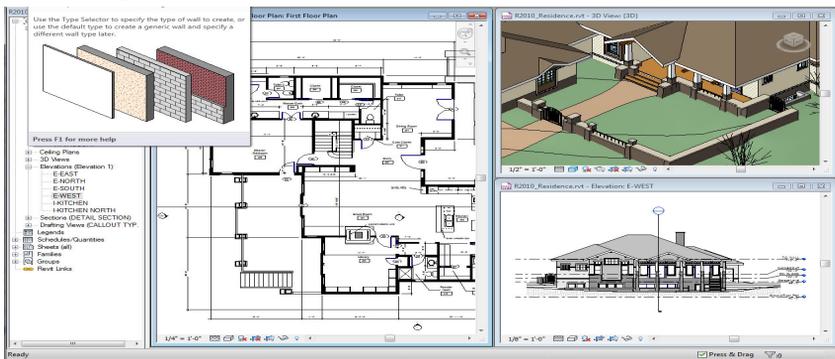


Fonte: kamocad.com

Podemos verificar que na visualização do AutoCAD é difícil se perceber os níveis, podendo gerar problemas de interferências como por exemplo, uma tubulação passando por uma viga. Já no Revit é de fácil visualização dos níveis facilitando a compatibilização e evitando erros no projeto.

No Revit, é feita uma simulação da construção, uma parede feita no software é similar a uma parede real, pois é informado o tipo de revestimento, material e até quantas fiadas de tijolos.

Figura 03 – Programa Revit na modelagem das paredes



Fonte: ilovemyarchitect.com

No programa AutoCAD isso já não acontece, pois é feita a criação de duas linhas paralelas e metaforicamente entendemos que aquilo seria uma parede. Não sendo nada parecido com o real. Todas as informações deverão ser inseridas de forma manual. Não só para compatibilização de projetos é bom uma boa apresentação, mas também para uma boa visualização do cliente, pois muitas vezes o mesmo é leigo no assunto. O cliente já gosta de ver tudo pronto e do jeito que ele imagina.

Figura 04 – Projeto arquitetônico no AutoCAD



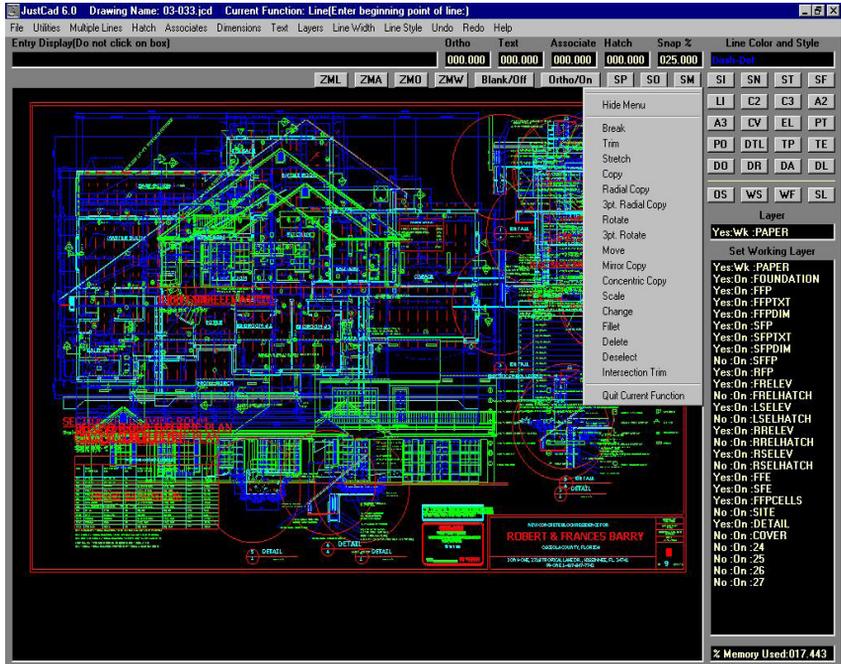
Fonte: aulascad.blogspot.com

Na figura acima é possível verificar as linhas paralelas representando paredes. No projeto 2D a compatibilização é feita por meio da sobreposição das vistas, desse modo, há grandes chances de haver erros na compatibilização, o orçamento é feito encima deste projeto falho e o planejamento baseado no projeto estipula um tempo de execução da obra. Sabendo disso se estabelecem margens de segurança no planejamento e no orçamento, ou seja, se tem uma margem de variação muito grande nos dois processos.

Na execução da obra, o projeto com falhas chega à mão de obra, na execução eles “dão um jeitinho” que em outras palavras é mais

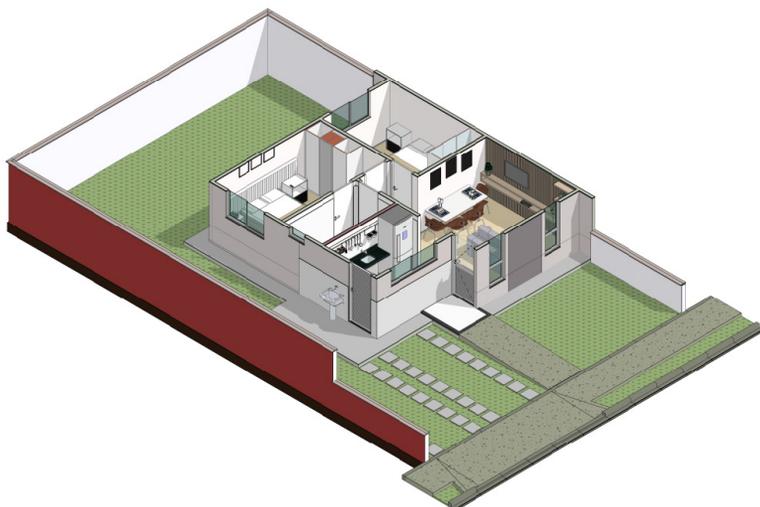
tempo e mais custo a obra, tudo isso devido a um projeto com falhas. As figuras 05 e 06 mostram como é a compatibilização de projetos no AutoCAD e no Revit.

Figura 05 – Compatibilização de projetos no AutoCAD



Fonte: <http://eng-hj.blogspot.com.br/>

Figura 06 – Compatibilização de projetos no Revit

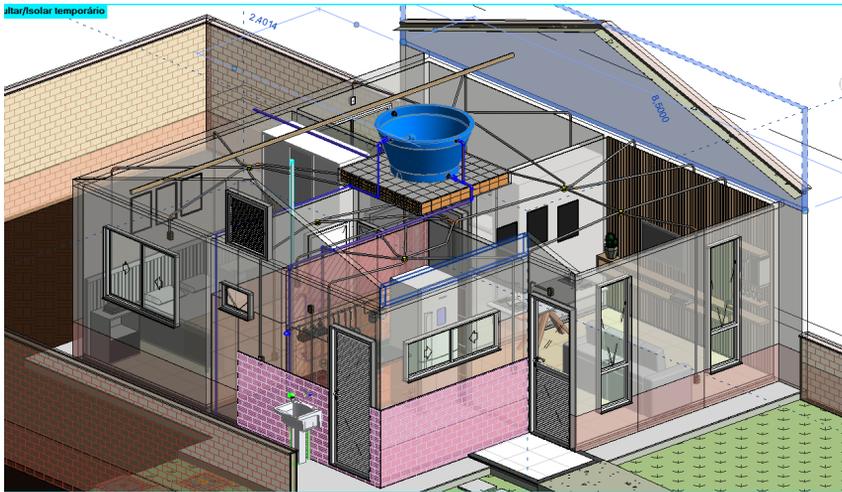


2 **LAYOUT 3D**
ESCALA -

Fonte: Autor

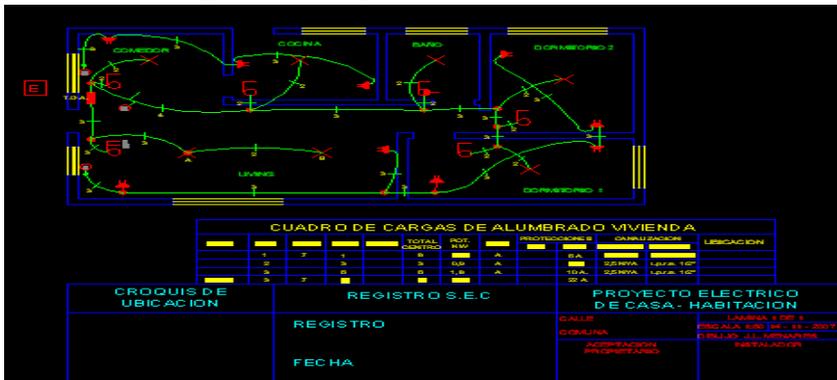
Os projetos de instalações elétricas também requerem muita atenção, no entanto, erro na compatibilização também acontecem com frequência, os conduítes passando por dentro das paredes pode haver interferência com a parte hidráulica por exemplo. A figura 07 mostra um projeto elétrico no revit.

Figura 07 - Projeto elétrico e hidrossanitário



Fonte: Autor

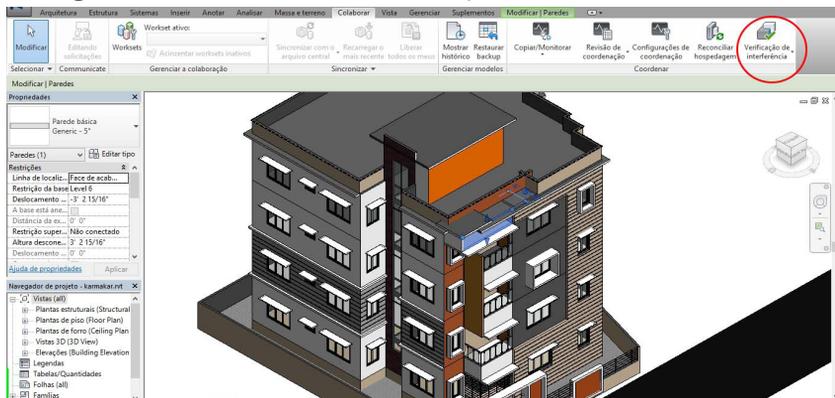
Figura 08 - Projeto elétrico no AutoCAD



Fonte: www.bibliocad.com

No Revit há uma ferramenta muito importante na compatibilização de projetos para verificar as interferências como mostra na figura 09. Essa ferramenta conflita as várias partes do projeto arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico entre outros.

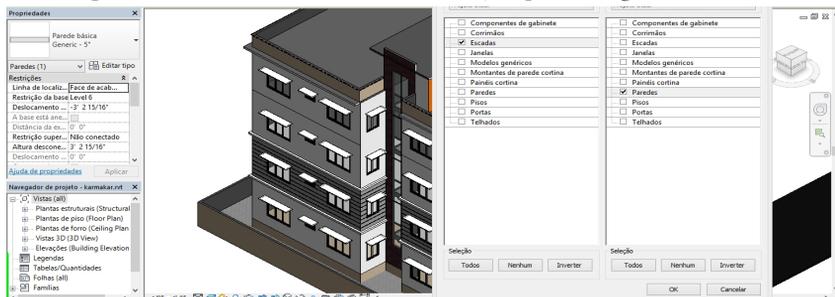
Figura 09 – Ferramenta de verificação de interferência no Revit



Fonte: O autor

Na figura 10 é mostrado uma lista de categorias a serem conflitadas.

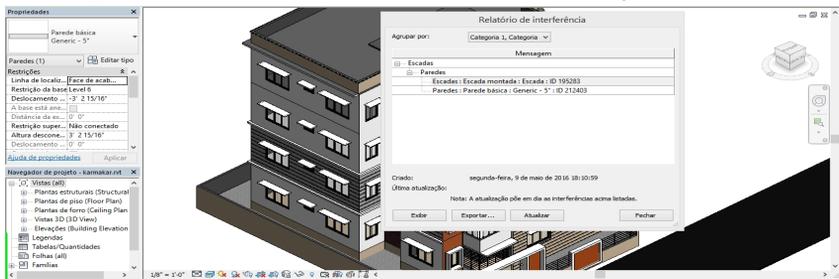
Figura 10 – Ferramenta de verificação por categoria no Revit



Fonte: O autor

Após escolher as categorias, o programa informa as interferências que há no projeto nas áreas informadas em forma de relatório.

Figura 11 – Ferramenta de verificação por categoria no Revit

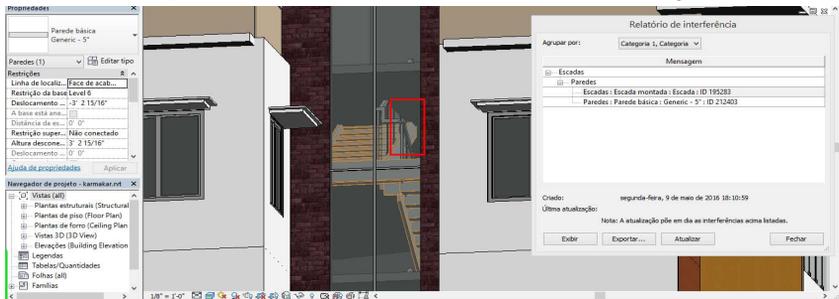


Fonte: O autor

Ao clicar no item do relatório, o programa automaticamente direciona para a interferência no projeto, deixando a área em destaque.

No nosso exemplo houve uma interferência entre a escada e a laje como mostra a figura 12.

Figura 12 – Interferência entre a escada e a laje.



Fonte: O autor

Essa ferramenta no Revit não recomendada para grandes obras, programas como Solibri da Nemetschek são os mais indicados. A fabricante do programa afirma que falhas em potencial são encontradas antes que um único tijolo seja colocado.

O CAD traz uma vantagem grande e relevante em relação ao BIM, já que ele é mais usado no mercado e sua implantação tem menor custo.

As empresas que já adotaram o Revit, fizeram isso há pouco tempo com isso ainda não conseguiram explorar toda a potencialidade da plataforma. A maioria das empresas que adotaram o método BIM ainda estão em fase de testes, sendo assim não é usado em todos os

projetos relevante em relação à tecnologia BIM, que é o fato de ser o mais usado no mercado e possuir um custo de implantação menor. No caso do CAD, as empresas que já o adotaram o fizeram há muito tempo e a maioria usa em todos os projetos. Grande parte dessas empresas adquire o Revit para fins de teste ou de diversificar a produção para ganhar credibilidade no mercado, mas não deixa de usar o AutoCAD. Possivelmente, devido ao maior uso do AutoCAD, atualmente é mais fácil encontrar profissionais que dominam esse software e mais cursos que ensinam as técnicas de projetar por meio dele. A escassez dos que dominam a tecnologia BIM gera, então, a necessidade de maior tempo e investimento por parte das empresas na implantação dessa tecnologia, o que aumenta a dificuldade de disseminação. Devido a isso, o AutoCAD ainda domina no mercado de projetos, mas o conceito BIM tende a adquirir maior espaço com o aumento da competitividade desse mercado, que necessitará de maior especialização por parte de empresas e projetistas, baseado numa experiência de visitas a escritórios de arquitetura brasileiros, que a falta de um padrão para uso da tecnologia é um obstáculo para sua implantação. Assim, para que essa ocorresse, deveria haver uma compatibilização no mercado como um todo, em todas as fases de projeto, para receber o programa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução da tecnologia na área de projetos vem progredindo muito a cada dia. O surgimento da plataforma BIM representa uma melhoria na compatibilização de projetos e na colaboração de todas as especialidades que compõem o mesmo. Não só para esse fim, mas também na apresentação do produto final ao cliente que ver uma simulação mais próximo da realidade do que vai ser entregue. Muitas vezes o cliente é leigo e não compreende a forma de representação em 2D.

A tecnologia BIM tem a vantagem sobre a tecnologia CAD no aspecto de economia de custo e tempo da construção, pois é possível detectar boa parte dos problemas ainda na fase de projeto, evitando assim, perda de tempo com reparos em obra.

No Brasil, a tecnologia BIM ainda é pouco usada quando comparada ao CAD, estando entre uma das principais dificuldades de sua implantação a resistência das empresas em adotar a tecnologia. Isso acontece, por sua vez, devido à escassez de profissionais qualificados no mercado para manusear os programas. Apesar disso, é fato que o BIM

já representa grande marco na compatibilização de projetos, tendendo a ter o seu uso ampliado ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, Vinícius Martins. **Compatibilização de projetos na construção civil estudo de caso de um edifício residencial multifamiliar**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais 2011. 86p. TCC.

FABRÍCIO, Márcio Minto. O Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia Científica**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1991.

NASCIMENTO, Rafael Lucas do. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES RIO DE JANEIRO
Agosto de 2015

Compatibilização de projetos no AutoCAD < <http://eng-hj.blogspot.com.br/tech.net.br/>>. Acesso em: 09 de maio de 2016.

Compatibilização de projetos no Revit < eng-hj.blogspot.com.br/>. Acesso em: 09 de maio de 2016.

Projeto arquitetônico no AutoCAD < aulascad.blogspot.com>. Acesso em: 09 de maio de 2016.

Projeto hidrossanitário predial no Revit < <http://vimeo.com/>>. Acesso em: 09 de maio de 2016.

Programa Revit na modelagem das paredes < ilovemyarchitect.com>. Acesso em: 09 de maio de 2016.

INCORPORAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION E METODOLOGIA BIM NO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE OBRAS

Marina Coelho Tominaga

Fernando Jorge Cutrim Demétrio

Andréya Ingrid de Holanda Araújo Viana Demétrio

Rodrigo de Azevêdo Neves

RESUMO: Para um pleno aproveitamento dos benefícios do BIM, foi criada uma estrutura conceitual que norteia o desenvolvimento de um projeto e a evolução da quantidade de informações inseridas em elementos virtuais de construção, conceito este chamado de Níveis de Desenvolvimento (ND). Nesse contexto, países como Finlândia, Singapura, Estados Unidos e Brasil, desenvolveram nos últimos anos guias e cadernos com normas e requisitos que incluem esta estrutura. O trabalho se estruturou metodologicamente na definição dos conceitos da metodologia BIM e Lean para realização das análises, a inserção destas metodologias na construção civil e posteriormente foram realizadas comparações entre as exigências e benefícios de cada. Foram expostas as dificuldades encontradas durante o processo de adaptação do modelo, bem como, apresentadas as comparações dos níveis de desenvolvimento.

Palavras-chave: Tecnologia BIM. Construção enxuta. Apresentação de Projetos BIM. Planejamento.

INTRODUÇÃO

BIM (Building Information Modeling) e Lean são temas isoladamente em alta, no campo da construção civil e produção. Porém, é possível notar e analisar sua correlação e importância no desenvolvimento, criação, melhorias em todas as fases de projeto e execução de uma obra. Considerar a aplicação destas metodologias em uma conjuntura econômica de dificuldades é um dos vetores que motiva o mercado e a academia a buscarem novos horizontes de atuação, de maneira mais enxuta, minimizando desperdícios e melhorando seus

produtos finais. Nota-se o início do uso de alguns dos princípios do Lean construction nas obras e a adoção do BIM.

Para Succar (2009),: BIM é um conjunto inter-relacionado de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar a essência de projeto da edificação/construção e dados associados num formato digital, em todo ciclo de vida da edificação”. Ou seja, enquanto em um modo tradicional de construção, só seriam possíveis de se ver incompatibilidades durante a execução, a metodologia BIM permite uma obra mais eficiente e eficaz, onde se executa o que foi planejado, atendendo aos prazos, no menor tempo e gastando o mínimo de recursos possíveis, com qualidade, sendo possível monitorar durante todo o ciclo de vida da construção.

O estudo visa contribuir com os profissionais da construção civil e pesquisadores da área para entendimento do relacionamento entre estas duas importantes ferramentas de gestão de projetos, demonstrando que o BIM pode contribuir diretamente para o alcance de metas Lean e vice-versa.

Diante das mudanças que vivemos diariamente, do crescente aumento de dificuldades e barreiras enfrentadas em todos os setores, a pesquisa visa contribuir de forma simples e direta aos profissionais da construção civil e pesquisadores demonstrando a grande relevância de inter-relacionar e aplicar a metodologia Lean construction e BIM no planejamento e execução de obras. Este trabalho tem como justificativa serem poucos os estudos voltados diretamente sobre a conexão e sinergia da implantação da metodologia BIM e Lean na construção civil.

Os trabalhos reunidos sobre a metodologia BIM, que buscam entender as vantagens na implantação da metodologia, não se debruçam sobre a possibilidade de agregar junto aos princípios do Lean, de forma a constituir um forte instrumento de pesquisa.

A inquietação sobre o tema e escolher discutir sobre ele propicia um novo olhar sobre os estudos realizados e permite abrir horizontes quanto a necessidade e importância de pesquisas e debates mais aprofundados ao tratar-se da implantação de Lean e BIM no planejamento e execução das obra

Provocar discussões sobre as conexões e benefícios da metodologia Lean Construction e metodologia BIM no planejamento e execução de obras.

- Analisar o conceito e metodologia de Lean Construction e BIM
- Discutir as vantagens da implantação da metodologia BIM e Lean Construction no planejamento e execução de obra;
- Contribuir com os profissionais da construção civil e pesquisadores da área para o uso de interligado entre estas duas importantes ferramentas de gestão de projetos.

No primeiro momento, para iniciar a fundamentação teórica do trabalho, os estudos buscarão compor um panorama sobre o conceito das duas ferramentas e metodologia de gestão de projeto estudadas: Lean construction e BIM.

Após a revisão bibliográfica básica e de estudos de caso, o trabalho será voltado para a importância da incorporação das duas metodologias no planejamento e execução de obras. Este trabalho é de natureza descritiva e seu método é caracterizado como de cunho teórico, onde reunirá revisão das literaturas que associam os dois temas que atualmente podem ser agentes de transformação da construção civil.

Tendo assim como resultado do processo de estudo, a verificação de que com a aplicação do Lean Construction e a metodologia BIM em conjunto nas obras civis, é possível alcançar melhores resultados. Alterando assim, métodos tradicionais construtivos, em busca de melhorias contínuas na área.

LEAN CONSTRUCTION

O setor de construção civil, é uma indústria de longos anos. Com o passar dos tempos, várias iniciativas surgiram em busca de soluções e melhorias para a construção.

“A Lean Construction é então a adaptação da Lean Production à indústria da construção, gerada em 1990, tem como marco fundamental a publicação do trabalho Application of the new production philosophy in the construction industry - Koskela (1992). Tendo sido em seguida criado o IGLC.

- International Group for Lean Construction.”
(ARANTES, 2008).

Neste contexto, a Lean Construction surge como uma mudança de abordagem para a área da construção civil, onde os princípios do TPS (Toyota Production System) que foram aplicados em uma indústria automobilística, vistos como uma filosofia, conseguem ser adaptados e implementados noutras indústrias, com diferentes condições e especificidades. Vale ressaltar que: “É necessário, por um lado, ter em mente os objectivos e as técnicas com que se relacionam estes princípios, e, por outro, o tipo de produção que está em causa e quais as transformações que este necessita para que o pensamento Lean resulte.” (ARANTES, 2008)

O Lean Construction, ou Construção Enxuta, é considerado um método de gestão da produção na construção civil que possibilita benefícios significativos em termos de melhorias de eficiência e eficácia na produção. Para SACKS, 2010, com a aplicação do Lean na construção, é visível um ciclo virtuoso de melhoria contínua, podendo-se resumir seus principais princípios em: reduzir a variabilidade; reduzir tempos de ciclo; reduzir o tamanho dos lotes; aumentar a flexibilidade; padronizar, dentre outros. A construção enxuta tem foco na racionalização do processamento e organização do trabalho, o que conduz naturalmente à uma redução do consumo dos recursos e seu consequente descarte (VASCONCELOS et al., 2015).

BIM (Building Information Modeling)

Para compreender o que é BIM, apresentam-se inicialmente as definições dos principais autores desta temática. Segundo Eastman (2008), é um dos processos mais promissores desenvolvidos na indústria relacionada à AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção Civil). Com esta tecnologia se cria um modelo virtual preciso de uma edificação, construído de maneira digital. Após completo, o modelo contém a geometria exata e os dados relevantes para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para realização da construção. Para Scheer no livro Entendo o BIM (p.7, 2015):

Modelagem da Informação da Construção ou BIM deve ser entendida como um novo paradigma de desenvolvimento de empreendimentos de construção envolvendo todas as etapas do seu ciclo de vida, desde os momentos iniciais de definição e concepção passando pelo detalhamento e planejamento, orçamentação,

construção até o uso com a manutenção e mesmo as reformas ou demolição.

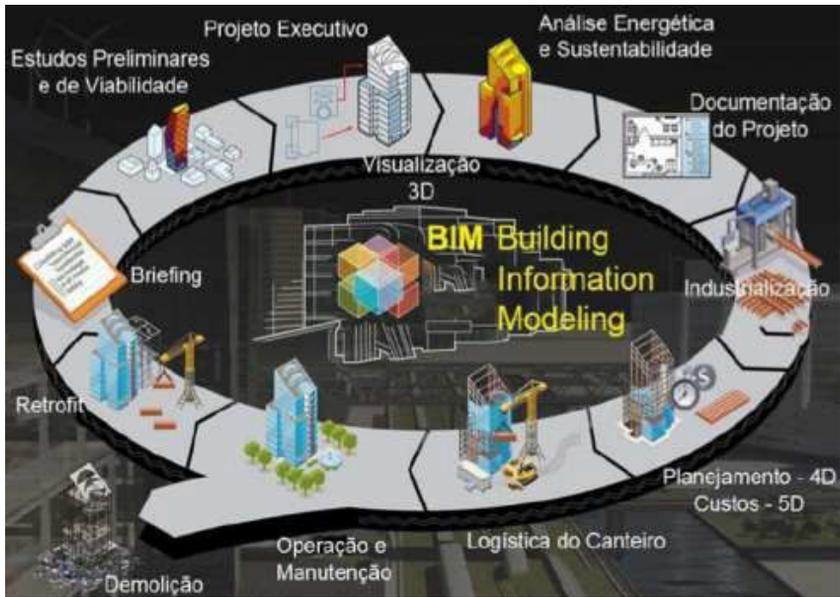
Já Manzione (2013 apud UNDERWOOD E ISIKDAG 2010, p.36) apresenta como sua definição, um conjunto de modelos compartilhados, digitais, tridimensionais e semanticamente ricos. Estes conceitos, abordagens e metodologias hoje identificadas como BIM não são novos, já têm cerca de trinta anos e foram iniciados com um protótipo de trabalho chamado “Building Description System”.

O primeiro uso do termo Building Modeling apareceu em um artigo de Robert Aish, funcionário da fabricante de softwares RUCAPS. Nesse artigo, o mesmo dita todos os argumentos para o que é chamado de BIM atualmente, incluindo a tecnologia para implementá-lo, modelagem 3D, extração de desenhos automáticos, componentes paramétricos, banco de dados relacionais, faseamento temporal dos processos de construção, e outros (EASTMAN et al., 2008).

A figura 1 mostra todas as fases do ciclo de vida de uma edificação. Eastman e colaboradores (2008) categorizaram os usos e benefícios por fase do ciclo de vida em quatro fases. (MANZIONE, 2013 apud EASTMAN 2008 et al., p.39).

- Fase de concepção: estudos preliminares de conceitos e viabilidade do projeto.
- Fase visual: aprimoramento visual dos estágios mais recentes do projeto, geração automática de desenhos 2D em qualquer estágio, facilidade de colaboração multidisciplinar, extração automática de quantitativos durante o processo do projeto entre outras.
- Fase de execução: sincronização do planejamento da obra com os objetos do modelo, omissões antes da execução da obra ou descoberta de interferências físicas entre elementos do edifício, possibilidade de implementar melhor metodologia da construção enxuta, sincronização das fases de aquisição, projeto e construção.
- Fase de operação: melhor gerenciamento da operação dos sistemas e ativos do edifício.

Figura 01 - O BIM e o ciclo de vida da edificação



Fonte: Autodesk adaptado MANZIONE, 2013.

A metodologia BIM deve ainda apresentar interoperabilidade entre diferentes softwares e permitir a simulação do modelo, o que deve impactar em todas as decisões do edifício em todas as etapas de sua vida (CTE, 2012).

Com a crescente expansão da utilização do BIM em todo o ciclo de vida da edificação, mais informações passaram a ser agregadas aos modelos 3D, onde cada camada de informação passou a ser conhecida por uma dimensão, podendo ser 4D, 5D, 6D, até nD, conforme o contexto de utilização. Gupta (2014) classifica as principais dimensões do BIM em seis, conforme apresentado na figura 2, sendo:

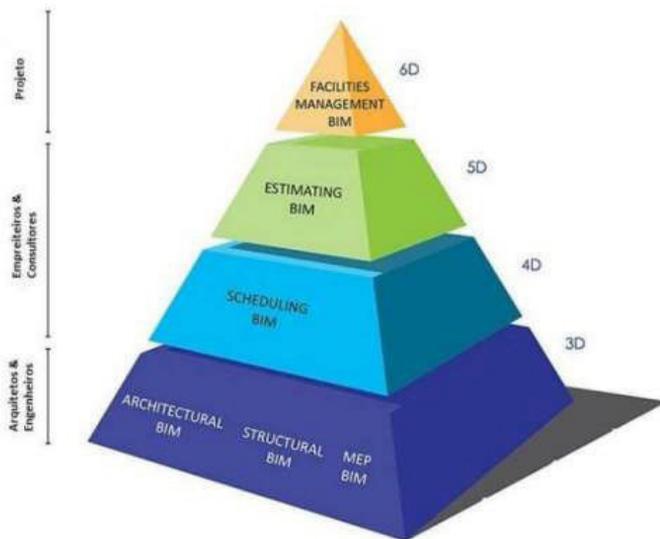
- 2D Gráfico: representação gráfica planejada, plantas do empreendimento;
- 3D Modelo: acrescenta dimensão espacial à representação plana, permite visualizar os objetos em perspectiva. Nessa dimensão é possível que sejam realizadas simulações como de iluminação, carga térmica, eficiência energética, entre outros. Ainda é possível realizar através do modelo detecção

de interferências e conflitos entre as várias disciplinas de um projeto de uma edificação;

- 4D Planejamento: informações referentes ao tempo são adicionadas. Permite definir quando um elemento será comprado, armazenado, preparado, instalado, utilizado, etc. Permite ainda planejar o canteiro de obras quanto à movimentação das equipes de trabalho, equipamentos e outros aspectos relacionados cronologicamente;
- 5D Orçamento: essa dimensão trata de informações de custo de cada etapa da obra, alocação de recursos e o impacto no orçamento;
- 6D Gestão: adiciona a dimensão de pós ocupação ao modelo, o que permite o usuário do empreendimento extrair informações de funcionalidade e características dos elementos para eventuais manutenções.

Para que estas dimensões apresentadas possam ser de fato alcançadas e o BIM possa ser entendido como processo, conceitos como colaboração, parametricidade e interoperabilidade são requisitos (EASTMAN et al., 2008).

Figura 02 - Dimensões BIM.



Fonte: adaptado de GUPTA, 2014.

O desenvolvimento de um empreendimento está intimamente relacionado com o conhecimento dos profissionais envolvidos no projeto. A forma como eles se relacionam, interfere diretamente nas contribuições individuais para o mesmo, sendo assim, profissionais que pouco participam das atividades em equipe, tendem a apresentar soluções menos compatíveis (CAMPESTRINI et al, 2015).

O BIM tem como uma de suas características básicas, permitir, ou até mesmo exigir, colaboração entre diferentes profissionais e suas respectivas disciplinas de projeto. Ele só pode ser considerado funcional como metodologia se houver interoperabilidade entre os sistemas para fluidez de dados e a colaboração entre os envolvidos no projeto, de onde surge e relaciona-se ao BIM o conceito de Integrated Project Delivery (IPD), traduzido de forma livre como Entrega de Projeto Integrada (MANZIONE, 2013)

A Modelagem da Informação da Construção (BIM), consiste em um processo otimizado para planejar, projetar, construir, usar e manter uma edificação durante todo seu ciclo de vida, a partir de um modelo de informação normalizado que contém todas as informações necessárias aos envolvidos (UNITED..., 2008).

Segundo Laufer e Tucker (1987 apud. Biotto, Formoso e Isatto, 2012), o planejamento tem como objetivo responder o que deve ser feito e como deve ser feito, conseguindo assim tornar a execução e o controle das obras mais eficazes, principalmente, se executados ambos em conjunto.

Apesar de ser possível observar a utilização da metodologia BIM sendo desenvolvida no planejamento da construção civil, é notório algumas frustrações quanto ao êxito do resultado desejado. O uso dessa nova tecnologia, possibilita um resultado considerado muito melhor que o processo tradicional, devido ao processo colaborativo.

Para Succar (2009), a modelagem de produto BIM (Building Information Modeling) é um conjunto inter-relacionado de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar a essência de projeto da edificação/construção e dados associados num formato digital, em todo ciclo de vida da edificação. Desta forma há a necessidade de integração de todos os setores e fases: projetistas, gestores, construtores e proprietários.

O BIM fornece uma plataforma poderosa de informações que possibilitam atingir alguns princípios do Lean Construction, são eles:

redução das atividades que não agregam valor, reduzir variabilidade, reduzir desperdícios, focar o controle no processo global, aumentar a transparência do processo, melhorias contínuas, entre outros. É possível encontrar várias atividades e produtos BIM que estão diretamente relacionados ao Lean.

“A união das técnicas ocorre eficientemente porque a metodologia LC está baseada na utilização eficiente do material, na redução da quantidade de resíduos gerados pelas etapas da construção e na agregação de valor para o empreendedor. Já a técnica de BIM por tratar o conjunto de ferramentas, processos e tecnologias gera uma projeção facilita através da documentação digital, cujo resultado é uma modelagem das informações obtidas (EASTMAN et al., 2011). Isto é, redução das atividades que não agregam valor, tanto no planejamento do projeto como na execução”. (OLIVEIRA,2017)

Nesse contexto, o crescimento e importância de ambos vem aumentando ao longo dos anos, não só no meio acadêmico, mas também na prática. Onde os profissionais conseguem alcançar melhores resultados, associando as duas práticas.

CAD – Computer Aided Design

Um dos maiores problemas de projetos feitos no papel é o tempo necessário para gerar informações críticas como, por exemplo, detalhes estruturais, estimativas de custo e avaliar a proposta do projeto. Estes itens são avaliados quando o desenvolvimento do projeto já está em fases muito avançadas, quando normalmente tem-se maiores dificuldades de realizar modificações realmente significativas (EASTMAN et al., 2008).

O Computed Aided Design em duas dimensões (CAD 2D) tem sido utilizado na maior parte do mundo, no entanto, nos últimos anos é possível notar uma mudança na área da construção civil. Esta tecnologia é a segunda geração na representação técnica de um projeto a ser construído. Sua maior evolução em relação a primeira geração, desenhos em papel, é apenas gráfica, onde o computador auxilia o usuário na confecção do desenho, conseguindo maior agilidade na criação, edição e formatação, reduzindo possíveis imprevistos como

atrasos, custos e litígios judiciais entre vários participantes de um empreendimento, devido aos erros e omissões nos documentos realizados em papel (EASTMAN et al., 2008).

Sistemas CAD são baseados em vetores que contêm informações para definição dos desenhos, como tipos de linha e identificação da camada e que através deles se formavam as imagens em 2D (EASTMAN et al., 2008). No CAD 2D, por exemplo, duas linhas paralelas podem ser a representação gráfica de uma parede, isso somente se dá pela interpretação do usuário, pois essas linhas não carregam informações que permitam a identificação mais objetiva do elemento (MASOTTI, 2014).

Esta forma de concepção de projeto torna a indústria da construção civil atrasada em relação ao uso de novas tecnologias da informação e comunicação. Ao

analisarmos a situação atual do Brasil e do mundo, a escassez de financiamento, a necessidade de melhora na competitividade e produtividade, a alternativa para construção civil é a migração desta forma tradicional de elaboração de projetos, para o uso do BIM, possibilitando um melhor resultado, devido a integração de todas as equipes responsáveis: concepção, projeto, gestão, comunicação, execução e operação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do estudo da Construção enxuta, ou Lean Construction, é notório que seu desenvolvimento e execução ocorreu de maneira independente da metodologia BIM. No entanto, ao abordar as duas metodologias é possível perceber que há uma conexão e interação entre elas. Onde o desenvolvimento e melhorias em cada uma das metodologias conseguem agregar valor no planejamento e execução de obras. O BIM se torna cada dia, um braço essencial para o processo de Lean ocorrer, contribuindo direta e indiretamente. Ao passo que os processos enxutos facilitam a adoção e uso do BIM.

Reconhecida internacionalmente por Level of Development (LOD) os níveis de desenvolvimento fornecem uma estrutura conceitual para nortear coordenadamente o processo de desenvolvimento do projeto e a evolução de seu detalhamento de informações. Cada etapa do projeto é definida sucintamente, permitindo que diferentes membros da

equipe de trabalho entendam o nível de desenvolvimento que precisam trabalhar e a hierarquia de decisões (MANZIONE, 2013). Para Ferreira (2015) é usual confundir-se nível de desenvolvimento com nível de detalhe, porém há diferenças que não podem ser ignoradas, pois são conceitos importantes da metodologia BIM..

Segundo a AIA Document E202, no ND-100 o elemento pode ser representado de forma genérica com um símbolo, as informações do modelo podem ser oriundas de outros elementos que constem no mesmo modelo. No ND-200 o modelo passa a ser ligeiramente mais desenvolvido, sendo representado graficamente como um sistema genérico, objeto ou conjunto. Para esse nível de desenvolvimento, especificações de quantidades, tamanho, forma, orientação e localização não são aprofundadas. Para o ND-300 elementos são representados como objetos, sistemas específicos ou conjunto no que diz respeito a quantidades, tamanho, forma, localização e orientação. ND-350 é representado da mesma forma que o nível anterior, porém acrescida a interface com outros sistemas do modelo. No ND-400, o elemento é representado graficamente da mesma forma que o nível anterior, acrescido de detalhes de fabricação, montagem, instalação e informação.

CONCLUSÃO

O trabalho apresentou uma revisão bibliográfica sobre os conceitos, princípios e metodologias BIM (Building Information Modeling) e Lean construction, visando discutir a sua importância na aplicação de forma conjunta na construção civil.

Uma das principais vantagens observadas durante o estudo e contextualização das metodologias Lean e BIM no processo de planejamento e execução de obras, estão associadas à economia: redução de desperdícios, obtendo a qualidade certa na primeira vez, devido ao produto ser melhor projetado e reduzindo a necessidade de mudanças por incompatibilidade durante as fases posteriores do projeto. Além de um fluxo aprimorado que resulta na redução do tempo total de construção.

Vale ressaltar que o investimento da indústria da construção civil nessas metodologias, é de fundamental importância para o seu crescimento, pois apresenta um aspecto fundamental, que é a otimização dos procedimentos e integração dos projetos e participantes.

Na implantação de um projeto com Lean e BIM é importante encontrar um equilíbrio entre o processo, as pessoas e as questões

tecnológicas. Ter sucesso na implementação dessas metodologia, significa experimentar o novo e melhorar suas práticas. Apesar da construção civil ser considerada conservadora quanto à inovação, ferramentas novas, que visam uma construção ainda mais eficiente, fornece uma excelente oportunidade para considerar uma mudança de processo mais profunda. Não mais se desenham elementos como uma parede, porta ou janela. No BIM o projetista define uma família de modelos ou classe de elementos, que é um conjunto de relações e regras que controlam os parâmetros entre os objetos. Modelos paramétricos transformam um simples desenho geométrico em um objeto que carrega informações. Consequentemente, ocasionarão alterações de quantitativos de materiais e os custos envolvidos. Isso permite que as organizações acompanhem de perto as alterações dos projetos, evitando que algum detalhe passe despercebido.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves. **Lean Construction:** filosofia e metodologias. Orientador: Professor Doutor Jorge Manuel Fachana Moreira da Costa. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, 2008. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/60079>. Acesso em: 26/01/2021

Biotto, C. N.; Formoso, C. T.; Isatto, E. L. **O uso da modelagem BIM 4D no projeto e gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção.** 2012. 10 f. XVI encontro nacional de tecnologia de ambiente construído, Juiz de Fora – MG.

CENTRO DE TECNOLOGIA EM EDIFICAÇÕES (CTE). **Vantagens do BIM no desenvolvimento de projetos e as dificuldades de implantação no Brasil.** 2012. Disponível em . Acesso em: 29/06/2021

CAMPESTRINI, T. F. et al. **Entendendo BIM: uma visão do projeto de construção sob o foco da informação.** Curitiba: SINDUSCON, 2015.

EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2008.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

MASOTTI, L.F.C. **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil**. Trabalho de conclusão de curso da Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

OLIVEIRA, Marcos Lucas De. ANALISE DA EFETIVIDADE DOS BENEFÍCIOS DO SISTEMA BIM E DOS PRINCÍPIOS INTRÍNSECOS A CONSTRUÇÃO ENXUTA. **FÓRUM INTERNACIONAL ECOINNOVAR: Inovação e Sustentabilidade**, Santa Maria/RS, 2007 Disponível <http://ecoinovar.com.br/cd2017/arquivos/artigos/ECO1565.pdf>. Acesso em: 27/01/2021

SACKS, R.; KOSKELA, L.; DAVE, B. A.; OWEN, R. Interaction of lean and building information modeling in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 9, p. 968–981, 2010.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

UNITED STATES NATIONAL BUILDING INFORMATION MODELING STANDARD, Overview, **Principles, and Methodologies**: version 1, part 1. National Institute of Building Sciences, 2008.

VASCONCELOS, I. A. de; CÂNDIDO, L. F.; HEINECK, L. F. M.; BARROS NETO, J. de P. Guidelines for Practice and Evaluation of Sustainable Construction Sites: a Lean, Green and Wellbeing Integrated Approach. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 23. 2015, Perth, Australia. **Anais...** Perth: 2015. p.p. 773–782.

A IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) NO SETOR PÚBLICO MARANHENSE: DESAFIOS E INOVAÇÃO NO IFMA – INSTITUTO FEDERAL DO MARANHÃO

Thaís Pâmela Picanço de Alencar

Eduardo Aguiar

Jorge Creso Cutrim Demetrio

RESUMO: A arquitetura, engenharia e construção civil mundial sofreram modificações consideráveis ao longo dos últimos 50 anos. A revolução tecnológica alinhou-se às atividades que envolvem todas as etapas construtivas de uma obra e foram desenvolvidas diversas metodologias de trabalho, incluindo o BIM que visa integrar todos os envolvidos no processo construtivo, desde o topógrafo que faz o levantamento do terreno à equipe de manutenção predial. Desse modo, as etapas construtivas são inseridas em um ciclo e um fluxo de trabalho integrado onde todos os profissionais envolvidos trabalham juntos visando a melhoria e eficiência do objeto construído.

Em 2018, o Brasil realizou a publicação de decretos que visam estabelecer normas e diretrizes a serem seguidas na esfera pública, tendo em vista que tais mudanças seguem uma tendência mundial. Eventualmente serão encontrados obstáculos culturais e técnicos, o que gera uma dificuldade no processo de implantação.

No âmbito público brasileiro, diversas obras sofrem retardo em seu andamento por falta de integração e transparência, com o BIM, o país busca modificar a cultura de obras paralisadas, atrasadas e superfaturadas. O presente trabalho visa retratar o cenário da construção civil, destacando a importância de um *BIM Mandate* em um estudo de caso que será realizado afim de verificar como será a implantação, com todos os seus benefícios e obstáculos no Instituto Federal do Maranhão – IFMA.

Palavras-chave: BIM, decretos, âmbito público e implantação.

INTRODUÇÃO

A metodologia *Building Information Modeling* (BIM) e todos os seus processos vem sendo difundidos ao longo de vários anos nos segmentos de arquitetura, engenharia e da construção civil (AEC). Para Eastman et. al. (2014), um dos primeiros registros de conceitos sobre BIM surgiu em 1975, onde o próprio autor publicou no *Jornal AIA* as primeiras diretrizes: “definir elementos de forma interativa... deriva(ndo) seções, planos isométricos ou perspectivas de uma mesma descrição de elementos... Qualquer mudança no arranjo teria que ser feita apenas uma vez para todos os desenhos futuros.”

Eastman e sua equipe desejavam provar que uma obra poderia ser descrita e replicada em computador, melhorando os desenhos e consequentemente a elaboração dos projetos, construções e operações, criando um tipo de banco de dados oriundo dessa descrição detalhada. Desse modo, criaram o conceito Building Description System (BDS) e a partir disso aliado a seus outros diversos trabalhos no âmbito acadêmico e empresarial, tornou-se o “pai do BIM”, segundo Farias e Cruz (2020).

Ainda de acordo com o autor citado, o BIM possibilita e preza que os trabalhos sejam realizados de modo unificado e integrado. Onde todos possam ter acesso às informações adicionadas ao modelo, permitindo melhor visualização e resolução imediata de incompatibilidades. Mas também exige um investimento em equipamentos, softwares, treinamentos para que seja utilizado com sua total capacidade de trabalho.

Em alguns países do mundo, o BIM já é uma realidade difundida e para Miranda e Salvi (2019) a sua implantação varia conforme as necessidades específicas de cada país, principalmente o tamanho e natureza do seu sistema econômico.

Nas palavras de Bessoni (2019), países como Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Finlândia, Noruega e Estados Unidos, já é exigido que os projetos custeados pelo governo sejam entregues em BIM.

No Brasil, a realidade do setor construtivo é diferente já que culturalmente os projetos, planejamentos e cronogramas não são tratados como investimentos e sim como custos. Há uma celeridade em iniciar a obra e em boa parte destas, busca-se terminar os projetos o quanto antes para iniciar a etapa construtiva.

Um dos maiores problemas de implantação é justamente convencer a população de modo geral que uma obra bem projetada

e planejada, não afetará no custo e tempo do processo construtivo tendo em vista que a metodologia evita retrabalhos, desperdícios, incompatibilidades projetuais, aditivos de serviços e prazos etc.

A partir de 2018, o Brasil deu início à implantação da metodologia BIM através de decretos federais, onde em resumo visam adotar medidas e regras de implantação em todas as obras federais a partir de 2021.

O meio de contratação para projeto e execução de obras públicas no Brasil, geralmente se dar através de licitações que seguem as diretrizes da lei 4253/2020 que substituiu a lei 8666/1993, mais conhecida como lei das licitações.

De acordo com Bessoni (2019), os processos licitatórios tendem a adotar o menor preço ofertado, proporcionando falhas entre o projeto e a execução. Principalmente devido ao fato em que são ofertados processos separados, ou seja, quem faz o projeto não é quem executa a obra.

Na contramão do Brasil os países desenvolvidos adotam o conceito de *Integrated Project Delivery* (IPD), que para Neves da Silva (2017) significa a integração das pessoas, empresas, sistemas e setor público, onde todos tem o objetivo comum de otimizar os projetos e os seus resultados.

Segundo CBIC (2016), nos Estados Unidos, o IPD é uma modalidade de contratação pautada na confiança mútua entre todos os envolvidos, gerando assim um meio de trabalho totalmente colaborativo.

Desse modo, formam-se grupos onde todos os participantes se comprometem a cobrar inicialmente somente valores referentes aos seus custos. Após as etapas iniciais, os riscos e o lucro são assumidos e compartilhados de forma igualitária conforme o percentual de participação de cada um na construção, não existe nenhuma função mais importante que as demais e para finalizar o acordo, todos os conflitos são resolvidos internamente sem necessidade de processos jurídicos (CBIC, 2016).

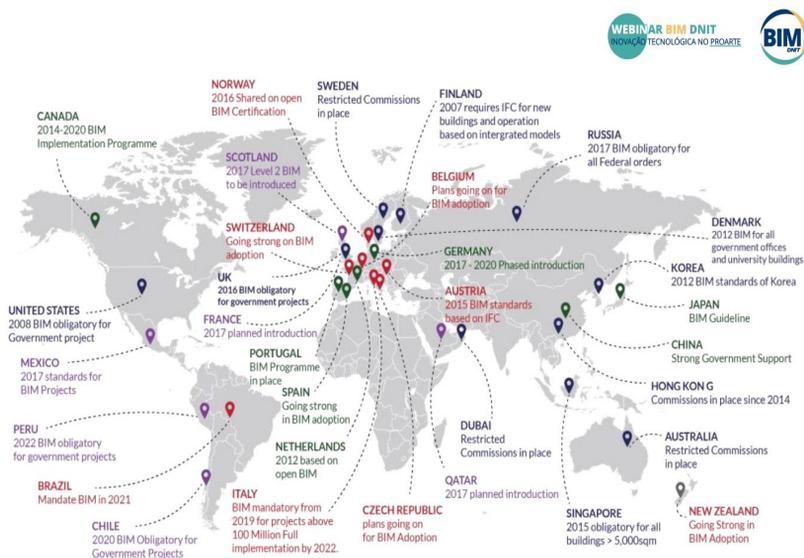
Baseado em todos os aspectos abordados, o presente trabalho tem como objetivo contribuir na implantação de BIM no IFMA, abordando fatores como dificuldades e benefícios que o processo de mudança traz, destacando a importância do BIM Mandate tendo em vista que este definirá o plano de execução, onde são estabelecidas as estratégias de implantação, objetivos, responsabilidades nos processos, aquisição de equipamentos e treinamento das equipes.

Através de uma revisão bibliográfica, elaboração de organograma e *forms* com o chefe de departamento de infraestrutura do IFMA, foi possível propor soluções em como o instituto pode realizar a implantação da metodologia BIM, por meio da elaboração BEP e BIM Mandate.

A IMPLANTAÇÃO DO BIM NO MUNDO E NO BRASIL

A implantação do BIM é uma realidade mundial onde já é exigida em diversos países. Para Gonçalves Jr (2018), a Finlândia foi pioneira na implantação, pois iniciou o uso de BIM em 2001 e entre 2007 e 2014 tornou obrigatório o uso de BIM em todos os projetos, como expõe a figura abaixo.

Figura 01 - Detalhamento da expansão de BIM no mundo (JUSTI, 2021).



Ainda para o autor citado anteriormente, os países como Estados Unidos e Reino Unido, são os mais importantes dentro do cenário de implantação devido ao empenho em difundir a metodologia. O Reino Unido visa reduzir em 20% os custos projetuais em suas obras públicas, além de desacelerar a emissão de carbono conforme estabelecido com a União Europeia.

Para BIMMDA (2021), os Estados Unidos tem o maior mercado BIM do mundo, e tornou de 34,34% em 2014, o que proporciona maior quantidade de usuários e especialistas na metodologia, facilitando a democratização do BIM e de suas diretrizes.

Tomando como exemplo para o Brasil, a União Europeia adotou medidas de tecnologias de informação e comunicação com o intuito de melhorar as suas construções civis por meio da redução das perdas, custo e consumo de energia. Tais medidas, proporcionam a difusão e democratização do BIM de modo rápido, ágil, sustentável e econômico (BESSONI, 2019).

Buscando disseminar e agregar conhecimentos, o Brasil faz parte da *Red de Gobiernos Latinoamericanos*, que conta com a participação de outros países como Argentina, Chile, Colômbia, Costa Rica, México, Peru e Uruguai, onde o aumento da produtividade, o desenvolvimento de programas nacionais, que favoreçam o trabalho colaborativo com BIM e unificação de diretrizes para o intercâmbio comercial e regional de informações são primordiais para o grupo econômico formado por tais países evidenciados na figura a seguir (RED BIM DE GOBIERNOS LATINOAMERICANOS, 2020).

Financiados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento, a adesão dos países ocorre mediante a comprovação de implantação da metodologia em pelo menos uma instituição pública estadual e esta deve manifestar interesse por meio de carta enviada à administração da Rede (RED BIM DE GOBIERNOS LATINOAMERICANOS, 2020).

Para Justi (2021), o início do processo de implantação da metodologia BIM é pautado em medidas prévias como a análise de necessidades, definição um escopo de trabalho e diagnóstico de fragilidades, para somente assim estabelecer estratégias setoriais como ocorreu no Brasil em 2013 com o lançamento do Plano Brasil Maior, com articulação interna entre o exército, DNIT e a INFRAERO.

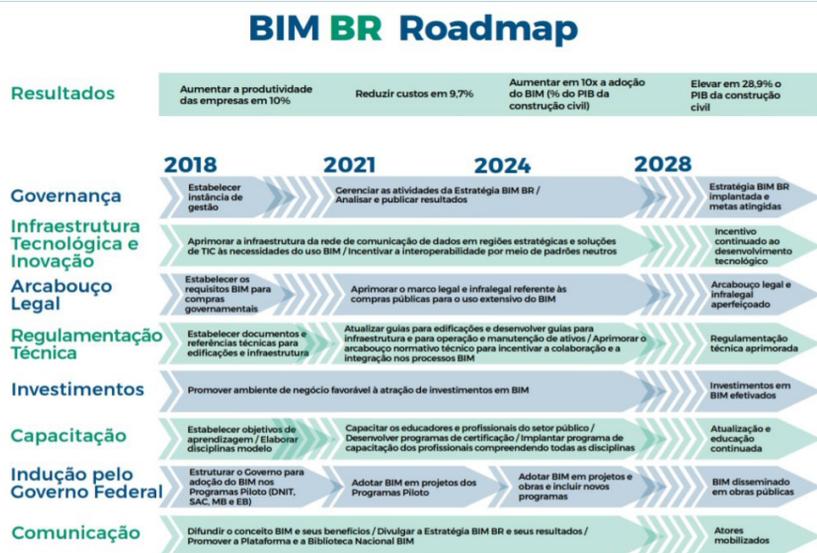
Em 2018, mediante ao Decreto nº 9.377, estabeleceu-se diretrizes, objetivos e um comitê responsável por tal. Os principais objetivos circundavam em difundir a metodologia no país, através do destaque de seus benefícios por meio de investimentos no segmento público e privado, estimulação na capacitação de profissionais e criação de normas, parâmetros e bibliotecas (BRASIL, 2018).

Com as eleições e mudanças dos quadros políticos do país, em 2019 o Decreto anterior foi revogado e instituído outro: Decreto nº

9.983, onde as principais mudanças se deram através da criação de um novo comitê de gestão devido a alteração da constituição dos ministérios (BRASIL, 2019).

Já em 2020, um novo decreto foi instaurado (nº 10.306) com o intuito de determinar que obras públicas federais com execução direta ou indireta, fossem projetadas e executadas em BIM, e para isso foi criada uma cronologia, como mostra a figura a seguir.

Figura 02 - Projeção da implantação de BIM no país (JUSTI, 2021).



Seguindo o parâmetro mundial essa determinação abrange de forma obrigatória algumas esferas no país, como Ministério da Defesa, de Infraestrutura (somente nas atividades referentes a Aviação Civil) e do DNIT (BRASIL, 2020).

As demais esferas públicas federais ficaram designadas a optar ou não pela implantação de BIM em suas obras, mas as que optaram por aderir seguirão as mesmas fases determinadas no decreto: Fase 1 (a partir de janeiro de 2021) – focar nos projetos de arquitetura e engenharia para construções novas ou ampliações de grande relevância, focando nas instalações prediais existentes, obtenção de quantitativos e detecção de possíveis interferências; Fase 2 (a partir de janeiro de 2024) – abordar de modo direto ou indireto nos projetos, inserindo orçamentos,

planejamentos e controles de execução das obras e fase 3 (a partir de janeiro de 2028) – adicionar aos projetos as reformas e a preocupação em gerenciar os empreendimentos mediante manutenções, após a execução (BRASIL, 2020).

Para obter resultados positivos, deve ser levado em consideração a importância das formalidades e normas em todo o processo de implantação. Desse modo, tem-se por *BIM Mandate* como um modelo de protocolo, que contém planejamentos, prazos definidos e integração de informações (JUSTI, 2021).

A fim de disseminar a metodologia no país, o governo brasileiro desenvolveu por meio da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, A Estratégia BIMBR que é considerado o BIM Mandate nacional e tem como principal objetivo “promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país” (ABDI, 2021).

A Estratégia BIMBR busca o incentivar o emprego da metodologia em pelo menos 50% das empresas integrantes do PIB, aumento em 10% na produtividade dos trabalhadores, redução dos custos em 9,7% e aumento do PIB da construção em 28,9% (ABDI, 2021).

O primeiro passo rumo a implantação BIM em obras públicas foi dado por intermédio dos decretos citados anteriormente, mas estes por enquanto só abrangem a esfera pública federal. A nível estadual, tem-se os estados de Santa Catarina e Paraná.

Conforme Sasaki e De Lima (2021), no estado do Paraná em 2012, a Companhia Paranaense de Energia realizou a primeira licitação exigindo soluções em BIM para a contratação de projetos.

Somente em 2014 houve estreitamento nas diretrizes da metodologia em uma parceria firmada com o estado de Santa Catarina, onde foi assinado o Termo de Cooperação Técnica (SASAKI E DE LIMA, 2021).

Para CREA-SC (2020) o estado de Santa Catarina é o pioneiro no país, pois desde 2014 criou um grupo técnico visando ter um manual de BIM para aplicar no estado.

De acordo com o autor anterior, o que proporciona o desenvolvimento de forma crescente em Santa Catarina é a parceria do Governo do Estado (LaBIM-SC) e da UFSC (GeBIM), onde cada entidade criou um grupo responsável pela elaboração de estudos para potencializar os benefícios que o BIM proporciona às obras.

O estado já conta com *cases* de sucesso, como a Escola Básica Municipal Tapera, onde a prefeitura investiu 11 milhões de reais e através do BIM foi possível detectar 286 interferências estruturais ainda na fase de projetos e concluir a obra um ano antes do prazo estipulado (CREA-SC, 2020).

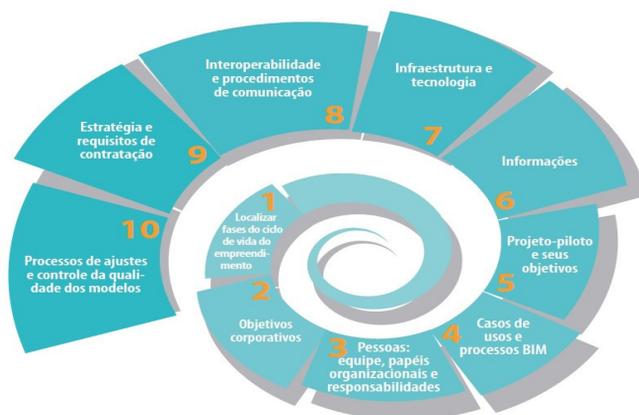
Em nível regional, o estado da Paraíba encontra-se em estágio avançado de implantação com seus primeiros projetos em andamento em BIM, podemos citar: o novo aeroporto de Patos, Centro Integrado de Comando e Controle (CICC) de João Pessoa, Campina Grande e Patos e o Centro de Convenções de Campina Grande, ambos realizados através da Superintendência de obras do plano de desenvolvimento (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 2020).

Seguindo a tendência dos outros estados, o Maranhão inicia suas implantações através de instituições públicas, como exemplo o Instituto Federal do Estado do Maranhão (IFMA), com enfoque na capacitação técnica da equipe e aquisição de equipamentos.

PRINCIPAIS ETAPAS PARA A IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA

Não existe um modelo de implantação padrão que se aplica em todos os casos, em todos os empreendimentos, construções, projetos e afins. Mas, a CBIC (2016) criou um guia de passos essenciais que não podem faltar nos processos de implantação independente do segmento que seja, como exemplifica a figura abaixo:

Figura 03 - Etapas de implantação da metodologia BIM (CBIC, 2016).



No início da implantação é necessário localizar as fases do ciclo de vida do empreendimento, pois é onde acontece a definição dos objetivos gerais de acordo com a atividade principal exercida, ou seja, para um empreiteiro é muito importante a definição de todas as etapas construtivas, mas para um orçamentista é essencial que os quantitativos sejam claros e exatos (CBIC, 2016).

Ainda conforme o autor citado, os objetivos corporativos são tidos como amplos e se relacionam diretamente com a atividade principal desenvolvida. São utilizados fatores de referência quantitativos e qualitativos, portanto é necessário criar índices de antes da implantação para ter um comparativo após as mudanças.

O tópico três é composto por pessoas e responsabilidades. É a parte onde são definidas as equipes conforme suas capacidades e o gestor que irá gerenciar todo o processo de implantação. A função do gerente tem maior enfoque devido ao fato de ser o responsável por administrar as equipes, ter visão geral do processo, buscar qualidade e eficiência nos modelos desenvolvidos e acompanhar o andamento de todo o processo (CBIC, 2016).

A fase a seguir é responsável por unificar os objetivos traçados anteriormente em uma relação de interdependência afim de elaborar os fluxos de trabalho e os custos de implantação, sendo assim nomeada de fase de casos de usos e processos BIM (CBIC, 2016).

Após a definição de objetivos a nível macro e seus fluxos de trabalho, pode-se iniciar a fase de projeto piloto e seus objetivos, dos quais diferem dos anteriores pois tem o intuito de coordenar as ações estratégicas de capacitação da equipe. Por exemplo, se nos objetivos de implantação era essencial reduzir os gastos em 10%, nestes serão traçadas diretrizes que corroborem para este resultado (CBIC, 2016).

Um dos fatores mais relevantes quando se falar em implantar BIM, em qualquer que seja o segmento de trabalho, é a informação. O processo não funciona se não houver um bom compartilhamento das informações, pois elas são responsáveis pelo funcionamento de cada parte do processo de trabalho, logo, devem ser claras, objetivas e documentadas ou mapeadas para que não sejam perdidas (CBIC, 2016).

A infraestrutura e tecnologia são importantes e andam juntas, tendo em vista que a infraestrutura é o local propriamente onde a equipe ficará e onde serão armazenados os equipamentos necessários. A tecnologia se faz presente por meio de softwares e hardwares, onde o primeiro é responsável por atender a necessidade de interoperabilidade

e capacidade de exportar e importar diferentes formatos de arquivos. Os hardwares são designados a garantir a eficiência da troca de informações, caso contrário pode haver queda na produtividade, atrasos nos prazos e elevação dos custos, de acordo com CBIC (2016).

Segundo o autor anterior, na fase de interoperabilidade e procedimentos de comunicação é onde acontece o intercâmbio de comunicações onde são alterados os modelos BIM conforme o avanço dos níveis de detalhamento e amadurecimento do projeto, principalmente nos setores de arquitetura, estrutura e instalações. Porém, o excesso de detalhamento pode ocasionar queda no rendimento da equipe e particularmente dos projetos, que ficam com várias informações desnecessárias prejudicando o ritmo de trabalho.

A nona fase é a de estratégia e requisitos de contratações, onde são definidos o escopo de trabalho, onde são tipificados os documentos e diretrizes que precisarão ser criadas, as modalidades de pagamento e quais os regimes de contratações, devido às inúmeras subcontratações que são feitas ao longo da implantação de qualquer empreendimento (CBIC, 2016).

Finalizando a explanação das principais fases de implantação da metodologia BIM, é necessário criar processos de ajuste e controle de qualidade dos modelos, que deve ocorrer em todas as fases anteriores para não chegar ao final com erros que poderiam ser solucionados na fase em que ocorreu, impossibilitando até a repetição o mesmo.

As principais estratégias de qualidade são: a verificação visual, onde há garantia em que os objetos inseridos estão lá de forma consciente e intencional; a verificação de interferências espaciais e geométricas por meio de *clash detection*; verificação dos padrões já previamente definidos em equipe e a validação de elementos, para que não existam elementos indefinidos e errados dentro do conjunto de dados.

OBRAS PÚBLICAS E SUAS FUNCIONALIDADES

No Brasil, obras públicas são geridas mediante licitações. As leis nº 8.666/93 (lei de licitações), nº 10.520/02 (lei do pregão) e nº 12.462/11 (lei do RDC – regime diferenciado de contratações) até o final de 2020 eram responsáveis por gerir e direcionar como os processos licitatórios deveriam ocorrer e quais parâmetros deveriam ser respeitados, mas foi substituída pela lei nº 4.253/20 que tem o mesmo objetivo das anteriores com algumas modificações, dentre a principal e

voltada para o BIM, tem-se a criação da nova modalidade de licitações, chamada de diálogo competitivo (Brasil, 2020).

A vigência e obrigatoriedade da lei 4.253/20 começará em 2 anos após a sua publicação, coincidindo assim com a maturação de parte das fases estabelecidas no decreto nº 10.306/20.

O diálogo competitivo ocorrerá quando a administração do órgão em questão analisar que esta será a modalidade que melhor se adequará ao objeto a ser construído, reformado ou adquirido. Os licitantes deverão ser previamente selecionados conforme as necessidades e particularidades de cada edital ou do objeto.

Existem algumas exigências para que seja adotada a nova modalidade, em destaque tem-se a condição de inovação tecnológica ou técnica, onde neste aspecto pode-se inserir o BIM e sua metodologia. Além de que também prevê a sua utilização quando for detectado impossibilidade das especificações técnicas tradicionais atenderem de forma precisa.

Paralela às legislações citadas anteriormente, que tendem a ser adequar ao novo mercado, tem-se a problemática cultural brasileira: as obras paralisadas, que geram desperdícios de recursos públicos.

Segundo o TCU (2019), após auditoria de 5 bancos de dados federais (CEF, PAC, MEC, DNIT e FUNASA) mais de um terço das obras auditadas encontram-se paralisadas ou com índices de execução baixos. Isso representa 10 bilhões de reais parados em obras que não geram o retorno socioeconômico esperado.

Ainda conforme o autor citado, as principais causas de tais paralisações são técnicas (na ordem de 47%), abandono das empresas contratadas (23%), motivos diversos (12%) e financeiro/orçamentário (10%), dentre outros. Como o principal motivo levantado é técnico, isso gera diretamente o pensamento em como a metodologia BIM agiria em tais casos, onde todas as divergências técnicas são erradicadas ou minimizadas nas fases de concepção projetual.

Para CGU (2020), o Maranhão é o segundo estado com mais obras paralisadas que recebem algum tipo de repasse federal e como conclusão destaca-se a disparidade em definir as causas dos atrasos e paralisações, pois cada órgão define de forma genérica suas motivações ou não respondeu aos questionamentos da CGU. Mas corroborando com o autor anterior, a CGU fez um levantamento dos principais motivos, e em mais de 900 obras o motivo é problemas técnicos na execução.

ESTUDO DE CASO

Neste capítulo, será evidenciado em como a revisão bibliográfica motivou a iniciação da pesquisa.

Para utilizar todos os ensinamentos que foram repassados na pós graduação, optou-se por fazer um estudo de caso visando abordar a implantação de BIM no setor público no Maranhão.

Para tal, foi escolhido o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) por ser uma instituição que promove a educação em diversas áreas acadêmicas e profissionais do estado.

A inovação tecnológica é algo que faz parte da missão do Instituto, dessa forma estipula-se que migrar para a metodologia BIM será um processo natural dentro do setor de engenharia e acadêmico do Instituto.

O objeto de estudo é voltado para o setor de engenharia, que é responsável pela fiscalização das obras de construção, reformas e manutenção predial em todos os campus do IFMA.

Baseado em todos os autores destacados nos capítulos anteriores, o BIM é uma solução viável a ser implantada em todos os processos de trabalho, sejam eles construtivos ou de manutenção, do IFMA e trará todos os benefícios já mencionados.

A metodologia da pesquisa foi realizada em duas principais etapas: embasamento teórico para realização de revisão bibliográfica e pesquisa por meio de *forms* dentro do Instituto, afim de conhecer a rotina, o dimensionamento da equipe, as principais atividades desenvolvidas e as principais ações quanto a implantação de BIM em seus processos de trabalho e somente ao final foi realizada a elaboração de organograma para implantação do BIM no Instituto.

O intuito desse capítulo é abordar o setor de engenharia para saber como eles pretendem implantar a metodologia nos seus trabalhos e propor soluções para eventuais problemas e dificuldades.

Após entrevista com o chefe do departamento de infraestrutura, Danilo Guia, foi possível entender como funciona o setor de engenharia do instituto, que atualmente conta com uma equipe multidisciplinar com 26 profissionais dentre engenheiros civis, arquitetos, engenheiros eletricitas, engenheiros de segurança do trabalho, técnicos em edificações, técnicos em segurança do trabalho e tecnólogos em construção de edifícios.

Em todos os cenários, a implantação da metodologia BIM tem tido diversos obstáculos em empresas e repartições públicas que estão

aderindo. No IFMA, as maiores dificuldades tem sido a aquisição dos insumos necessários como as ferramentas, por se tratar de algo novo no cenário de compras públicas e, também, a capacitação prévia da equipe.

Uma equipe que já é multidisciplinar e responsável pela elaboração de projetos e orçamentos de todas as obras, reformas ou manutenções realizadas na instituição, exceto em casos de obra de artes especiais ou restauros.

Por ser uma instituição regida pelo MEC, a adesão ao BIM ainda é opcional. Mas, de acordo com o Danilo Guia, “o IFMA resolveu aderir como forma de manter um bom planejamento de suas edificações tendo em vista a quantidade de demandas de elaboração de projetos de engenharia e arquitetura e os ganhos que se teria na implantação prévia.”

Quanto às ações de implantação foi questionado como tinha sido a formação do *BIM Mandate*, com todo o escopo dos processos de trabalhos e prazos, e se houve contratação de consultoria para auxiliar em tais mudanças. Em resposta, o chefe do departamento de infraestrutura explicou que não houve consultoria e que o IFMA iniciou o processo de mudança através de soluções tecnológicas para adquirir equipamentos eficientes e softwares que desenvolvam projetos em BIM.

Baseado nos estudos anteriores pode-se notar que a prática de iniciar a implantação por meio da tecnologia é um erro, pois desse modo não se faz uso da metodologia e sim da ferramenta.

Portando, pautado nas palavras de CBIC (2016), recomenda-se que sejam seguidos os passos descritos no capítulo 3, onde deve ser definido os objetivos de acordo com a atividade principal desenvolvida no Instituto.

Após essa definição, devem criar parâmetros de referência para ter um comparativo de como funciona atualmente e como espera que esteja daqui um tempo também determinado dentro dos prazos que devem ser cumpridos em cada etapa da mudança.

A equipe já é composta por diversos profissionais técnicos, logo se faz necessário somente a definição das responsabilidades, a eleição de um gerente para arcar com todas as situações existentes no processo, efetuar treinamentos para que todos estejam em sintonia quanto as etapas do processo e as ferramentas utilizadas no desenvolvimento do mesmo e criar a interdependência dos fluxos de trabalho.

Quando obtiverem toda essa organização, deve ser criado o projeto piloto, que no caso do IFMA tem que ser um *BIM Mandate*,

tendo em vista que mesmo contendo atualmente 13 obras em andamento e vários contratos de manutenção, são trabalhos que basicamente se repetem.

Tabela 01 - Adaptação da tabela de processos da gestão de projetos (CBIC, 2016).

ESQUEMA BÁSICO DE IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM						
FASES →	Início	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento	
Disciplina ↓						
Integração	Termo de abertura do projeto	Plano de gerenciamento do projeto	Gerenciamento da execução do projeto*	Monitoramento e controle dos trabalhos e controle integrado das mudanças, visando a interoperabilidade	Fim do projeto ou da sua fase	FASE 2
Espaço		Lista de requisitos do projeto, onde são definidos o escopo e a EAP		Verificação e controle do escopo		FASE 3
Tempo		Definição das atividades, onde são estimados os custos, duração das atividades e elaboração de cronograma		Controle do andamento do cronograma		FASE 5
Custo		Estimativa de custo e aprovação de orçamento necessário		Controle dos custos		FASE 7
Qualidade		Definição dos níveis de qualidade que serão adotados no projeto	Verificação e garantia da qualidade	Controle da qualidade		FASE 8
Pessoas		Plano de RH	Desenvolvimento e gerenciamento da equipe de projeto			FASE 10
Comunicação	Identificar partes interessadas	Planejamento das comunicações, ou seja, definir como será a comunicação entre todos os envolvidos	Distribuição das informações e gerenciamento de expectativas	Relatório de desempenho		ENCERRAMENTO DO PROCESSO
Risco		Planejamento do gerenciamento de riscos, identificando-os através de métodos qualitativos e quantitativos, para assim gerar soluções		Monitoramento e controle dos riscos		* O gerenciamento da execução do projeto ocorre do início ao fim, por isso não se encaixa em nenhuma fase específica, mas sim em todas.
Aquisição		Planejamento das aquisições de equipamentos, softwares e hardwares	Realização das aquisições e possíveis contratações	Administração das aquisições e contratações	Encerramento de aquisições e contratos	

Para Justi (2021), trabalhos repetitivos necessitam de um *BIM Mandate* bem elaborado, onde os erros que já existiam devem ser listados e solucionados para que ao longo dos novos empreendimentos não se repitam, o que reduz a necessidade de aditivos, pois conforme exposto pelo chefe do departamento, é algo recorrente e presente nas 13 obras existentes, principalmente pela falta do detalhamento dos projetos executivos e execução dos cronogramas.

Ainda conforme citação anterior, em casos como o do IFMA, em projetos pontuais com fatores específicos, deve ser criado um BEP (BIM EXECUTION PLAN), para implantar diretrizes como listagem de informações, definições projetuais e construtivas, objetivos dos modelos BIM, extensões de compartilhamento dos arquivos, interoperabilidade, comunicação da equipe, fluxo de trabalho, cronograma e principalmente ter o controle de qualidade.

A fim de manter níveis de qualidade altos, o IFMA pretende utilizar arquivos em nuvem para colaboração e compatibilizações. Além disso, a estrutura organizacional do IFMA possui um núcleo de projetos responsável por fazer mais uma camada de validação, conforme exposto pelo chefe do departamento.

O uso da tecnologia é imprescindível em todas as etapas de implantação, destacando-se principalmente na aquisição de equipamentos e ferramentas que sejam capazes de cumprir os trabalhos. No caso do IFMA, dentro do processo de planejamento das aquisições, pode ser inserido junto aos treinamentos da equipe a criação de bibliotecas próprias, famílias e *templates* conforme os seus principais projetos.

Em intuições públicas, as contratações ocorrem por meio de licitações e no IFMA, é mais recorrente a licitação de construções e reformas dos prédios. Desse modo, foi questionado como será a inclusão das licitantes no processo. O chefe de departamento disse que será disponibilizado os arquivos dos modelos para a verificação.

Após todo os processos de definições de objetivos, atividades principais, organização funcional de equipes, planejamento de aquisições, contratações e estimativas de custos, pode-se encerrar o processo de implantação e dar início ao uso da metodologia, priorizando sempre a qualidade das atividades e o modo colaborativo de trabalho.

CONCLUSÃO

A conceituação de BIM é vasta e contém diversas características, porém algo difundido entre os autores é que essa é uma realidade de trabalho, onde todos os segmentos construtivos devem aderir e adaptar-se ao novo modo de desenvolver as funções das disciplinas atuantes na construção civil de modo transparente e eficaz.

Vários países encontram-se habituados ao método colaborativo de trabalho e o Brasil iniciou a disseminação da metodologia por meio de decretos e elaboração da estratégia BIM, que é responsável por ter criado o BIM Mandate brasileiro e propagar a metodologia por meio de workshops e bibliotecas virtuais gratuitas.

No Brasil, o BIM irá revolucionar a economia do país uma vez que a construção civil é um dos setores econômicos com maiores índices de contratações. É necessário investir em tecnologias e capacitação técnica para que a metodologia seja amplamente difundida.

Visando reduzir gastos, aumentar produtividade e dar fim às inúmeras obras paralisadas ou atrasadas por erros projetuais, orçamentários e desvios financeiros ocasionados pela falta de integração e transparência do mercado da construção civil no setor público.

De modo inovador, o Instituto Federal do Maranhão iniciou o processo de implantação BIM, através de sua equipe multidisciplinar. Como resultado do estudo foi indicado que seja realizado um *BIM Mandate* com o objetivo de melhorar o sistema de organização do departamento de infraestrutura. Por meio de tal indicação, foram elencadas fases de implantação como definição dos objetivos principais, delimitação da atividade principal, designação funcional das equipes, planejamento de aquisições, contratações e estimativas de custos, onde foram ilustrados via organograma.

Visando o futuro, o presente trabalho deixa em aberto margens para possíveis pesquisas futuras dentro do IFMA e ainda em outros setores públicos do estado do Maranhão, que ainda não tem grande adesão de entidades públicas.

REFERÊNCIAS

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Building Information Modelling: Modelagem da informação da construção. ABDI, 2021. Disponível em <<https://estrategiabimbr.abdi.com.br/#>>. Acesso em 06 abr. 2021.

BESSONI, Artur. Como se desenvolveu o BIM pelo mundo?. **Bimexperts**, 2019. Disponível em <<https://www.bimexperts.com.br/post/contexto-bim-no-brasil-e-no-mundo>>. Acesso em 07 jan. 2021.

BIM em Santa Catarina: o estado da metodologia. **CREA-SC**, 2020. Disponível em: <<https://portal.crea-sc.org.br/bim-em-santa-catarina-o-estado-da-metodologia/>>. Acesso em 29 jan. 2021.

BIM NO MUNDO. **BIMMDAR**, c2021. Disponível em: <<https://bimmda.com/pt/bim-no-mundo>>. Acesso em 30 jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 9377, de 17 de maio de 2018**. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling.

Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377impresao.htm>. Acesso em: 2 jan. 2021.

BRASIL. Decreto nº 9983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. **Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia BIM BR**, Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm>. Acesso em: 2 jan. 2021.

BRASIL. Decreto nº 10306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling 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 Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **A utilização do Building Information Modelling - BIM ou Modelagem da Informação da Construção na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia**, Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm>. Acesso em: 2 jan. 2021.

BRASIL. PL nº 4253, de 10 de dezembro de 2020. Estabelece normas gerais de licitação e contratação para as administrações públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios; altera as Leis nºs 13.105, de 16 de março de 2015 (Código de Processo Civil), 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e 11.079, de 30 de dezembro de 2004, e o Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940 (Código Penal); e revoga dispositivos da Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, e as Leis nºs 8.666, de 21 de junho de 1993, e 10.520, de 17 de julho de 2002. **A utilização do Building Information Modelling - BIM ou Modelagem da Informação da Construção na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia**, Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/145636>>. Acesso em: 4 jan. 2021.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. **Implementação BIM – Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/Câmara Brasileira da Indústria da Construção**. Brasília. 2016

Controladoria-Geral da União - CGU. Relatório, Exercício 2020, 25/09/2020. Levantamento de obras paralisadas - Dezembro/2019 – Grupo de Trabalho para Governança de Investimentos em Infraestrutura. **Relatório de Avaliação**, Brasília, 2020.

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

FARIAS, Júlio César. CRUZ, Lorrynny. Quem foi Chuck M. Eastman?. **SPBIM**, 2020. Disponível em: <<https://spbim.com.br/quem-foi-chuck-m-eastman/>>. Acesso em 19 jan. 2021.

GONÇALVES JUNIOR, Francisco. BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia. **AltoQi**, 2018. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/#:~:text=Eastman%20ou%20apenas%20Chuck%20Eastman,de%20uma%20obra%20baseada%20em>>. Acesso em: 27 jan. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA (João Pessoa). SUPLAN-PB. **Ministério da Economia convida Governo da Paraíba para compartilhar método BIM implementado na Suplan**. [S. l.], 8 jul. 2020. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/ministerio-da-economia-convida-governo-da-paraiba-para-compartilhar-metodo-bim-implementado-na-suplan>. Acesso em: 14 jul. 2021.

JUSTI, Alexander. **WEBINAR BIM DNIT: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO PROARTE**. DNIT, 2021.

MIRANDA, Rian das Dores de. SALVI, Levi. **Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 05, Vol. 07, pp. 79-98 maio de 2019.

NEVES DA SILVA, Edson. SINERGIA BIM - Lean Construction: Mudanças e Desafios para a Gestão de Empreendimentos. **Gestão**

e Gerenciamento, [S.l.], v. 1, n. 5, fev. 2019. ISSN 2447-1291. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento/article/view/208>>. Acesso em: 09 jan. 2021.

RED BIM DE GOBIERNOS LATINOAMERICANOS. **Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos**: Grupo conformado por organizaciones públicas de Latinoamérica interesadas en fomentar la implementación de la metodología BIM, tanto en sus respectivos países como en la región.. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.redbimgoblatam.com/inicio>. Acesso em: 16 jun. 2021.

SASAKI, LIDIO AKIO; DE LIMA, LUCIMARA FERREIRA. **Apresentação**. Curitiba, 2021. Disponível em: <http://www.bim.pr.gov.br/Pagina/Apresentacao#>. Acesso em: 6 jul. 2021.

TCU. Tribunal de Contas da União. Auditoria. **INFRAESTRUTURA: AUDITORIA OPERACIONAL SOBRE OBRAS PARALISADAS**, Brasília, 2019. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/auditoria-operacional-sobre-obras-paralisadas.htm>>. Acesso em: 6 jan. 2021.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA ELABORAÇÃO DE UM MANUAL PARA A MARANHÃO PARCERIAS - MAPA

Leonardo Ericeira Carvalho

Érico Peixoto Araújo

Igor Mendes Monteiro

RESUMO: Nos últimos anos o avanço tecnológico tem revolucionado a forma de planejamento de projetos voltados para as áreas da Arquitetura, Engenharia e Construção Civil. Com essas mudanças, surge a necessidade de adequação e qualificação das empresas do setor. O objetivo principal deste estudo é a elaboração de um BIM Mandate que orientará a modelagem dos projetos desenvolvidos pela Maranhão Parcerias, Empresa Pública do Estado do Maranhão. Já os objetivos específicos são caracterizados por conceituar o BIM Mandate; descrever o processo de construção do Manual; e analisar a relevância da implementação do Manual na Empresa. Trata-se de uma revisão bibliográfica sistemática, de caráter descritivo, onde foram utilizados livros, resoluções, manuais técnicos e artigos científicos. Ao concluir este estudo foi possível perceber a relevância da implantação da metodologia BIM, bem como a da criação de procedimentos que permitam a parametrização dos processos de desenvolvimento e compatibilização das informações dos projetos.

Palavras-chave: Tecnologia Bim, Construção Civil, Planejamento de projetos.

INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento de edificações é uma etapa bastante distinta quando comparada aos demais setores produtivos. Dessa forma, torna-se necessário a utilização de mecanismos organizacionais de gerenciamento que permitam atingir os objetivos esperados. De acordo com Farina e Coelho (2015), a coordenação de projetos possui papel fundamental para a evolução das entregas, quando observadas as necessidades dos usuários.

A modelagem de projetos de edificações envolve a coordenação de inúmeros participantes. Para Novaes (2001), esse processo deve ter um acompanhamento periódico da equipe responsável pela liderança do projeto, através de reuniões entre os integrantes, com o objetivo de compatibilizar as distintas disciplinas.

Segundo Fontenele (2002), as decisões tomadas nas fases iniciais de projeto são decisivas para a definição do custo de execução da obra. Desta forma, esta fase permite, por exemplo, a apresentação de propostas de implementação de inovações tecnológicas, responsável por influenciar o custo global do projeto.

A incorporação da metodologia BIM¹ no planejamento e execução de obras é um tema isoladamente em alta no campo da construção civil e produção. Consiste em um processo otimizado para planejar, projetar, construir, usar e manter uma edificação durante todo seu ciclo de vida, a partir de um modelo de informação normalizado que contém todas as informações necessárias aos envolvidos (UNITED, 2008).

Para Succar (2009), a modelagem de produto BIM (Building Information Modeling) é um conjunto inter-relacionado de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar a essência de projeto da edificação/construção e dados associados num formato digital, em todo ciclo de vida da edificação. Desta forma há a necessidade de integração de todos os setores e fases: projetistas, gestores, construtores e proprietários.

Segundo Bernstein et al. (2014), a diminuição de erros, retrabalhos, prazos e custos são benefícios que a utilização da metodologia proporciona aos contratantes. Dessa forma, o setor público, que tem como uma de suas principais atribuições a prestação de serviços à sociedade, pode utilizar-se desses benefícios para a eficientização dos projetos.

Como a metodologia BIM¹ é muito ampla, é necessário que o objetivo de cada projeto fique claro. Por isso, para orientar as equipes responsáveis pela elaboração dos documentos, é importante que as regras e os procedimentos do processo de trabalho colaborativo sejam definidas por documentação oficial. Segundo a Associação Brasileiro dos Escritórios de Arquitetura (2015, p. 2), a chave para o sucesso do processo é o planejamento, expresso por meio do BIM Mandate. O

1 Build Information Modeling.

documento deve conter informações que deixem claro os procedimentos a serem adotados para garantir a interoperabilidade e a compatibilidade entre as equipes e que os dados gerados estejam condizentes com as necessidades do corpo técnico.

O BIM Mandate é responsável por nortear todo o processo de desenvolvimento do projeto, desde a contratação até o planejamento da construção e inclui especificações e diretrizes relativas aos critérios de utilização e aplicação. O Manual orientará os profissionais da Empresa quanto aos procedimentos e entregas dos projetos modelados com a metodologia e servirá como base para a elaboração do Plano de Execução BIM (BEP). Desta forma, o produto final desta pesquisa é a confecção de um Manual BIM.

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Com a necessidade de novas ferramentas de compatibilização de projetos, a criação da tecnologia BIM pode ser considerada de suma importância para um grande avanço na resolução de diversos problemas na construção civil.

Para compreender em que consiste o BIM, é preciso visitar as definições dos principais autores desta temática. Segundo Eastman (2008), trata-se de um dos processos mais promissores desenvolvidos na indústria relacionada à AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção Civil). Com esta tecnologia se cria um modelo virtual preciso de uma edificação, construído de maneira digital. Após completo, o modelo contém a geometria exata e os dados relevantes para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para realização da construção. Para Scheer, em sua obra *Entendo o BIM* (2015, p. 7):

“Modelagem da Informação da Construção ou BIM deve ser entendida como um novo paradigma de desenvolvimento de empreendimentos de construção envolvendo todas as etapas do seu ciclo de vida, desde os momentos iniciais de definição e concepção passando pelo detalhamento e planejamento, orçamentação, construção até o uso com a manutenção e mesmo as reformas ou demolição.”

Por sua vez, Freitas (2014) revela que a principal característica do BIM é a interação, análise tridimensional e organização dos projetos, tendo como resultado modelos com imagens gráficas tridimensionais em tempo real, onde cada linha e cada objeto apresenta dados físicos reais.

Já Campestrini (2015) afirma que sem as ferramentas BIM na fase de orçamentação da obra, os profissionais só conseguem dar continuidade ao orçamento quando fornecidas as informações dos materiais e quantitativos. Se a metodologia estiver sendo aplicada, e ferramentas como o Revit sendo utilizadas, automaticamente o orçamentista terá acesso ao quantitativo preciso.

A infraestrutura de operação de um projeto BIM deve ser atendida tanto na esfera tecnológica, em relação aos hardwares mínimos, programas necessários, conexão à internet, segurança de dados e armazenamento dos arquivos, quanto na esfera de formação, treinamento e aculturação dos usuários. Dependendo do ponto de implementação a organização deve propor planos de transição, substituição de processos e treinamentos adequado a equipe, de acordo com as suas respectivas funções e participação no projeto, bem como a criação de fluxogramas, cronogramas, metodologias, definindo funções e melhorando a comunicação entre os envolvidos (ABDI, 2017).

Dimensões BIM

A tecnologia 2D é atualmente bastante utilizada nos projetos de AEC. Os softwares de Computer-Aided Design (CAD) ou Desenho Assistido por Computador (DAC) tem um grande espaço no mercado. O CAD se diferencia do BIM quanto às dimensões de informações que os mesmos possuem, o primeiro se delimita na representação gráfica de elementos. Por sua vez, o BIM procura associar esses elementos gráficos a dados técnicos, parametrizando os objetos.

Os softwares BIM trazem novos recursos, sendo considerados multidimensionais. Segundo Campestrine et al. (2015, p.31), quanto mais dimensões tiver o modelo, maiores serão os tipos de informações possíveis de serem modeladas a partir deles, tornando as tomadas de decisão mais complexas e acertadas. As dimensões da metodologia BIM segmentam-se em: (i) *BIM 3D*, que trabalha com a caracterização dos materiais em três dimensões e dos elementos necessários para o posicionamento espacial na edificação; (ii) *BIM 4D*, em que é gerada

uma correlação entre os elementos gráficos representados no modelo da edificação a cronogramas de obra; (iii) *BIM 5D*, que permite a retirada de diversas informações acerca do custo das atividades da obra, por meio do controle dos dados referentes ao custo dos serviços como materiais, mão de obra, equipamentos e despesas indiretas; (iv) *BIM 6D*, que trabalha com a extração de custos de operação e manutenção da edificação, por meio da extração de informações referentes ao uso dela; e (v) *BIM 7D*, que permite o acompanhamento e análises da eficiência energética do projeto.

Benefícios do BIM

Segundo McGrawHill Construction (2014) os benefícios desta tecnologia estão ligados a toda a vida útil da edificação e a todos os participantes da mesma, desde os estudos de viabilidade até a demolição. Dentre estes benefícios se destacam: (i) Redução de erros e omissões; (ii) Redução de retrabalhos; (iii) Colaboração dos proprietários; (iv) Redução do custo da edificação; (v) Melhor controle dos custos; (vi) Aprovação mais rápida dos clientes;

(vii) Tempo reduzido de ciclos de fluxo de trabalho; (viii) Melhor segurança; (ix) Aumento dos lucros; (x) Oferecimento de novos serviços; (xi) Novos negócios; e (xii) Imagem organizacional melhorada.

Quanto aos benefícios correspondentes a cada fase do projeto, pode-se considerar que, quanto à fase de pré-construção, o desenvolvimento de um modelo esquemático pode gerar grandes benefícios referentes à análise e simulações, visando a atender os requisitos dos clientes. Já quanto ao projeto em si, o modelo 3D permite a visualização precisa do projeto, em qualquer etapa, possibilitando correções automáticas por meio da parametrização dos objetos e a integração antecipada das diversas disciplinas. A extração automatizada dos quantitativos e das pranchas 2D permite também um melhor controle dos custos da obra e de sua documentação. No que tange a fase de execução, o BIM permite a sincronização dos elementos do projeto ao cronograma da obra, detecção de interferências entre os diversos sistemas da construção e de erros de omissões antes da execução dos serviços, melhor gerenciamento no processo de modificações no projeto, possibilidade de usar o modelo do projeto como base para pré-fabricação, melhor implementação da metodologia de construção

enxuta, sincronização das aquisições de materiais com o projeto e construção. E, por fim, na fase de operação, o modelo garante um melhor gerenciamento, operação e controle das edificações.

ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E MODELO BIM

A administração pública é definida como um conjunto de órgãos do Estado que tem como função exercer, em benefício do bem comum, funções previstas na Constituição (NASCIMENTO,2014).

É papel do estado criar as condições necessárias para garantir os direitos constitucionais do cidadão, promovendo a pessoa humana e o seu desenvolvimento integral, por meio da administração pública, e de uma complexa rede, constituída da organização do governo local, regional e nacional (NASCIMENTO,2014).

A Maranhão Parcerias S/A

A Maranhão Parcerias S/A (MAPA) é sociedade de economia mista vinculada ao Estado do Maranhão, instituída através da Lei Estadual nº 11.000, de 09 de abril de 2019, é responsável por dar suporte técnico na elaboração, modelagem e análise de projetos, editais e contratos de parcerias público-privadas (no sentido amplo), especialmente nos aspectos financeiros, jurídicos e operacionais, além do desenvolvimento de projetos estratégicos para a Administração Pública Estadual, como gerenciamento de estacionamento, soluções em tecnologia da informação e gestão de ativos imobiliários.

A MAPA sucedeu a antiga Empresa Maranhense de Recursos Humanos e Pessoal, EMARPH, que sintetizava antigas estatais e condensava todo o trabalho gerencial destes ativos. Entretanto, com a reforma da empresa e a criação da MAPA, passou-se a ter como objeto social todos os itens já listados. Ademais, considerando a sua natureza empresarial, exige-se da MAPA uma atuação planejada e estruturada para consecução desses objetivos, demonstrando não apenas seu alinhamento aos planos do Governo do Estado do Maranhão, seu acionista majoritário, mas com o apetite empresarial, para gerar lucro e prestar serviços de qualidade à sua clientela.

Um dos papéis mais importantes exercido pela MAPA é a de gestão de Parcerias Público-Privadas, com a análise de viabilidade e modelagem de concessões administrativas e patrocinadas a fim de

prestar serviços estratégicos para o Estado do Maranhão, permitindo investimentos em infraestrutura e soluções inteligentes em serviços públicos. Para tanto, a MAPA interage institucionalmente com o Conselho Estadual Gestor de Parcerias (CGP), que, no contexto do Plano Estadual de Parcerias Público Privadas, define as prioridades quanto à implementação, expansão, melhoria, gestão ou exploração de bens e serviços, atividades, infraestrutura, estabelecimentos ou empreendimentos públicos e autoriza os projetos desenvolvidos pela MAPA.

Considerando os objetivos da empresa delineados e o escopo dos projetos que desenvolve, é inegável que a MAPA tem papel fundamental para a gestão de obras públicas. A obra pública é toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação considerada de bem público. Esta pode ser realizada de forma direta, quando feita pelo próprio órgão ou entidade da Administração (BRASIL, 2016). A MAPA, como entidade da Administração Indireta, enquadra-se na definição supra.

Para a realização de obra pública, como de qualquer ato da Administração Pública, deve atender a requisitos constitucionais e legais estabelecidos pelo ordenamento jurídico nacional. Em termos constitucionais, o art. 37 da Constituição da República Federativa do Brasil estabelece os cinco princípios norteadores da Administração Pública, quais sejam: (i) legalidade, em que todos os atos precisam estar em conformidade à lei, adstritos à ela e dentro do que ela permite; (ii) impessoalidade, ou seja, todos os atos devem se dar em razão da vontade pública, voltado para o interesse público, e não conforme vontades individuais do administrador/gestor público, entendendo que o único beneficiário da prestação do serviço público é o cidadão/jurisdicionado; (iii) moralidade, em que a moral e ética devem compor o norteamento do agir administrativo, pautado na excelência e na correção; (iv) publicidade, em que todos os atos são públicos, a fim de que sejam observados e controlados por todos os cidadãos, para que certifiquem que o agir administrativo esteja unicamente voltado para o interesse público; e (v) eficiência, ou seja, sempre observando a melhor forma de balizar investimentos e resultados, primando pela salvaguarda de recursos e maximização de resultados.

Em observância a esses princípios, fica evidente que as obras públicas precisam ser cuidadosamente pensadas. Ou seja, devem ser precedidas de planejamento que abranja profundamente a viabilidade

do objeto a ser contratado e seu custo-benefício (BRASIL, 2016). No que tange a realização da contratação da obra, o ordenamento jurídico pátrio exige que se proceda com licitação, atualmente regulada pela Lei nº 8.666/1993, mas em transição para o novo modelo licitatório proposto pela Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021.

A licitação é um procedimento administrativo formal, com uma série de requisitos, que possibilita à administração pública contratar terceiros que reúnam condições para fornecer bens, prestar serviços e executar obras (BRASIL, 2016). Portanto, a licitação propriamente dita exige planejamento prévio, com a realização de estudos preliminares de viabilidade. Essa viabilidade diz respeito a critérios econômicos, financeiros, de cronograma e jurídicos, os quais são analisados pelo gestor público que, seguindo critérios de conveniência e oportunidade, decide sobre o prosseguimento ou não da política pública - e, conseqüentemente, com a realização de obras de investimento. Uma vez verificada a viabilidade e confirmado o interesse público, parte-se para a elaboração dos projetos básicos da obra.

Esse projeto básico servirá de guia para os interessados em contratar com a administração pública para a consecução da obra. A prestação do serviço ao Estado fica condicionado ao sucesso no procedimento licitatório, que pode estabelecer nos critérios de julgamento a confirmação do projeto básico idealizado pelo gestor público coordenado com menor custo de obra, melhor valor de outorga, entre outros.

O procedimento licitatório, então, permite a contratação da melhor possível prestadora do serviço adquirido pelo gestor público, que firma contrato administrativo com os termos previstos no procedimento.

Após a contratação, cabe à Administração Pública acompanhar a sua execução, a fim de que o serviço contratado seja prestado conforme desenhado na licitação. Portanto, a fiscalização deve ser exercida por meio de um fiscal habilitado, especialmente designado, buscando garantir a consecução do objeto pretendido nos moldes pactuados (BRASIL, 2016).

Com a execução total da obra, o contrato tem seu termo, mediante a confirmação de entrega do empreendimento mediante o Termo de Recebimento Definitivo. Após, a legislação estabelece o período de garantia de obra de cinco anos, a contar da data do Termo de Recebimento Definitivo, onde a empresa prestadora permanece

vinculada à obra, garantindo a sua manutenção e estado, vencidos qualquer vício ou defeito que porventura possa aparecer (BRASIL, 2016).

BIM Mandate e Obras Públicas

Em maio de 2011, Paul Morrell publicou um relatório que tinha por finalidade reduzir o custo dos projetos de construção do governo do Reino Unido (BRITISH STANDARDS, 2017). Com o sucesso do relatório, o governo britânico resolveu aderir ao modelo, tornando-o obrigatório a todos os projetos governamentais. A partir de 2016, então, o BIM Mandate passou a vigorar como diretriz em nível nacional no Reino Unido.

Com o objetivo de atender ao cumprimento da meta estabelecida, Governo e Indústria passaram a compartilhar Estudos, Guias, Normas e Experiências através de uma plataforma de integração de informações (BRITISH STANDARDS, 2017). O sucesso do compartilhamento de informações e a integralização de todas as matrizes que compõem uma obra permitiram uma melhor gestão e alcance de níveis de eficiência ainda maiores. Desta forma, o sucesso do Mandate britânico favoreceu a internacionalização do modelo, passando a ser reconhecido como iniciativa salutar de comunicação entre público e privado. O BIM Mandate, portanto, tem se consolidado enquanto documento responsável por nortear todo o processo de desenvolvimento do projeto, desde a contratação até o planejamento da construção e inclui especificações e diretrizes relativas aos critérios de utilização e aplicação.

Mesmo com esse reconhecimento enquanto ferramenta de gestão, o BIM ainda não foi popularizado, estando presente apenas em alguns setores. A exemplo do Brasil, apenas mais recentemente, em obras geridas pelo Governo Federal, de grande vulto, que já foram concebidos considerando a ferramenta. Ademais, ainda que os benefícios potenciais da modelagem da construção estejam bem documentados, os procedimentos para sua completa adoção ainda são pouco sistemáticos, ressaltando-se a necessidade de um documento que descreva a implementação do BIM para o projeto específico em todas as suas etapas (SANTOS, GUIMARÃES, RODRIGUES, 2021).

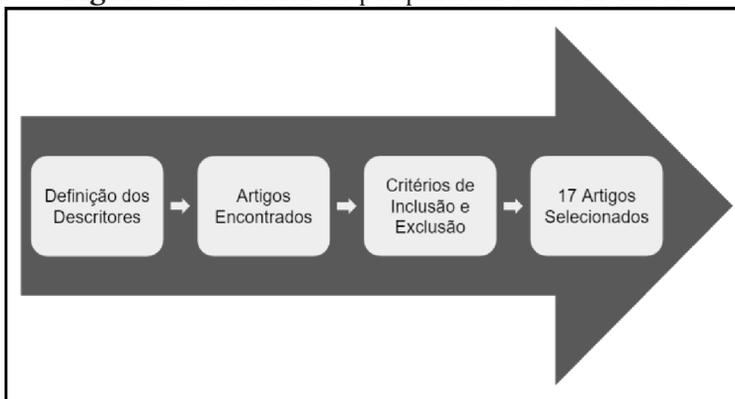
TRAJETÓRIA METODOLÓGICA

De posse dos conceitos apresentados, parte-se para o trabalho desenvolvido. Os conceitos levantados foram colhidos a partir de revisão bibliográfica de caráter descritivo, onde estabeleceu-se como critério de inclusão artigos publicados entre os anos de 2001 e 2021 que tivessem relação com os objetivos da pesquisa. Excluíram-se artigos publicados fora do período proposto e aqueles que não atendessem aos objetivos do trabalho, artigos incompletos e artigos repetidos.

As buscas foram realizadas com os descritores “BIM Mandate”, “BIM” e “projetos BIM”, operacionalizadas em seis etapas: identificação do problema com formulação da questão norteadora, busca na literatura de acordo com os critérios de inclusão e exclusão anteriormente mencionados, coleta dos dados, análise crítica de todos os estudos incluídos na pesquisa e discussão dos resultados encontrados. Essas determinações serviram para a construção do arcabouço teórico a servir de standard de análise da Administração Pública, in casu, a Maranhão Parcerias S/A.

Após o levantamento do material foi realizada a leitura na íntegra e interpretação do material a fim de fundamentar o tema. O presente estudo analisou 17 artigos que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão. A tabela abaixo apresenta o processo de levantamento de dados e os documentos encontrados, quanto ao título, ano de publicação da base de dados e objetivo do estudo. A figura 01 descreve o processo de levantamento e seleção de dados, já a tabela 01 detalha as pesquisas selecionadas.

Figura 01 - Processo de pesquisa nas bases de dados



Fonte: o autor (2021)

Quadro 01 - Levantamento bibliográfico utilizado

Nº	TÍTULO	ANO DE PUBLICAÇÃO	OBJETIVO
01	Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edificações.	2001	Apresentar um conjunto de ações destinadas ao controle e garantia da qualidade dos projetos. Para tanto, apresentam-se as conceituações de projeto, focando-o tanto como produto, quanto como processo.
02	Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção	2002	Descrever e analisar as iniciativas de revisão e melhoria na gestão do processo de projeto, através de estudos de caso em três empresas líderes do mercado de incorporação e construção do estado de São Paulo
03	Entendendo BIM	2015	Dirigir-se ao uso da informação durante processos de desenvolvimento de um empreendimento da construção civil sob o foco do BIM.
04	BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons	2011	Nova abordagem para projeto, construção e gerenciamento de instalações, chamada modelagem de informações de construção (BIM)
05	Guia AsBEA Boas Práticas em BIM	2015	Mostrar que a implantação do BIM requer novos métodos de trabalho, novas posturas de relacionamento entre arquitetos, projetistas, consultores, contratantes e construtores.
06	Impactos na coordenação de projetos assistida pela modelagem da informação da construção	2015	Melhorar a comunicação entre os envolvidos no projeto, a qualidade das informações disponíveis para tomada de decisões, a qualidade dos serviços prestados e reduz tempo e custo
07	Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies	2009	Abordar os problemas relacionados à integração de informação e interoperabilidade ao longo do ciclo de vida de um edifício, desde a viabilidade e projeto conceitual até as fases de demolição e reciclagem.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA ELABORAÇÃO DE UM
MANUAL PARA A MARANHÃO PARCERIAS - MAPA

08	BIM Level 2	2017	fornecer orientação sobre como alcançar os padrões definidos nos Regulamentos de Construção
09	Análise da qualidade do projeto básico na licitação de obras públicas	2018	Contribuir com o processo de contratação de obras públicas por licitação
10	UNITED STATES NATIONAL BUILDING INFORMATION MODELING STANDARD, Overview, Principles, and Methodologies: version 1	2007	Comunicar todos os aspectos do Comitê NBIMS e padrão de planejado, que incluirá princípios, escopo de investigação, organização, operações, metodologias de desenvolvimento e produtos planejados
11	The Business Value of BIM for Construction in Major Global Market: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling	2014	Investigar a construção de BIM em mercados individuais, incluindo América do Norte, Europa e Coreia do Sul, demonstrando tendências globais, por meio de dados de contratantes em 10 países: Austrália, Brasil, Canadá, França, Alemanha, Japão, Nova Zelândia, Coreia do Sul, Reino Unido e EUA
12	Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras	2016	Tornar mais clara a aplicação do BIM e orientar a sua aplicação por construtoras e incorporadoras
13	Diretrizes para elaboração do plano de execução BIM para contratos de projetos de edificações	2018	Propor diretrizes para elaboração de um Plano de Execução BIM para contratos de projetos de edificações
14	A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil	2014	Reflexão sobre as perdas na construção civil e as possíveis reduções de custo, baseada na baixa dos lucros ocasionados pelo desperdício relacionados a perda de materiais, retrabalho e má gestão dos projetos
15	Processos de projeto BIM - Guia 1	2017	Disponibilizar, de forma clara e precisa, informações de boas práticas sobre o processo e a contratação de projetos BIM para profissionais dos setores público ou privado envolvidos no ciclo de vida das edificações

16	Manual de Licitações e Contratos de Obras Públicas	2016	Servir como instrumento de controle e informação adicional para a correta condução dos procedimentos licitatórios e das contratações de obras e serviços de engenharia
17	Acompanhamento da implantação da plataforma BIM na etapa de projeto de um empreendimento: estudo de caso	2021	Analisar, por meio de estudo de caso, a fase de implementação da plataforma BIM, em uma empresa especializada em coordenação de projetos, como ferramenta a munir as interfaces que envolvem essa etapa, na vida de um empreendimento

Fonte: o autor (2021)

O amálgama de conteúdos levantados permitiu que fosse lastreado um Manual BIM para a própria MAPA, com o objetivo de orientar os colaboradores e prestadores de serviços envolvidos nos processos de elaboração de projetos de edificações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Processo de construção do Manual

Proposta de elaboração

A metodologia escolhida para a confecção do Manual, Apêndice A, foi a de criação de um documento em formato de texto, tendo em vista que a maioria dos setores da Empresa possuem recursos de visualização e edição para esses arquivos, possibilitando abrangência ao acesso. Assim, este modelo foi considerado o mais oportuno.

O Manual

Após a realização da análise dos itens mais relevantes para o desenvolvimento de projetos em BIM, tomou-se como referência a experiência do autor somada à revisão bibliográfica.

A construção do manual se baseou na criação de um ambiente para coordenação de projetos em BIM para a Maranhão Parcerias. O Manual também poderá ser conveniente para outras empresas e órgãos públicos que atuam no gerenciamento de projetos em BIM, ou mesmo, para os agentes contratantes.

Estabeleceu-se como objetivo, também, que o Manual observasse o regimento interno da empresa e que fosse um artefato simples e de fácil manuseio.

Espera-se que o documento não seja abordado como uma imposição dos gestores e que auxilie os agentes envolvidos no processo BIM, na organização das informações e, conseqüentemente, na melhoria da qualidade e produtividade dos projetos.

Desta forma, todas as decisões foram pautadas em manuais consolidados, guias e normatizações nacionais, sendo subdividido em seis capítulos principais: Apresentação, Introdução, Conceitos, Requisitos para projetos em BIM, Fases de projetos de edificações e Entregáveis. Os itens serão resumidamente abordados nos subcapítulos seguintes.

Desenvolvimento do Manual

Apresentação

Nesta seção é feita uma apresentação da funcionalidade do Manual quanto aos procedimentos a serem adotados para o desenvolvimento de projetos, pela Maranhão Parcerias, com a Modelagem da Informação da Construção (BIM).

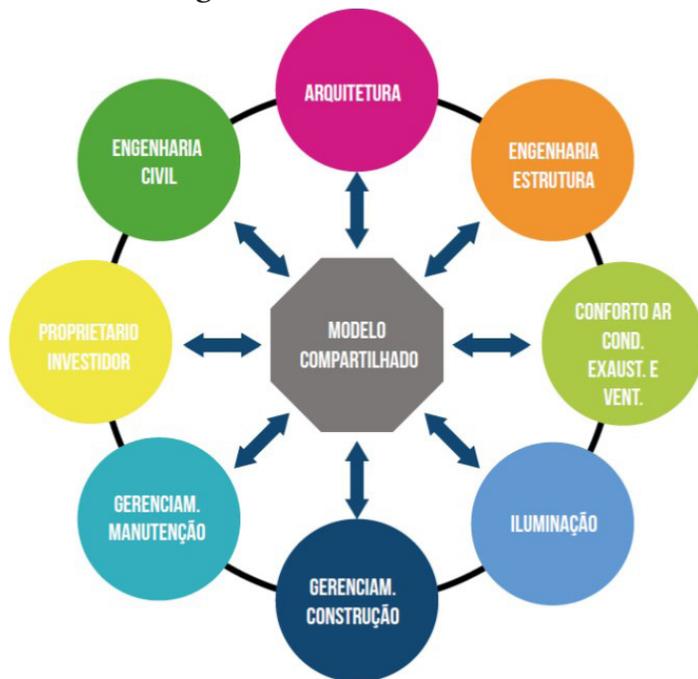
Introdução

Trata-se de um breve relato sobre o tema proposto.

Conceitos

Este item traz os conceitos do Building Information Modeling (BIM), suas dimensões e formatos, sobre o Industry Foundation Classes (IFC), Clash Detection (Detecção de Conflitos), Modelo Federado e Níveis de detalhamento do modelo (LOD).

Figura 2 - Modelo Federado



Fonte: Manual CBIC (2016)

Requisitos para projetos em BIM

Nesta seção são apresentados o Plano de Execução BIM (BEP), documento responsável pela promoção de estratégias e estruturas de trabalho que conduzirão o projeto, bem como o padrão de nomenclaturas, legenda e códigos que servirão para que haja unidade na taxonomia e nomenclatura dos elementos.

Quadro 02 - Padrão de Nomenclatura

SIGLA	IDENTIFICAÇÃO
AAAAA-EST-PB-MOD-FED-R99.rvt	Modelo Federado do Projeto Básico de Estrutura de concreto do empreendimento AAAAA, revisão 99.

Fonte: AsBEA (2002)

Fases de projetos de edificações

Aqui são trazidos os itens que deverão ser observados para a elaboração do fluxo ideal das etapas do projeto. Sejam eles: concepção do produto, definição do produto, identificação e solução de interfaces, projeto de detalhamento de especialidades, pós-entrega da obra e requisitos para modelagem.

Entregáveis

Nesta última fase são apresentadas as entregas esperadas que deverão constar no fluxo de trabalho. Sendo elas: a aprovação do Plano de Execução BIM, aprovação do Estudo Preliminar, aprovação do Anteprojeto, aprovação do Projeto Legal e aprovação do Projeto Executivo.

Relevância da implementação do Manual

Segundo Albuquerque (2018), a legislação de licitações determina que a elaboração dos documentos necessários ao processo licitatório contemple, pelo menos, um projeto básico que preencha requisitos mínimos de qualidade e assim permita retratar com fidelidade o objeto. No entanto, o aumento do preço final de obras públicas e o atraso nas entregas, são problemas frequentemente observados, tendo como um dos principais fatores apontados para a causa destas adversidades a elaboração de projetos de baixa qualidade.

Com o intuito de superar tais problemas e aplicar as melhores práticas de mercado para a elaboração de projetos da Maranhão Parcerias, o Manual se apresenta de grande relevância, proporcionando além dos benefícios já demonstrados pela metodologia BIM, a institucionalização de normas e procedimentos. Sua implementação também permitirá a criação de grupos de estudos, treinamentos e capacitações a fim de qualificar o corpo técnico da Empresa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção do BIM nos projetos têm proporcionado um grande crescimento no setor construtivo. Com o fomento das políticas públicas e pelos benefícios na sua implementação, é visível o avanço na qualidade das informações e a melhoria no ciclo de planejamento e execução de um projeto.

Entretanto, para que a propagação do BIM seja mais efetiva, faz-se necessária a estruturação de mecanismos responsáveis por orientar seu uso, no intuito de estabelecer e melhorar continuamente o desenvolvimento desta ferramenta. Como produto final deste trabalho, apresenta-se um Manual BIM que auxiliará na resolução de tais questões.

Buscou-se registrar todos os passos seguidos para produção do documento, de modo a permitir análises posteriores, possibilitando a adequação de acordo com os objetivos dos profissionais que vierem a usar este documento como referência.

Espera-se como resultado da elaboração desta pesquisa, bem como da aplicação da metodologia aos projetos da empresa: (i) melhorar o planejamento e controle dos projetos; (ii) melhorar a comunicação existentes entre os envolvidos nos processos; (iii) melhorar o detalhamento dos projetos; (iv) otimizar os fluxos de trabalho; e (v) proporcionar ganhos econômicos e de tempo. Permitindo, assim, uma melhor prestação de serviços à população do Maranhão.

REFERÊNCIAS

FARINA, Humberto; COELHO, Karina Matias. Impactos na coordenação de projetos assistida pela modelagem da informação da construção. VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção-Edificações, Infraestrutura e Cidade: Do BIM ao CIM, v. 2, p. 61-74, 2015. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/impactos-na-coordenao-de-projetos-assistida-pela-modelagem-da-informao-da-construo-20516>. Acesso em: 20 de jun de 2021

NOVAES, C. C. Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios. Workshop Brasileiro de Gestão de Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001, São Carlos. Disponível em: <https://docplayer.com.br/13594205-Acoes-para-controle-e-garantia-da-qualidade-de-projetos-na-construcao-de-edificios.html>. Acesso em: 27 de jun de 2021

FONTENELE, E. C. Estudo de caso sobre a gestão do projeto em empresas incorporação e construção. Dissertação (Mestrado).

São Paulo, 2002. Disponível em: <https://docplayer.com.br/1248200-Estudos-de-caso-sobre-a-gestao-do-projeto-em-empresas-de-incorporacao-e-construcao.html>. Acesso em 01 de jul de 2021

SUCCAR, Bilal. Building information modelling maturity matrix. Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies, IGI Global, p. 65-103, 2009.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. Disponível em: http://bim.pu.go.id/assets/files/BIM_Handbook_A_Guide_to_Building_Information_Modeling_for_Owners_Managers_Designers_Engineers_and_Contractors_Second_Edition.pdf. Acesso em: 06 de jul de 2021

Addor, M; et al. Guia Bim AsBEA Fascículos. vol 2. 27p. 2015. Disponível: <http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>. Acesso em: 15 de jun de 2021

BRITISH STANDARDS. BIM Level 2. 2017. Disponível em: <https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/BIM_level_2>. Acesso em: 15 jun 2021.

ALBUQUERQUE, FLFS. Análise da qualidade do projeto básico na licitação de obras públicas. Estação Científica. nº 20. Juiz de Fora. 2018. Disponível em: <https://portal.estacio.br/media/3732331/an%C3%A1lise-da-qualidade-do-projeto-b%C3%A1sico-na-licita%C3%A7%C3%A3o-de-obras-p%C3%BAblicas.pdf>. Acesso em: 07 de jul 2021

UNITED STATES NATIONAL BUILDING INFORMATION MODELING STANDARD, Overview, Principles, and Methodologies: version 1, part 1. National Institute of Building Sciences, 2008. Disponível em: <https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2011/06/nbimsv1_p1.pdf>. Acesso em: 16 de jul de 2021.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (Org.). **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras: Fundamentos BIM**. Brasília: CBIC, 2016a. v. 1. Disponível em: <<http://cbic.org.br/bim/>>. Acesso em: 17 de junho de 2021.

MANENTI, Eloisa Marcon. Diretrizes para elaboração do plano de execução BIM para contratos de projetos de edificações. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/205399>>. Acesso em: 12 de jul de 2021.

NASCIMENTO, José. A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil, 2014. – Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 7ª Edição nº 007 Vol.01/2014 Julho/2014. Disponível em: <<https://www.monografias.com/pt/docs/A-import%C3%A2ncia-da-compatibiliza%C3%A7%C3%A3o-de-projetos-como-F3J3BD8HDLJP>>. Acesso em: 20 de jun. 2021.

CAMPESTRINI, Thiago Francisco; et al. Entendendo BIM. 1 ed. Curitiba, Paraná: 2015. Disponível em: <http://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro_entendendo_bim.pdf>. Acesso em: 15 de jul de 2021.

ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Processos de projeto BIM - Guia 1. Brasília: 2017. Disponível em: <https://mutual.com.br/wp-content/uploads/2018/01/GUIA-BIM01_20171101_web.pdf>. Acesso em: 18 de jul de 2021.

BERNSTEIN, H. M. et al. SmartMarket Report. The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets. 2014. Disponível em: <https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf>. Acesso em: 27 jun de 2021.

BRASIL, Governo do Estado de Santa Catarina. Manual de Licitações e Contratos de Obras Públicas. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.sef.sc.gov.br/arquivos_portal/assuntos/15/Manual_de_Licitacoes_e_Contratos_d_e_Obras_Publicas3_Edicao.pdf>. Acesso em: 16 de jun de 2021.

SANTOS, N.S; GUIMARÃES, R.M; RODRIGUES, G.S.S.
Acompanhamento da implantação da plataforma BIM na etapa de
projeto de um empreendimento: estudo de caso. Pontifícia Universidade
Católica de Goiás. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2190/1/TCC%20-%20RILDO%20E%20NUBIA.pdf>>. Acesso em: 15 de jul de 2021.

METODOLOGIA BIM APLICADA EM PROJETO DE DRENAGEM URBANA

Mariana Medeiros Coelho

Érico Peixoto Araujo

Igor Mendes Monteiro

RESUMO: Atualmente, cresce o consenso da necessidade de aumentar a eficiência, transparência e qualidade em obras de engenharia civil, em particular as de infraestrutura viária, onde se observa um alto custo nesse setor. Assim, a inovação, redução de custos e aumento de produtividade são fatores fundamentais no atual cenário da engenharia brasileira. É nesse sentido, que o BIM - *Building Information Modelling*, tem sido apontado como uma importante ferramenta, promovendo uma melhoria geral nos resultados alcançados. Apesar da metodologia BIM ser reconhecida como uma importante inovação no mercado da construção de edificações, ainda é pouco utilizada na infraestrutura. Com o intuito de mudar esta realidade, o objetivo do presente trabalho foi fazer uma avaliação sobre o uso do BIM, para o estudo de obras de drenagem urbana num trecho da Av. Paraíso, em São José de Ribamar-MA, que periodicamente sofre com problemas de inundações. Para isso utilizou-se o programa do AutoCAD Civil 3D, onde os resultados apontaram para um ganho de produtividade no tempo de execução do projeto, no levantamento de quantitativos, redução do tempo de execução de tarefas repetitivas, e uma visão preliminar da obra. Entende-se que a aplicação desta metodologia é fundamental em projetos de infraestrutura urbana, visando a melhoria contínua neste ramo de atuação.

Palavras-Chave: Tecnologia BIM. Drenagem Urbana. Infraestrutura Urbana

INTRODUÇÃO

A evolução das técnicas de apresentação de projetos e planejamento de obras de engenharia civil ao longo da história é

evidente. Desde as primeiras construções realizadas pelo homem, houve um avanço significativo na forma como dados e informações são detalhados e organizados, permitindo uma comunicação mais eficiente. Inicialmente, utilizavam-se desenhos e gráficos armazenados em papel como principal meio de representação (CBIC, 2016).

Na década de 1970, os países desenvolvidos começaram a adotar o desenho assistido por computador (Computer Aided Design – CAD) para projetos de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). No Brasil, essa prática só ganhou força na década de 1990, quando, apesar de gerar debates, se consolidou devido à agilidade que trouxe à representação de projetos. Com a introdução da modelagem da informação da construção (Building Information Modeling – BIM), houve uma nova mudança de paradigma, que agora promete transformar significativamente as relações de trabalho entre as equipes de projeto (MENEZES, 2012).

No entanto, grande parte dos avanços no uso do BIM ainda se concentra no setor de construções verticais. No setor de obras de infraestrutura, especialmente no mercado brasileiro, essa evolução ainda é limitada. Apesar disso, o cenário atual sugere um crescimento no uso do BIM nesse setor nos próximos anos, impulsionado pela exigência de sua aplicação em processos licitatórios de órgãos como o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (BRANDÃO E FERREIRA, 2015). Um marco importante foi o decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, que determina o uso gradual do BIM em obras e serviços de engenharia contratados direta ou indiretamente por entidades da administração pública federal (BRASIL, 2020).

O BIM oferece inúmeras vantagens, como a geração automática de projetos e relatórios, análises e simulações de projetos, planejamento e gestão de instalações. Uma das funcionalidades mais valorizadas é a extração automática de quantidades de serviços, que assegura consistência, precisão e agilidade no acesso às informações. Esses dados podem ser organizados e agrupados conforme as etapas do planejamento e programação da execução dos serviços (CBIC, 2016).

Nesse contexto, este trabalho visa analisar o uso BIM no estudo de obras de infraestrutura, em particular a de drenagem urbana, uma vez que atualmente grande parte das empresas envolvidas em projetos nessa área, ainda utiliza métodos tradicionais para seu desenvolvimento, bem como na elaboração do orçamento, planejamento e levantamento de quantitativos de materiais. Com o uso do BIM, tem-se a possibilidade

de ter uma visualização mais completa do projeto como também permite uma integração multidisciplinar com outras atividades da obra.

Entretanto, numa visão mais abrangente do problema social que se impõe, quando o assunto se refere às inundações urbanas, este trabalho, dentro do possível, pretende aplicar a metodologia BIM como alternativa de solução de forma mais eficaz e rápida na minimização desses problemas em áreas urbanas. Certamente, o motivo básico e primordial para a proposição deste estudo vem da preocupação associada a um senso crítico das consequências que envolvem as enchentes urbanas, fato que tem se tornado uma realidade mais constante nas cidades brasileiras e de solução cada vez mais complexa, devido a crescente ocupação urbana observada de forma irregular e sem um controle adequado. Acredita-se que, em relação a soluções para esses problemas, o uso do BIM pode agilizar e diminuir o tempo de solução necessário.

BIM

O BIM, sigla para **Building Information Modeling** ou Modelagem da Informação da Construção, é um sistema que integra políticas, processos e tecnologias para gerenciar o planejamento, execução, operação e manutenção de construções, instalações ou infraestruturas. Trata-se de uma metodologia baseada no uso de plataformas digitais, que abrange todo o ciclo de vida de um empreendimento (CBIC, 2016).

Conforme a CBIC (2016), o BIM é um processo evolutivo que permite a modelagem, o armazenamento, o compartilhamento e o acesso consolidado a informações sobre uma edificação ou infraestrutura. Ele funciona como uma plataforma única que atende todas as fases do ciclo de vida do objeto construído, desde a concepção até a conservação.

De acordo com Mello (2012), o BIM utiliza modelos tridimensionais inteligentes para facilitar o gerenciamento e a criação de projetos de maneira mais eficiente, econômica e sustentável. Esse método combina conhecimento técnico em engenharia, tecnologias da informação e objetos parametrizados, resultando em um modelo digital integrado (HUANG; CHEN; DZENG, 2011).

O American Institute of Architects (AIA) define o BIM como uma tecnologia orientada a modelos que se conecta a bancos de dados de informações do projeto. Esse conceito é aplicável desde a concepção e o

desenvolvimento de projetos até a construção, operação e manutenção da edificação. No caso da fase de ocupação, o modelo BIM pode ser usado para a gestão e manutenção do empreendimento (BRANDÃO, 2014).

Na Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AEC), o BIM serve como base para ferramentas que simulam desde o comportamento de edificações frente a variáveis ambientais e de segurança até o ciclo de vida completo de bairros ou cidades. Com isso, permite análises detalhadas de viabilidade econômica, urbanística e ambiental, contribuindo para projetos mais sustentáveis e com ganhos sociais (SANTA CATARINA, 2014).

Uma das características mais marcantes do BIM é o uso de modelos paramétricos, que se diferenciam de desenhos bidimensionais ou tridimensionais tradicionais do CAD (Computer Aided Design). Esses modelos inteligentes incluem parâmetros que definem regras ou informações específicas para os objetos. Segundo Eastman et al. (2011), esses parâmetros podem automatizar atualizações do modelo ou incluir dados não geométricos, como custo ou desempenho. Assim, o modelo BIM permite extrair informações como quantitativos de materiais ou volumes de terraplenagem.

O CBIC (2016) reforça que o BIM está promovendo mudanças significativas na cultura do setor da construção, exigindo novas formas de trabalho e de interação entre os agentes da cadeia produtiva, como engenheiros, projetistas e construtores. Essa abordagem multidisciplinar integra todas as etapas do empreendimento, desde a concepção até a manutenção, tornando os processos mais eficientes e colaborativos.

DRENAGEM URBANA

Por muito tempo, tanto no Brasil quanto em outros países, a drenagem urbana das grandes metrópoles foi tratada de forma secundária, sendo considerada apenas um aspecto do processo de parcelamento do solo para fins urbanos. Nas principais cidades, o rápido crescimento das áreas urbanizadas raramente incorporou a drenagem urbana como um elemento essencial no planejamento da expansão. Em consequência, os problemas associados à drenagem urbana tornaram-se progressivamente mais complexos, pois não se limitam a questões de engenharia, mas representam também desafios sociais (CANHOLI, 2015; COELHO, 2011).

Baptista e Nascimento (2015) destacam a conexão histórica entre o desenvolvimento das cidades e a proximidade com cursos d'água. Desde as primeiras aglomerações urbanas, os rios eram essenciais para suprimento, higiene e descarte de resíduos. Contudo, com o crescimento populacional no século XIX, a precariedade da infraestrutura urbana resultou em problemas como epidemias, demonstrando a importância do papel sanitário das águas pluviais na saúde pública.

No Brasil, a drenagem urbana só passou a integrar os serviços de saneamento básico no início do século XXI. Antes disso, esses serviços eram limitados à expansão de redes de abastecimento de água, coleta de esgoto e coleta de resíduos sólidos. Apenas com a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, a drenagem urbana foi oficialmente reconhecida como parte do saneamento básico, englobando atividades como coleta, transporte, detenção, retenção, tratamento e disposição final das águas pluviais em áreas urbanas.

O sistema de drenagem é geralmente associado aos cursos d'água naturais, como rios e riachos, que originalmente coletam e transportam as águas pluviais. Com a urbanização, entretanto, redes naturais são complementadas por estruturas hidráulicas que formam o chamado sistema de drenagem urbana (COELHO, 2011). Esse sistema é dividido em dois subsistemas principais: microdrenagem e macrodrenagem. A microdrenagem inclui estruturas menores, como tubulações, bocas de lobo e galerias tubulares, destinadas à captação e condução de águas pluviais em ruas e outras áreas urbanas. Já a macrodrenagem compreende estruturas maiores, como canais naturais ou artificiais, reservatórios de retenção e galerias de grande porte (São Paulo, 2012; Diogo, 2008).

Diversos estudos, como os de Tucci (2005), Canholi (2015) e outros, discutem as características desses sistemas e os parâmetros necessários para seu dimensionamento, incluindo bacias hidrográficas, períodos de retorno, coeficientes de escoamento, tempos de concentração e vazões. Por exemplo, a bacia hidrográfica é a área de captação natural da água, enquanto o período de retorno refere-se ao intervalo médio de anos em que uma precipitação específica é igualada ou superada. O coeficiente de escoamento indica a parcela de chuva que se transforma em escoamento superficial, e a vazão representa o volume de água que escoar por unidade de tempo em um determinado ponto.

Neste estudo, aplicou-se o método racional para calcular a vazão em uma pequena bacia de contribuição, utilizando todos os parâmetros mencionados para o dimensionamento de um sistema de microdrenagem. Esses cálculos foram detalhados no item 7, considerando a especificidade da área analisada.

APLICAÇÃO DO BIM EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA

Atualmente, existem várias iniciativas do uso da metodologia BIM no setor de edificações, porém no caso de obras de rodovias e saneamento urbano, por exemplo, ainda requer uma constância na aplicação da metodologia a fim de reduzir imprevistos durante a execução das obras, ampliar a confiabilidade dos projetos e diminuir os custos acerca de aditivos que podem surgir ao longo do processo.

A adoção do BIM no setor de construção civil, principalmente quando se trata de edificações verticais, encontra-se mais avançada do que comparado com o setor de obras de infraestrutura rodoviária, que ainda acontece de forma bastante tímida (INFRAESTRUTURA URBANA, 2013). Até mesmo por parte dos trabalhos acadêmicos e pesquisas sobre o tema percebe-se uma predominância maior por parte da aplicação do BIM a obras de edificações.

Contudo, a adoção do BIM em obras de infraestrutura pode gerar ganhos expressivos para as empresas que atuam no setor como, por exemplo, a redução do custo de construção, a redução no tempo de projeto e no tempo de execução de um empreendimento, a redução de reclamações por parte dos clientes, a redução de retrabalho, além de uma melhora geral nos resultados da empresa (INFRAESTRUTURA URBANA, 2013).

Portanto, a adoção desta metodologia no ambiente de trabalho das obras de infraestrutura promove uma redução nas falhas construtivas de um empreendimento, reduz a adoção de sistemas super ou subdimensionados e também reduz o risco de superfaturamento da obra, que conseqüentemente gera benefícios para a sociedade em geral, visto já essas obras são contratadas em maior escala através de licitações públicas do governo, ou seja, representa dinheiro fornecido por meio do pagamento de impostas da população.

Em 2012, uma pesquisa realizada pela McGraw-Hill Construction evidenciou melhorias significativas no uso do BIM

no setor de infraestrutura (MCGRAW HILL CONSTRUCTION, 2012). Os dados apresentados indicaram benefícios expressivos para as empresas que adotaram essa metodologia em suas rotinas de trabalho. Entre os resultados destacados, houve uma redução de 22% nos custos de construção e de 33% no tempo necessário para projetar e executar os empreendimentos. Além disso, observou-se uma melhora no desempenho dos serviços, com uma redução de 33% nos erros de emissão de documentos, 38% nas reclamações pós-entrega e 44% no retrabalho, aumentando a eficiência das equipes e gerando ganhos concretos para as empresas do setor.

Parlikad (2016) analisa os principais desafios e soluções para implementar o BIM no setor de infraestrutura. Ele aponta que o monitoramento ativo das obras e a antecipação de problemas são facilitados pela metodologia, especialmente devido à dificuldade de inspecionar manualmente o grande volume de obras de infraestrutura. Além disso, o gerenciamento de dados evoluiu para uma ferramenta que permite prever eventos, riscos e falhas, otimizando os investimentos ao direcionar os recursos de forma mais estratégica. Contudo, Parlikad ressalta que um dos maiores desafios é a mudança cultural e organizacional necessária para adotar o BIM, que envolve a reformulação de processos, métodos, técnicas e, em alguns casos, estruturas organizacionais.

A aplicação do BIM no desenvolvimento de projetos de infraestrutura de transporte oferece benefícios concretos. Entre eles estão a maior qualidade dos projetos, com maior aderência às normas, precisão nos quantitativos e orçamentos, e agilidade na análise e aprovação. Durante a execução das obras, o BIM auxilia no cumprimento das especificações técnicas, do orçamento e do cronograma. Na etapa de manutenção, o uso do modelo digital permite ações preventivas e ampliações, utilizando tanto o ativo virtual quanto o real (LIMA, 2019).

Embora o BIM seja amplamente utilizado na construção civil, sua aplicação em projetos de infraestrutura demanda uma abordagem específica para os processos construtivos. Por exemplo, o ciclo de vida de uma obra rodoviária é composto por várias etapas, que incluem o estudo da topografia, definição de traçados, avaliação de impactos ambientais, desapropriações, conformidade com a legislação, políticas públicas e outros fatores espaciais. O projeto e a construção de uma rodovia envolvem mudanças regionais, promovendo desenvolvimento socioeconômico. Já a manutenção dessa infraestrutura exige planejamento para garantir sua conservação e funcionalidade. Essas

etapas podem ser integradas por meio do uso do BIM, combinando a modelagem da construção com informações espaciais em um sistema de gestão de dados e processos (CALDAS, 2021).

BIM aplicado à projetos de Rede de Drenagem de água Pluvial

O Building Information Modeling nas obras de infraestrutura acontece nas diversas etapas de projeto, desde a elaboração da superfície da terraplanagem, projeto geométrico, até projeto e execução de obras de drenagem urbana.

Nos projetos de drenagem a metodologia pode ser aplicada para a análise de interferências que essas obras têm no ambiente em que elas estão inseridas. Os projetos desse tipo possuem uma grande quantidade de informações associadas a eles que vão desde dados de redes de drenagem pluvial, esgoto sanitário, distribuição e abastecimento de água potável, entre outros. Desta forma, torna-se necessário saber se as redes de distribuição de água, esgoto, ou alguma rede de captação mais antiga, por exemplo, não irão afetar a instalação de um bueiro em uma área de aterro de uma rodovia ou até mesmo se é possível a instalação de uma galeria de drenagem e bocas de lobo em uma área urbanizada (RADÜNS, 2013).

Com a atual forma de visualização e análise de projetos em 2D, torna-se em alguns casos difícil a detecção de interferências entre projetos gerando como consequência casos de incompatibilidade no processo executivo o que acarreta em retrabalho, ineficiência e aumento de custos. Já com o uso da metodologia BIM e com a criação de um modelo parametrizado e virtual em 3D, torna-se possível a análise de possíveis incompatibilidades antes mesmo de o projeto ir a campo para ser executado (CALDAS,2021). Na execução de projeto utilizando um modelo podem ser lançadas as tubulações da galeria de drenagem, as estruturas de captação, ligação e lançamento de água (boca de lobo, caixa de ligação, poço de visita e dissipadores de energia), podem ser geradas todas a plantas do projeto executivo, bem como notas de serviço e as planilhas de quantidade para elaboração do orçamento.

Em seguida serão citados alguns dos softwares que possuem linguagem aberta pela metodologia BIM e são utilizados no mercado para a elaboração de projetos de infraestrutura rodoviária.

SOFTWARES BIM APLICADOS À PROJETOS DE INFRAESTRUTURA

O investimento em softwares baseados na metodologia BIM tem crescido na maioria das áreas da Engenharia Civil, com exceção do setor de infraestrutura, onde os profissionais ainda estão em processo de adaptação devido à complexidade envolvida desde os estudos iniciais até a execução dos projetos. Entre os programas mais utilizados na execução de projetos de infraestrutura de transporte, destaca-se o AutoCAD Civil 3D. Além dele, o INFRAWORKS e o OpenRoads também têm ganhado espaço, permitindo uma visualização integrada e realista das obras e a inclusão de parâmetros variados, conforme apontado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Esses softwares demonstram a aplicação eficaz da metodologia BIM.

O OpenRoads, lançado em 2018, é uma ferramenta relativamente nova, ainda pouco difundida no mercado. Ele permite a entrega de projetos de estradas e rodovias com foco na construção, oferecendo todas as informações necessárias para suportar os fluxos de trabalho operacionais. Suas funcionalidades redefinem as melhores práticas para entregas de projetos e construção, promovendo o compartilhamento de informações ao longo do ciclo de vida de uma rodovia e envolvendo toda a equipe de projeto (BENTLEY, 2021).

Por outro lado, o INFRAWORKS é amplamente utilizado para estudos preliminares de obras, desde sua concepção inicial. Ele busca inserir o projeto no contexto real onde será implementado, integrando tecnologias BIM e GIS em um modelo inteligente e tridimensional. Desenvolvido para obras de infraestrutura, o INFRAWORKS é uma ferramenta poderosa para as fases de planejamento e concepção, oferecendo automação de processos, trabalho colaborativo em nuvem e integração com outras plataformas. Apesar de ser capaz de lidar com projetos como estradas, drenagem, movimentação de terra e obras de arte especiais, outros softwares, como o AutoCAD Civil 3D, permitem maior detalhamento em algumas dessas aplicações (AUTODESK, 2018; ZIGURAT, 2020).

O AutoCAD Civil 3D é um software BIM voltado para infraestrutura, amplamente utilizado em projetos de rodovias, drenagem, loteamento, saneamento, ferrovias, aeroportos, transporte e outros. Ele oferece uma ampla gama de recursos específicos para facilitar o trabalho técnico, como o editor de poligonal, perfis dinâmicos, ferramentas de análise e resolução de sobreposições de corredores.

Essas funcionalidades permitem a compatibilização de projetos com as normas e padrões estabelecidos, como os definidos pelo DNIT. O Civil 3D também é altamente indicado para dimensionamento e aprimoramento de projetos, integrando dados técnicos necessários para o desenvolvimento de soluções complexas (AUTODESK, 2018).

No contexto de drenagem urbana, o Civil 3D possibilita a criação de projetos detalhados e a análise de interferências com outras infraestruturas, como tubulações já existentes. Assim, o software foi escolhido como a ferramenta mais adequada para o desenvolvimento do projeto de estudo, devido à sua linguagem aberta, alinhada à metodologia BIM, e à sua capacidade de atender às demandas específicas do caso.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Inicialmente, a elaboração deste trabalho foi fundamentada pela revisão bibliográfica sobre os conceitos da Modelagem da Informação da Construção (BIM), bem como sua aplicação em obras de infraestrutura, em particular as de drenagem urbana, onde realizou uma explanação conceitual e algumas definições dos seus elementos constituintes. Em seguida, se fez necessário adquirir conhecimentos do software AutoCAD Civil 3D, possibilitando a escolha do tema e a realização do estudo de caso deste trabalho. O mesmo é da fabricante Autodesk, o qual está disponibilizado de forma gratuita para estudantes através do portal da Universidade Autodesk.

Com a revisão bibliográfica e softwares citados, foi realizado um estudo de caso foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o uso do BIM em uma obra de drenagem urbana, o qual será descrita no próximo capítulo, com o objetivo de demonstrar como os programas citados podem possibilitar uma otimização no estudo e na elaboração do projeto deste tipo de obra.

ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO BIM À UMA OBRA DE DRENAGEM URBANA

O estudo de caso desenvolvido neste trabalho teve como objetivo fazer uma aplicação prática do BIM, a uma obra de drenagem urbana localizada na cidade de São José de Ribamar – MA. Para o desenvolvimento deste estudo de caso utilizou-se o AutoCAD Civil 3D para a criação do projeto detalhado, bem como para o levantamento dos

seus quantitativos, sendo possível observar os benefícios da integração entre as metodologias BIM e GIS em obras de infraestrutura urbana.

Características da área de estudo

São José de Ribamar apresenta um território de 180,233 km² e está situado no extremo leste da Ilha do Maranhão (ver Figura 01), de frente para a Baía de São José, e a cerca de 32 quilômetros de distância do centro da capital maranhense entre as coordenadas geográficas 2°33'24.0»S 44°02'12.4»W (CAMÂRA *et al.*, 2020).

Figura 01 - Localização geográfica de São José de Ribamar - MA



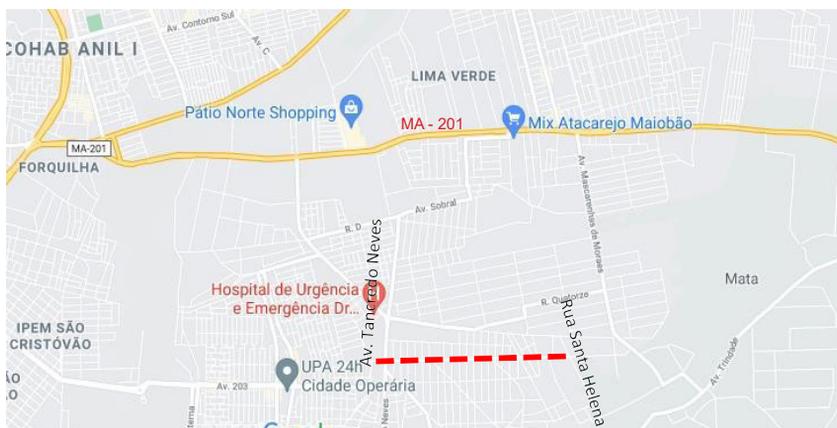
Fonte: Câmara *et al.* (2020)

Dentre as avenidas que apresentam problemas referentes à drenagem urbana no município de São José de Ribamar – MA, tem-se a Avenida Paraíso, parte integrante do bairro Jardim Tropical. Esse bairro fica situado na parte leste do município de São José de Ribamar, fazendo divisa com a capital do estado, São Luís, e apresenta características predominantemente residencial com pequenos comércios locais, habitado por uma população de baixa renda. Apresenta periodicamente problemas de inundações causados pelas chuvas intensas, que se agravam com os impactos provocados pelo processo de urbanização, cujas consequências são notadas principalmente na população carente, gerando um problema de âmbito social ainda mais significativo.

A Avenida Paraíso tem uma importância relevante no sistema viário local, pois trata-se de uma alternativa de acesso do bairro Jardim Tropical para a MA-201 e para o Maiobão. O trecho, objeto deste estudo, fica compreendido entre a Rua Santa Helena e a Av. Tancredo Neves com aproximadamente 2,35 km de extensão, sendo 1,57 km composta por duas faixas de vias em cada sentido de tráfego, e 0,78 km em pista simples em cada sentido de tráfego.

A Figura 02 fornece a localização da avenida, apresentando o trecho utilizado como objeto de estudo neste trabalho, bem como alguns pontos de referência existentes nas proximidades da região.

Figura 02 - Localização do trecho de estudo da Av. Paraíso



Fonte: Google Maps (2021)

Projetos existentes

Para a via em estudo, foram elaborados recentemente projetos de drenagem, geometria, terraplenagem, pavimentação e sinalização, pela empresa SÍNTESE – Sociedade Industrial e Técnica de Serviços e Engenharia Ltda, contratada pela Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos – SEMOSP de São José de Ribamar. Esse projeto teve a participação da autora deste trabalho, em particular no projeto de drenagem, o que levou à motivação para seu desenvolvimento.

Segundo informações, e conforme observado em vistorias in loco, em 2019 foram realizados os serviços de melhorias na via contemplando obras de terraplenagem, pavimentação, sinalização e

drenagem superficial. As obras do sistema de microdrenagem (bocas de lobo, poços de visita, galerias) ficaram para executar em outra fase. No entanto, o respectivo projeto será utilizado neste estudo como base para aplicação da metodologia BIM, principal objetivo deste estudo.

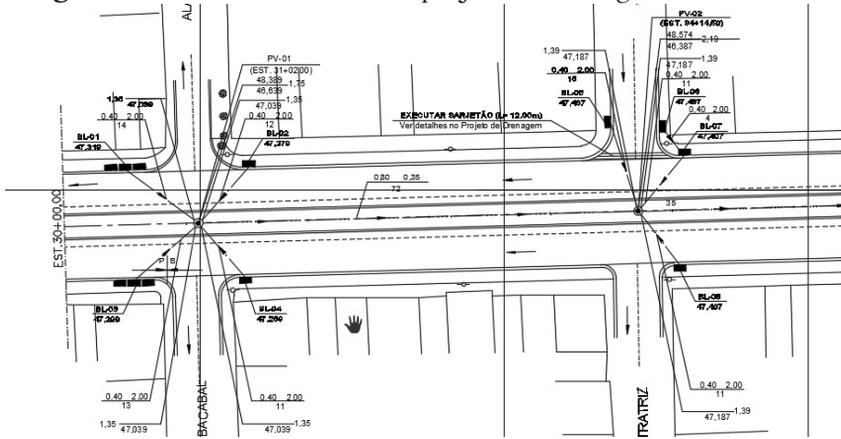
O Projeto de Drenagem foi elaborado tendo como referência DNIT (BRASIL, 2006), e desenvolvido a partir de levantamento topográfico e projeto geométrico que forneceu os elementos planialtimétrico cadastral, efetuado com equipamento de estação total eletrônica. Na concepção dos projetos não foi aplicada a metodologia BIM sendo assim, disponibilizados os desenhos em plantas e perfis em 2D, elaborados no software AutoCAD, gerando formato DWG.

O sistema de drenagem proposto foi projetado a partir do estudo hidrológico realizado pela empresa e posteriormente cada tubulação foi dimensionada pelo método racional, considerando o tempo de recorrência de 15 anos e tempo de duração mínimo de 10 minutos. A capacidade das tubulações foi calculada aplicando a lei de Manning associada à equação de continuidade.

O projeto de drenagem resultou na implantação de bocas de lobo interligadas entre si com tubulações de diâmetros de 0,40 e 0,60m, conduzidas até as galerias de águas pluviais através dos poços de visitas. As galerias no trecho de estudo resultaram numa extensão de 913,00m com diâmetros variando de 0,80 a 1,20m, apresentando um ponto baixo no cruzamento com a Alameda Arari, por onde a galeria prossegue com outras dimensões até o lançamento no Rio da Mata. Contudo, o trecho de estudo neste trabalho não inclui o da Alameda Arari.

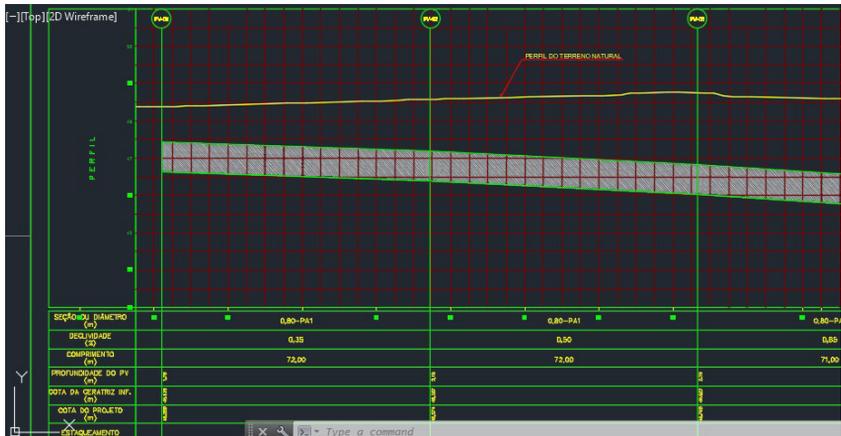
Nas Figuras 03 e 04 estão apresentadas a planta baixa o perfil longitudinal do projeto de drenagem, respectivamente, referente ao trecho de estudo da Av. Paraíso, em AutoCAD, 2D.

Figura 03 – Trecho da Planta do projeto de drenagem - Av. Paraíso



Fonte: SINTESE (2017)

Figura 04 – Perfil da galeria de águas pluviais - Av. Paraíso



Fonte: SINTESE (2017)

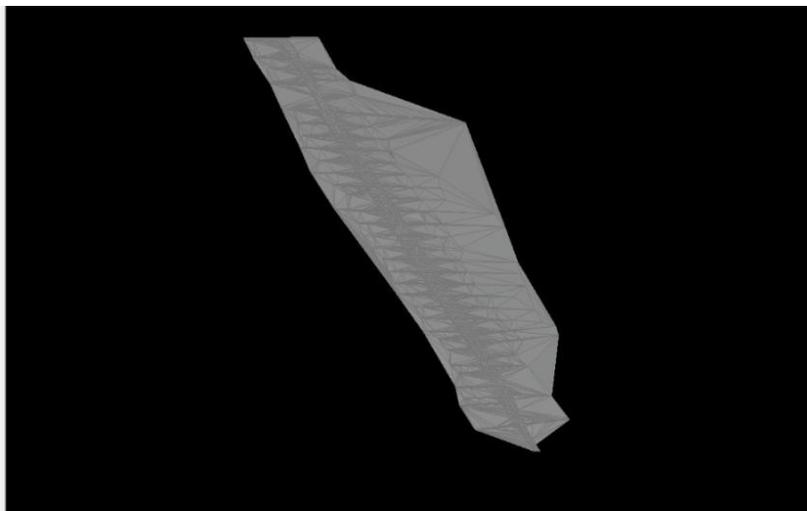
Aplicação do AutoCAD Civil 3D

O AutoCAD Civil 3D foi utilizado neste trabalho, para demonstrar a funcionalidade dessa ferramenta BIM no desenvolvimento de um projeto de drenagem urbana no trecho em estudo, como também para obter as quantidades dos principais materiais que serão utilizados na obra, que é uma importante utilidade do *software* em

obras de infraestrutura. Para isso foi necessário, inicialmente, criar um alinhamento horizontal e perfil da via, para em seguida desenvolver o projeto de drenagem. A seguir descreve o passo a passo para a elaboração dessa atividade.

Criação da superfície: Ao abrir o programa, é necessário estabelecer de qual fuso geográfico o projeto se encontra. Todo o Estado do Maranhão se encontra no fuso 23, no hemisfério sul. Portanto, no programa, é selecionada a zona SAD 69 - 23S. Com a área de trabalho definida, foi possível importar o arquivo SIG extraído da memória dos dados do levantamento topográfico e realizar a modelagem do terreno original. Entende-se que essa fase é importante, pois em um projeto de redes de infraestrutura em BIM faz-se necessário uma superfície de referência para lançamento das tubulações e estruturas complementares. O resultado do terreno modelado pode ser observado na Figura 05.

Figura 05 – Modelo 3D da superfície de terraplenagem criado no software AutoCAD



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Criação do alinhamento: Após definição da superfície de projeto, foi executado o alinhamento horizontal do projeto onde levou-se em consideração o fato de que o trecho de estudo está inserido em uma área urbana densamente urbanizada, sendo necessário manter uma

conformidade com a situação original e afim de evitar custos adicionais com desapropriações. A Figura 06 ilustra um trecho aproximado do traçado do projeto geométrico da via junto com as condições reais de relevo da região, e o alinhamento projetado de uma forma ampla.

Figura 06 - Trecho do Projeto Geométrico da via de estudo

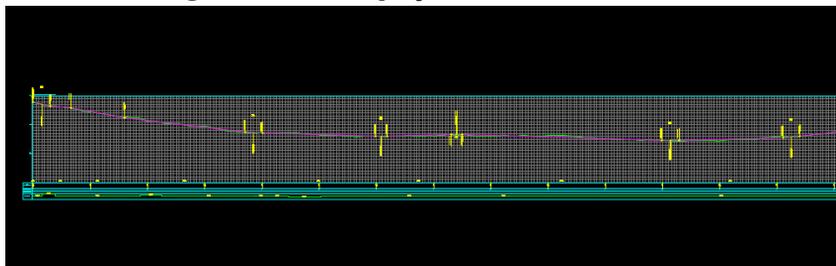


Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Para o modelo construído para o alinhamento horizontal da via, foram definidas as configurações padrões do programa AutoCAD Civil 3D com o cálculo automático dos elementos geométricos, como por exemplo os trechos em tangentes e elementos das curvas contidas no traçado da estrada. Após a inserção de todos os dados de projeto, o software organiza e utiliza todas as informações para a criação automática do modelo em 3D que contém todos os elementos e parâmetros de engenharia necessários para a construção da obra, tais como inclinações, raios de curvas, como também volumes de terraplenagem.

Criação do perfil da via: A partir da definição do traçado da via foi gerado o perfil longitudinal levando em consideração o fato de se tratar de uma região urbanizada onde procurou evitar cortes e aterros significativos. Os ajustes no perfil foram feitos de forma a dar uma conformidade e correções no nível da via, necessários para a elaboração do projeto de drenagem. A Figura 07 ilustra a forma final do perfil projetado, em violeta, em relação ao terreno existente, em verde.

Figura 07 - Perfil projetado da via de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Criação da seção tipo da plataforma da via e corredor:

Como parâmetro final para a criação do modelo em 3D e da via urbana, foi necessário a definição da plataforma da via. De forma sucinta, a seção tipo foi modelada considerando duas faixas de tráfego com 5,50m de cada lado separadas por um canteiro central de dimensão variável, meio fio sarjeta de 0,45m e passeio em concreto de 2,00m, aproximadamente. A inclinação transversal das pistas de rolamento é igual a 2,00% para cada lado, sempre no sentido do canteiro central para o passeio. Por se tratar de uma via com curvas bem suaves e grandes raios, não foi considerado superelevação, mantendo constante a inclinação transversal ao longo do trecho.

Projeto de Drenagem

Após as definições apresentadas anteriormente, deu-se início à apresentação dos sistemas de drenagem. O dimensionamento das tubulações também foi extraído de SINTESE (2017), e seus cálculos não serão apresentados neste trabalho.

Assim, o projeto de drenagem está apresentado em planta e perfil, onde se observa o início do sistema no cruzamento da Av. Paraíso com a Alameda Bacabal e finalizando na Alameda Aldeias Altas. O lançamento da rede se dá no ponto baixo da via na Alameda Arari, via perpendicular à Avenida Paraíso.

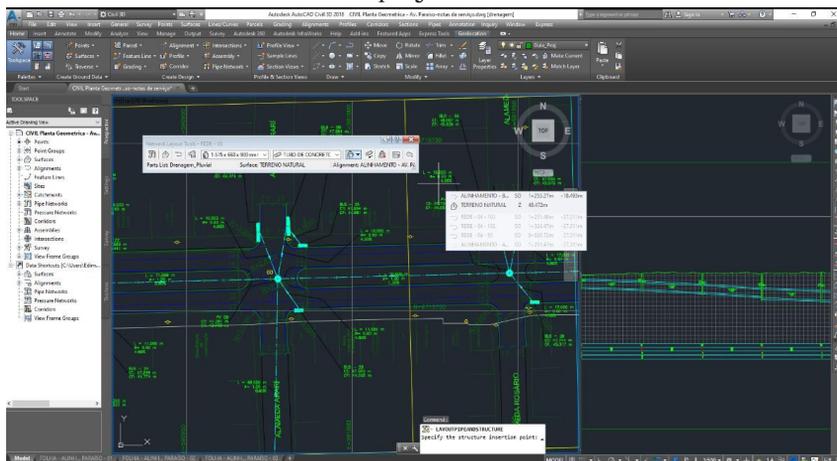
Com base no estudo hidrológico desenvolvido para essa área, foi possível calcular a vazão de contribuição necessária para dimensionamento da rede. O Civil 3D possibilita a definição da bacia de contribuição, bem como a distribuição das sub-bacias que irão

afetar cada trecho da via. Lembrando que este não é um programa de dimensionamento de redes de drenagem, necessitando de *plug-ins* ou outros programas que rodem dentro do Autodesk Civil 3D.

Com o software AutoCAD Civil 3D é possível planejar uma rede já resultando em um projeto executivo, pois utilizando um template para projetos de drenagem configurado onde todas as informações fornecidas estarão de acordo com as exigências de apresentação, além de estarem interligadas num banco de dados, qualquer alteração é dinâmica. O software possui um recurso que permite incluir ou alterar as peças do catálogo de tubos e estruturas (Part Builder), além de possuir um catálogo de famílias de tubos e estruturas de acordo com o tipo de projeto, e labels correspondentes para a apresentação da rede em planta e perfil.

Utilizando a ferramenta Pipe Network, onde se encontra um catálogo de todos os dispositivos que serão utilizados em projeto, foi possível lançar de forma dinâmica toda a tubulação de rede, bem como as estruturas, neste caso os poços de visita e as bocas de lobo. Após selecionado no comando Part List as dimensões dos tubos e estruturas que serão utilizados em projeto, foi executada a ligação da rede aos PVs projetados. Na figura 08, pode-se observar a inserção da rede utilizando a ferramenta no Civil 3D.

Figura 08 - Visualização da plataforma Civil 3D no lançamento do projeto.



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Após inserir todas bocas de lobo, tubos, conexões, é possível visualizar em 3D os prováveis erros apresentados no lançamento dos tubos e ajustar para evitar interferências entre as conexões que originam problemas na execução da obra.

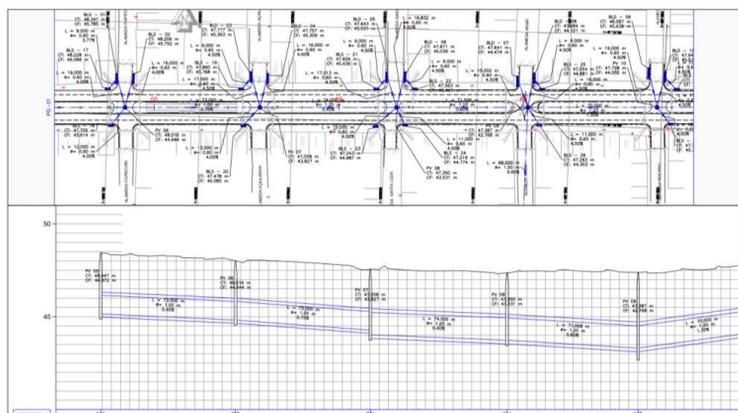
O civil 3D permite a visualização de toda a superfície de terreno com a localização da tubulação distribuída tanto em formato 2D como em 3D, e quaisquer alterações propostas geram novos quantitativos automaticamente, o que facilita a geração das tabelas de tubos com seus respectivos comprimentos e tamanhos, assim como de todos os acessórios utilizados na rede.

Na modelagem, cada trecho da rede, sempre seguem o sentido de montante a jusante, onde o software apresenta automaticamente a informação de declividade da tubulação.

Podem ainda ser estabelecidas regras de dimensionamento na inserção dos parâmetros da rede de forma que atenda às condicionantes de projeto, como por exemplo, estabelecer uma declividade mínima e máxima a serem atingidas, altura de recobrimento da tubulação, cotas de lançamento, entre outros fatores que podem interferir no bom funcionamento da rede após a execução da obra.

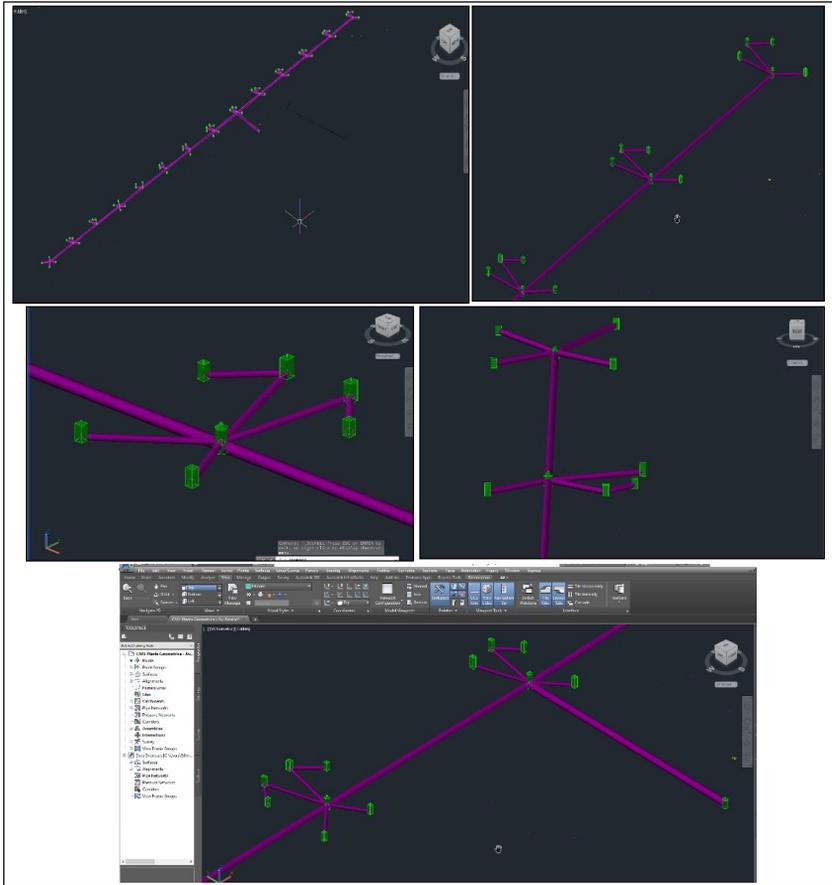
A partir da definição dos parâmetros foi gerado o modelo de toda a rede de drenagem, sendo possível gerar automaticamente as respectivas plantas, perfis e vista 3D, conforme apresentam-se nas figuras de 09 e 10.

Figura 09 - Visualização da Planta e Perfil de drenagem gerados no Civil 3D



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Figura 10 - Visualização do modelo projetado em 3D



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O civil 3D gera os relatórios com dados de tubulação de cada trecho, com a seção escolhida, diâmetro, o material empregado, os dados das estruturas a montante e a jusante dos PVs, as cotas de montante e a jusante, extensão dos trechos e declividades.

Com o auxílio da aba Toolbox da Toolspace pode-se acessar os relatórios de saída de dados dos projetos elaborados no Autodesk AutoCAD Civil 3D, cuja categoria Relatórios permite a criação de relatórios para redes de infraestrutura, e também, extrair as quantidades

de projeto para composição de orçamento, planejamento e notas de serviço, conforme pode-se observar na Figura 11.

Entende-se que se trata de um processo dinâmico, pois as alterações feitas na planta se refletem no resto do projeto, principalmente nos perfis que são modificados automaticamente, facilitando e centralizando o trabalho em um único arquivo. Ao contrário do que se tem no trabalho em CAD, onde faz-se necessário calcular manualmente todos os elementos de projeto, como cotas e declividade das tubulações. Com o uso do BIM, esse trabalho é facilitado pois todas as informações estão inseridas previamente para a construção do modelo.

Figura 11 - Nota de serviço da galeria de drenagem gerada no Civil 3D

NOTA DE SERVIÇO: REDE - 04							
REDE	MONTANTE DISPOSITIVO	MONTANTE POSIÇÃO	JUSANTE DISPOSITIVO	JUSANTE POSIÇÃO	TUBULAÇÃO DIMENSÃO	TUBULAÇÃO DECLIVIDADE	COMPRIMENTO
REDE - 04	PV 05	N=9.715,702,190 E=590.686,6086 G.I.=4,147	PV 06	N=9.715,704,014 E=590.759,5858 G.I.=44,819	1.000 MM CONCRETE PIPE	0.45%	73.000
REDE - 04	PV 06	N=9.715,704,014 E=590.759,5858 G.I.=44,819	PV 07	N=9.715,705,837 E=590.832,5630 G.I.=44,272	1.000 MM CONCRETE PIPE	0.75%	73.000
REDE - 04	PV 07	N=9.715,705,837 E=590.832,5630 G.I.=4,027	PV 08	N=9.715,707,685 E=590.906,5400 G.I.=43,731	1.200 MM CONCRETE PIPE	0.40%	74.000
REDE - 04	PV 08	N=9.715,707,685 E=590.906,5400 G.I.=43,731	PV 09	N=9.715,709,469 E=590.977,5235 G.I.=43,305	1.200 MM CONCRETE PIPE	0.60%	71.000
REDE - 04	PV 09	N=9.715,709,469 E=590.977,5235 G.I.=4,993	PV - 15	N=9.715,641,469 E=590.976,3692 G.I.=42,585	1.500 MM CONCRETE PIPE	0.60%	68.000
REDE - 04	PV 10	N=9.715,711,208 E=591.047,5017 G.I.=44,255	PV 09	N=9.715,709,469 E=590.977,5235 G.I.=43,310	1.200 MM CONCRETE PIPE	1.35%	70.000
REDE - 04	PV 11	N=9.715,713,006 E=591.119,4792 G.I.=4,233	PV 10	N=9.715,711,208 E=591.047,5017 G.I.=44,477	1.000 MM CONCRETE PIPE	1.05%	72.000
REDE - 04	PV 12	N=9.715,714,804 E=591.191,4567 G.I.=4,989	PV 11	N=9.715,713,006 E=591.119,4792 G.I.=45,233	1.000 MM CONCRETE PIPE	1.05%	72.000
REDE - 04	PV 13	N=9.715,716,653 E=591.265,4336 G.I.=47,191	PV 12	N=9.715,714,804 E=591.191,4567 G.I.=46,192	800 MM CONCRETE PIPE	1.35%	74.000
REDE - 04	PV 14	N=9.715,718,401 E=591.335,4118 G.I.=47,996	PV 13	N=9.715,716,653 E=591.265,4336 G.I.=47,191	800 MM CONCRETE PIPE	1.15%	70.000

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do estudo de caso apresentado é possível fazer algumas observações quanto a funcionalidade da aplicação da metodologia BIM em projetos de infraestrutura viária, o que reflete na execução das respectivas obras, dentre as quais pode-se destacar:

- Construção de um modelo em 3D no *software* AutoCAD Civil 3D: os procedimentos necessários para a criação do modelo possibilitaram adquirir conhecimentos para desenvolver outros modelos, ou embasar futuros projetos na área de infraestrutura.
- Criação de um projeto de drenagem urbana com um *software* BIM: quando comparado com o método tradicional, entende-se que o *software* AutoCAD Civil 3D, ferramenta BIM, proporcionou um ganho de produtividade no processo de construção do projeto. O *software* permitiu a definição do alinhamento horizontal e vertical da via, definição da rede de drenagem de forma prática e automática, mantendo uma conformidade com as imposições existentes, tendo em vista se tratar de um trecho urbano com limitações pré-definidas. Também possibilita que qualquer mudança efetuada nos alinhamentos, em qualquer trecho da via, seja realizada para todos os outros elementos do modelo, reduzindo o trabalho mecânico do projetista, o tempo de elaboração de projeto, com confiabilidade.
- Visualização do modelo em 3D: a construção do modelo em 3D permite uma visualização da via onde está inserida a obra estudada, juntamente com o ambiente em seu entorno. Esta visualização é de grande importância quando se trata de obras de infraestrutura, pois é possível identificar seus impactos em interferências com seu entorno, evitando impactos futuros e sociais.
- Levantamento de quantitativos em obras de infraestrutura: a partir da criação do modelo 3D, existe uma facilidade de retirada de informações com a geração de tabelas de quantitativos, de forma automática, de todos os elementos e estruturas que constituem o projeto, proporcionando uma considerável redução de tempo.
- Otimização e atualização dinâmica dos elementos: qualquer mudança em umas das áreas do projeto, seja na geometria, terraplenagem, serviços de drenagem, esgoto, e outros, têm-se os elementos automaticamente alterados também nas tabelas, legendas, cotas, etc., diminuindo a chance de erro do usuário. Pelo método tradicional, qualquer

alteração envolve um processo demorado e que pode ser acometido por falhas, uma vez que são usualmente informadas verbalmente entre os integrantes do projeto. Essa dependência pode ocasionar divergências e retrabalhos nos projetos, que aumentam os custos para sua elaboração. Dessa forma, entende-se que com o uso da metodologia BIM tem-se um ganho considerável na elaboração dos projetos, além da garantia de dados mais precisos e confiáveis, uma vez que se trata de uma ferramenta utilizada de forma integrada em um ambiente de trabalho.

- Interferências de redes públicas: embora não tenha sido objeto de estudo neste trabalho, é possível visualizar a compatibilidade entre as redes de infraestrutura, através de uma ferramenta de análise de interferências disponível no próprio Civil 3D, cujo resultado auxilia em prévias alterações e eliminações de problemas durante a execução da obra.
- Problemas de drenagem emergenciais: entende-se com esse estudo que em situações catastróficas que necessitam de soluções rápidas de drenagem por parte dos órgãos públicos, o uso da metodologia BIM no lugar dos métodos tradicionais adotados na elaboração de projetos, se torna mais rápida e eficiente, com a integração das disciplinas e com a equipe alinhada aos conceitos que tangem o BIM, reduzindo a possibilidade de erros de projeto.

O BIM também pode ajudar muito nos casos onde a complexidade não é apenas relacionada às formas ou subsistemas construtivos, mas também à logística, quando se requer o cumprimento de prazos muito desafiadores ou mesmo a coordenação simultânea de diversas frentes de obras. As vantagens são tamanhas que num futuro próximo, migrar para o BIM deixará de ser uma opção e passará a ser condição compulsória, para atuar na indústria da construção civil (CBIC, 2016).

CONCLUSÕES

O presente trabalho foi motivado pela contribuição em utilizar a metodologia BIM em obras de infraestrutura, tendo em vista que no Brasil, seu uso é predominantemente voltado a obras de edificações, embora algumas iniciativas tenham sido tomadas por agentes públicos e algumas empresas privadas para mudar essa realidade.

A partir deste trabalho foi possível entender que a adoção desta metodologia requer uma mudança em relação aos atuais métodos de trabalho, principalmente no que se refere à integração entre as diferentes equipes envolvidas em um projeto de engenharia, como também a necessidade de conhecimento e domínio das novas tecnologias envolvidas.

A possibilidade de compatibilizar as diversas etapas de um projeto com vistas à execução da obra, indica que o uso da metodologia BIM em obras de infraestrutura é imprescindível. Além de todas as vantagens citadas, ressalta-se que os benefícios do uso do BIM em projetos de engenharia são visíveis e almejados para todo o setor da construção, havendo necessidade de uma evolução gradual entre os níveis de detalhamento e desenvolvimento para que se possa usufruir dos resultados esperados, e que seu uso se torne uma realidade concretizada.

Algumas soluções possibilitam que os objetos constituintes de um modelo BIM sejam associados (linkados) com as atividades de um cronograma desenvolvido, permitindo que o controle da execução da obra também seja realizado com base nos modelos. Dessa forma, as extrações automáticas de quantidades dos modelos BIM, baseados nas fases planejadas podem agilizar e garantir a precisão das comparações entre serviços previstos e efetivamente realizados.

Como sugestão para trabalhos futuros sugere-se a continuidade deste estudo com integração às outras etapas de projetos, utilizando levantamento planialtimétrico realizado por VANT¹ e imagens da obra, bem como a utilização de outros modelos criados no AutoCAD Civil 3D, como o Infracad, que possibilita uma melhor visualização da obra.

1 VANT-Veículo Aéreo Não Tripulado ou também conhecido como aeronave remotamente pilotada.

REFERÊNCIAS

AUTODESK. **Autodesk University**. [S.l.]: Autodesk, 2018. 5 p. Disponível em: <https://www.autodesk.com/autodesk-university/>. Acesso em: 15/06/2021

AUTODESK. Civil 3D. **O que é AutoCad Civil 3D**. News Letter, 2020. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-autocad-civil-3d/>. Acesso em: 10/06/2021.

BAPTISTA, M.B.; NASCIMENTO, N.O. **Técnicas compensatórias em drenagem urbanas**. ABRH. Porto Alegre, 2015.

BENTLEY. **Software para projetos civil de estradas e rodovias**. 2021. Disponível em: <https://bentley.com/pt/products/brands/openroads>. Acesso em: 10/06/2021.

BRASIL. Decreto nº 10.306 de 2 de dezembro de 2020. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF: Senado, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>. Acesso em: 08/06/2021.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Diretrizes básicas para estudos e projetos rodoviários: escopos básicos**. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de drenagem de Rodovias**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Ministério da Infraestrutura. **BIM no DNIT**. Núcleo BIM no DNIT. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/bim-no-dnit/bim-no-dnit>. Acesso em 08/07/2021.

BRANDÃO, R. A. **Avaliação do uso de BIM para o estudo de obras de infraestrutura viárias**. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

BRANDÃO, R. A.; FERREIRA, E.A.M. **Aplicação do Bim no estudo de obras de infraestrutura viária e de terraplenagem.** In: [s.l: s.n.]. p. 45–62. Universidade Federal da Bahia, 2015.

CALDAS, A.R.R. **Aplicação da metodologia BIM para redução de erros em projetos de infraestrutura.** Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, 2021.

CÂMARA, A.M.M.; JESUS, P.P.; PEREIRA, L.F.; MONTELES, J.S. **Percepção ambiental dos catadores do sururu *Mytella charruana* do município de São José de Ribamar, MA.** COINTER PDVAagro – V Congresso Internacional das Ciências Agrárias. Edição 100% virtual, 2020.

CANHOLI, A.P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes.** Oficina de Texto, 2ª Ed. São Paulo, 2015.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Fundamentos BIM - Volume 1.**

Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras. Brasília, 2016.

COELHO, M.T.M. **Risco de inundação devido à fragilidade do sistema de drenagem na região metropolitana de São Luís, MA.** 375f. Tese de doutorado em urbanismo. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

DE BONIS, A. **Gestão ambiental de drenagem urbana no município do Rio de Janeiro: Apresentação do caso do rio dos Macacos.** Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

DE PAULA, R.M. **Projetos de infraestrutura urbana em loteamento residencial popular no município de Araquari – SC.** Trabalho de Conclusão em Engenharia de Infraestrutura do Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

DIOGO, F.J.A.; J.C.S. **Manual de pavimentação urbana. Drenagem: Manual de projetos.** Volume II, ABPv. Rio de Janeiro, 2008.

EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors.** 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011

FINKLER, R. **Planejamento, manejo e gestão de bacias. Unidade 1** – Universidade da Serra Gaúcha – RS, 2012.

INFRAESTRUTURA URBANA. **Monotrilho São Paulo.** Revista. Editora PINI. Nº25, Ano 3. São Paulo, 2013.

HUANG S.F.; CHEN, C.S.; DZENG, R. J. YE. **Design of track alignment using building information modeling.** ASCE, 2011.

LIMA, J.P.A. Aplicação da metodologia BIM para estudos de obras de infraestrutura de transporte: estudo de caso – projeto de pavimentação da via SC-436. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019. 78 p.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **The Business Value of BIM for Infrastructure: Addressing America's Infrastructure Challenges with Collaboration and Technology.** Bedford: s.n., 2012.

MELLO, R.B. **BIM e custos: Maximize os dados do modelo com o Navisworks e o Quantity Takeoff.** Autodesk University. Brasil, 2012.

MENEZES, G.L.B.B. BIM: um novo paradigma na academia e no mundo do trabalho. VII CONNEPI. Palmas -TO, 2012.

PARLIKAD, A. K. **Desafios na gestão de ativos de infraestrutura.** Universidade de Cambridge, Reino Unido, 2016. PORTAL AUTODESK. Site da Autodesk. 2014. Disponível em: <www.

autodesk.com>. Acesso em: 10/06/2021.

RADÜNS, C.D. **BIM aplicado a obras de infraestrutura (BiiM): mini e pequenas centrais hidrelétricas**. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2013.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Planejamento. Comitê de Obras Públicas. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. Florianópolis, SC: Governo de Santa Catarina, 2014. 98 p.

SANTOS, R.A. **Cálculo da chuva intensa pelo método das Isozonas para cidades do estado da Paraíba**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v. 19, n. 2, mai-ago. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, 2015.

SÃO PAULO. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo**. São Paulo, 2012.

SÃO PAULO (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos; diretrizes para projetos**. Vol. III. São Paulo: SMDU, 2012.

SÍNTESE – Sociedade Industrial e Técnica de Serviços e Engenharia Ltda. **Projeto de Macrodrenagem e Pavimentação de Ruas e Avenidas do Bairro Jardim Tropical e Adjacentes**. Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos – SEMOSP - Município de São José de Ribamar – MA. Avenida Paraíso. São José de Ribamar. 2017.

TUCCI, C.E.M. et al. **Drenagem Urbana**. In: TUCCI, Carlos Eduardo Morelli (Org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2007.

TUCCI, C.E.M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades: Programa de Modernização do Setor Saneamento. Brasília, 2005.

VANNI, G.S. **Controle de enchentes e gestão de drenagem urbana – Estudo para a Bacia do Rio Joana**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da UFRJ. Rio de Janeiro, 2004.

ZIGURAT. Global Institute of Technology. **As estratégias voltadas às obras de infraestrutura da frente parlamenta para implantação do BIM no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.e-zigurat.com/blog/pt-br/implatacao-bim-brasil-estrategias-voltadas-obras-infraestrutura/>. Acesso em 14/06/2021.

INDÚSTRIA 4.0: USO DA TECNOLOGIA PARA O CONTROLE E PREVENÇÃO DE PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Amanda Rodrigues Sousa

Eduardo Aurélio Barros Aguiar

Jorge Creso Cutrim Demetrio

Fernando Jorge Cutrim Demetrio

Rodrigo de Azevêdo Neves

RESUMO: A construção civil é um dos setores econômicos que mais tem relevância na maioria dos países, porém vem sofrendo pela baixa produtividade e qualidade no setor, acarretando em patologias nas construções, ocasionado também por projetos deficientes, falhas na execução seja por mão de obra desqualificada ou por materiais de baixa qualidade. No Brasil, o PIB nacional nos últimos anos teve um desempenho insatisfatório, abaixo do esperado para a construção civil, caindo de 6,5%, em 2012, para 4,5% em 2018 (IBGE, 2018). Momento então oportuno para a absorção da revolução industrial 4.0, criando e executando novas tecnologias para impulsionar os meios de construção como também várias oportunidades de negócio. A prática dessas tecnologias para a Engenharia Civil abrange várias fases, desde o planejamento até a manutenção pós-obra.

Palavras-chave: Construção civil; Indústria 4.0; Patologias das construções.

INTRODUÇÃO

A construção civil adotava e ainda adota métodos construtivos artesanais. Havendo avanços ao longo do tempo, entretanto a produção manual ainda é largamente utilizada nos países, principalmente o Brasil. Tendo como características: desperdício de materiais, baixa produtividade, baixo controle de qualidade e a grande variabilidade do produto final.

Para a melhora e/ou inovação e superação de obstáculos oriunda das indústrias da construção civil, que ainda optam pelos métodos

convencionais, muitos países já estão adotando novas tecnologias para dominá-los. Os sistemas convencionais acarretam problemas nas construções, como: a) atraso na entrega da obra; b) superfaturamento; c) problemas com materiais inadequados; d) baixa qualidade; e) falta de comunicação entre os profissionais do projeto com o responsável pela execução; f) falta de pessoal devidamente treinado e habilitado; g) falta de compatibilidade entre projetos arquitetônicos, estruturais, elétricos e hidráulicos; entre outros. Fora as crises que o governo enfrenta em certas épocas do ano sem previsão que dificulta o comprimento do cronograma físico-financeiro da obra.

Com o intuito de superar as dificuldades no setor industrial, a Alemanha, em 2011, planejou na Feira de Hannover apresentar uma solução para este problema. Solução esta chamada de 4ª Revolução Industrial ou também chamada Indústria

4.0. É a digitalização e automação de processos de fabricação, isto é, a fusão do físico com o virtual, tendo uma comunicação em tempo real dando a origem da integração e controle de produção.

No Brasil, a construção civil ainda é predominantemente artesanal, apesar de máquinas já serem incorporadas no canteiro de obras. Isso intercorre porque a construção civil se depara com dificuldades na adoção e propagação de novas tecnologias. Para essa adoção é necessário modificar a cultura empresarial, disponibilizar sucessivos treinamentos de equipes e integrar a cadeia de suprimentos.

A indústria 4.0 tem diferentes finalidades, não só a produção é “inteligente”, mas também a rede de abastecimento, o sistema de vendas, o marketing, o produto final e até mesmo a manutenção pós-venda. Aos poucos estão sendo praticadas na indústria da construção civil brasileira, tendo ainda muito espaço para melhorias, já que o setor enfrenta contratempos para aumentar a produtividade. O uso dela também pode provir da redução de custos de mão de obra e do produto final.

Patologias das construções nada mais é que ocorrências de problemas, falhas ou defeitos que comprometem uma ou mais funções do edifício, ou todo o seu conjunto. Isto é, o edifício perde o propósito para o qual ele foi construído. Tendo como preocupação primordial o conhecimento das causas e como evitá-los, o profissional deve sempre buscar formas para recompor a finalidade da edificação, devolver a finalidade para o qual foi estabelecido.

A origem das falhas está no: a) projeto deficiente; b) falhas na execução; c) nos materiais empregados e; d) na má utilização do edifício pelos usuários. Devido a isso, buscam-se tecnologias para uma melhor condução e compatibilização de projetos com todas as informações necessárias para uma construção satisfatória, evitando ou excluindo erros na execução e manutenção dessas edificações.

Este artigo tem como objetivo analisar algumas dessas tecnologias para controlar e prevenir patologias nas construções. Na seção 2 iremos abordar sobre a indústria 4.0, seus efeitos e implementação no Brasil; na seção 3 trataremos a respeito das patologias na construção, como ocorrem e o que se faz para prevenir ou recuperar; na seção 4 discutiremos a cerca das tecnologias que podemos implementar para o controle e prevenção das patologias; na seção 5 serão as considerações finais.

INDÚSTRIA 4.0

A indústria 4.0 foi um acontecimento inédito, pois foi a única revolução industrial que foi prevista e planejada. O setor industrial europeu passava por dificuldades durante as últimas décadas com o desenvolvimento industrial acelerado dos Tigres Asiáticos, acarretando uma desindustrialização nos países europeus devido à migração de grande parte da produção de bens duráveis para os países emergentes do oriente.

Conforme o ocorrido, o governo alemão criou o projeto High Tech Strategy em 2006 para aumentar a produtividade da sua indústria. Esse projeto contou com vários investimentos em inovação e tecnologia, por isso anos depois foi criada a indústria 4.0.

Segundo a Chanceler da Alemanha Angela Merkel, a definição de Indústria 4.0 “é a transformação completa de toda a esfera da produção industrial através da fusão da tecnologia digital e da internet com a indústria convencional.”.

Existem vários conceitos de Indústria 4.0 dados por diferentes autores por se tratar de um tema recente e ainda em fase de execução. A Indústria 4.0 é um plano de digitalização e automação do processo produtivo, e ainda de criação de cadeias digitais de valor que permitem a comunicação entre produtos, ambientes e parceiros comerciais (LASI, FETTKE, et al., 2014). São características da Indústria 4.0 a digitalização, autonomização, transparência, disponibilidade de informação em tempo

real e colaboração (PFOHL, YASHI E KURNAZ, 2017). A Indústria 4.0 representa a futura Quarta Revolução Industrial em que humanos e robôs trabalharão cada vez mais próximos em fábricas inteligentes (WEISS, HUBER, et al., 2016).

Em outras palavras, é a tecnologia que engloba processos físicos com virtuais, ocorrendo comunicação entre os processos em tempo real, portanto é a integração do mundo físico com o virtual, através da computação, da internet, de redes e processos físicos. São necessários tecnologias como: Cyber Physical Systems (CPS), a Internet of Things (IoT), a Internet of Services (IoS), fábricas inteligentes, Big Data, Cloud Computing, Segurança Cibernética e o Machine Learning.

BAUR e WEE (2015) apresentaram os seguintes fatores para esse modelo de indústria:

1. Aumento do volume de dados, da capacidade computacional e da conectividade;
2. Capacidade da análise de dados por setores de inteligência;
3. As novas formas de interação entre o homem e a máquina;
4. A melhoria na transferência de comandos digitais para o meio físico.

Ela indica o surgimento de novos produtos, serviços e modelo de negócios,

e ainda maior eficácia operacional, produtividade, crescimento e, melhoria da competitividade (KAGERMANN, WAHLSTER E HELBIG, 2013).

Com a compatibilização dos projetos de engenharia e arquitetura, os objetivos principais são: a) reduzir falhas de comunicação; b) reduzir retrabalho; c) aumento de produtividade; d) aumento da qualidade dos Projetos e; e) reduzir erros de compatibilização. Muitos problemas enfrentados na execução da obra iram acabar, pois, não só o tempo e economia serão evidenciados como também na utilização dos materiais de acordo com as normas e especificidade dos materiais entre os projetos compatibilizados. Todas as equipes estarão se comunicando e implantando formas que melhor atraem o cliente e o bom funcionamento do edifício para qual foi projetado.

Diversos países produziram projetos análogos com o objetivo de executar a indústria 4.0 depois da iniciativa alemã. Tendo a oportunidade

de mencionar os seguintes projetos: Advanced Manufacturing Partnership (USA), National Network for Manufacturing innovation (USA), Made in China 2025 (CHN), Factories From the Future (UE), Public-Private Partnership (UE) e the Industry of the Future (FRA).

Requisitos para a execução

Para a execução desse modelo foram especificados seis requisitos, segundo HERMANN, PENTEK e OTTO (2015), são eles: interoperabilidade, virtualização, descentralização dos controles dos processos produtivos, adaptação da produção em tempo real, orientação a serviços e produção mais bem adaptada a variação de demanda.

Interoperabilidade é a capacidade de trabalho em conjunto e comunicação do sistema. Para a indústria 4.0, a interoperabilidade permite que os Cyber Physical Systems (CPS) de uma indústria sejam capazes de interagir através da Internet of Things (IoT) apesar de que sejam fornecedores diferentes.

Virtualização no ambiente industrial são modelos virtuais e simulações que simbolizam comportamentos reais no ambiente virtual, sendo esses modelos obtidos através de dados coletados por diversos sensores ao longo de toda a cadeia produtiva, possibilitando o monitoramento remoto.

Descentralização dos controles dos processos produtivos, devido ao acesso remoto aos dados da produção, as tomadas de decisões podem ser feitas por mais de um profissional ou até por um CPS em conjunto com IoT, pois controla a produção em tempo real, mediante parâmetros pré-definidos e variáveis coletadas.

Adaptação da produção é a autonomia do gestor de tomar decisões imediatamente, seja para alterar a produção ou transferi-la, de uma maneira automatizada analisando os dados em tempo real.

A orientação a serviços surge simultaneamente com a IoS, onde as informações e serviços são disponibilizados em rede aberta, propiciando a customização da produção e maior flexibilidade de adaptação em consenso com as especificações dos clientes.

Sistema Modular lida com problemas de variação na demanda e acoplamento e/ou desacoplamento de módulos na produção, proporcionando um ganho de flexibilidade e adaptabilidade.

Situação brasileira

A indústria brasileira está ainda mais operante na produção em montagem e automação. O Brasil se classifica, segundo pesquisas do Relatório de Competitividade Global do Fórum Econômico Mundial, na 58ª posição no tópico inovação, que está referido à capacidade que um país tem em absorver novas tecnologias.

O Brasil também se classifica em 64ª posição no ranking das economias com maiores propensões e sucessos de inovação, segundo o Índice Global de Inovação.

Por enquanto, as empresas pioneiras que trouxeram equipamentos e definições de Revolução 4.0 são do setor automotivo, que se mostraram mais avançados no tema. Exemplos são: as fábricas da Fiat em Betim e da Mercedes- Benz, usando tecnologias como: exoesqueletos, realidade virtual, robôs colaborativos e aprendizagem de máquina em suas plantas. Portanto, a Mercedes- Benz teve proveitos de 15% de produtividade, 20% em eficiência logística e uma redução de estocagem de componentes de 10 dias para 3 dias. (FIRJAN, 2019).

Apesar de essas tecnologias terem sido preparadas há alguns anos e serem de confiabilidade e algumas de baixo custo, muitas empresas brasileiras não estão preparadas e/ou alertas para receber essas aplicações em escala industrial. Sendo muitas barreiras a superar entre elas, a falta de ofertas de investimento focados na execução das tecnologias da indústria 4.0.

Para seguir os modelos de indústria 4.0, a indústria brasileira e os órgãos governamentais precisam está em concordâncias com algumas das seguintes medidas:

- a. Adoção de processos produtivos enxutos: visto que os processos produtivos são racionalizados, podendo ter uma manufatura enxuta, com eficiência energética e redução de desperdícios. Observando que ao organizar os processos, o conhecimento de como ocorre, retirando processos desnecessários, racionalizando materiais e mão-de-obra, e digitalização do processo, a produção aumenta;
- b. Treinamento de operários e gestores: devido à distância entre conhecimento teórico dos centros de ensino e o prático das indústrias, deverá ser feitas parcerias com instituições acadêmicas e de pesquisas para a formação e

treinamento de mão de obra qualificada e especializada, focada na operação, manutenção e implantação de tecnologias digitais inovadoras;

- c. Reunir empresários e gestores da indústria com visão, arrojo e postura proativa;
- d. A implantação da indústria 4.0 deve começar por tecnologias disponíveis e de baixo custo;
- e. Aumento do investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação;
- f. Criação de um programa brasileiro de desenvolvimento de manufatura avançada;
- g. Um acordo bilateral entre o programa proposto de desenvolvimento da manufatura avançada brasileiro e o programa alemão 4.0: compreende em, aproveitar as experiências de países mais avançados no assunto, de modo a evitar erros, diminuir o tempo e aperfeiçoar a inserção da indústria 4.0;
- h. Alinhamento e alocação de recursos: uma vez que se tem falta de financiamentos, o governo investiria, promovendo crédito e recursos para os projetos;
- i. Engajamento de pequenas e médias empresas: por ser a maior parte da indústria brasileira é primordial a criação de programas para incentivar a adoção e disseminar conceitos do modelo industrial 4.0 e facilitar o uso por essas empresas.
- j. Realizar melhorias na infraestrutura de telecomunicações;
- k. Criação de uma rede de testbeds de manufatura avançada: a criação de ambientes para testes e demonstrações de novas tecnologias garante a eficácia e prevenção de falhas, isso é chamado de testbeds, com simulações de realidade do ambiente de produção. O uso desses testbeds por centros de pesquisa e empresas é mediante contratos com o governo (ABDI, 2017).

PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Patologias das construções é o ramo da engenharia que estuda as origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestações e consequências das situações em que os edifícios ou suas partes deixam de apresentar o desempenho preestabelecido.

Conceitos

Profilaxia: destina-se os meios para evitar ou prevenir anomalias ou problemas na edificação.

Diagnóstico: determinação das causas, agentes, dos mecanismos de formação e da gravidade potencial dos sintomas;

Prognóstico: determina a duração, a evolução e o termino do problema;

Terapias: conjunto de medidas destinadas a sanar o problema patológico;

Correção: é a metodologia usada para a eliminação dos defeitos causados pelos problemas patológicos.

Durabilidade: segundo a NBR 6118:2014, durabilidade consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e pelo contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto.

A patologias das construções é uma aflição bem antiga, por isso ainda há um estudo muito amplo dando ênfase as questões relativas à saúde e ao desempenho dos elementos construtivos que compõe uma edificação.

As manifestações patológicas se caracterizam pelas degradações detectadas na edificação, podendo ser formadas durante o período de execução da obra (sendo pelo uso de métodos construtivos ou materiais inadequados), na própria elaboração de projeto e/ou obtido ao longo do tempo de serventia da edificação.

A metodologia de análise das patologias é: Problema patológico – Levantamento de subsídios – Diagnóstico – Definição de Conduta.

Existem dois processos, são eles: Processos extrínsecos, isto é, as manifestações ocorrem de fora para dentro e os Processos Intrínsecos, ocorrendo de dentro para fora.

As agressões podem ser:

- a. Físicas: temperatura, umidade;
- b. Químicas: carbonatação, maresia, corrosão;
- c. Biológicas: água contaminada, solo, algas.

As causas imediatas que geram patologias são:

- a. Deslocamentos de fundações;
- b. Movimentação do terreno natural;
- c. Efeitos de condições climáticas;
- d. Alterações químicas dos materiais;
- e. Retração e expansão dos materiais;
- f. Defeitos de projeto;
- g. Defeitos de execução;
- h. Uso indevido da edificação;
- i. Falta de manutenção;
- j. Degradação dos materiais e seus componentes em função de seu envelhecimento natural.

A Sintomatologia apresentadas são:

- a. Fissuração;
- b. Desagregações;
- c. Deslocamentos;
- d. Falhas de concretagem;
- e. Deformabilidade excessiva;
- f. Manchas de umidade;
- g. Bolor e/ou outros microorganismos;
- h. Eflorescências;
- i. Mau funcionamento de esquadrias;

- j. Vibração excessiva;
- k. Problemas de ventilação;
- l. Mudanças de coloração.

Sana-se o problema praticando terapias de: recuperação; reforma; restauro; reabilitação; reforço; substituição; medidas complementares para extensão da vida útil.

Execução

Patologias causadas por erros de execução:

- a. Má impermeabilização ou falta dela;
- b. Concreto permeável, ou seja, muita areia e pouca pega (liga);
- c. Cobrimento de armaduras insuficientes;
- d. Recalques das fundações;
- e. Flechas excessivas das peças estruturais;
- f. Rigidez inadequada.

Patologias nas estruturas de concreto

Patologias apresentadas em estruturas de concreto, características, causas e precauções.

- a. Esmagamento do concreto:

Características: as fissuras aparecem nas duas faces opostas do pilar, ou nas suas arestas.

Causas: Secção insuficiente; armadura insuficiente; excesso de carga; concreto de má qualidade; desforma prematura; estribos muito afastados; Precauções: Escorar com urgência; aumentar a secção ou reforça-la com perfis metálicos.

- b. Esforço cortante:

Características: Fissuras à 60° e nas outras duas na horizontal, quanto menor a armadura transversal, menor é a capacidade de aviso.

Causas: Secção insuficiente; armadura transversal insuficiente;

empuxo horizontal superior ao previsto; concreto deficiente; deslizamento da fundação.

Precauções: Escorar com urgência; aumentar a secção ou acrescentar perfis de aço; acrescentar cintas.

c. Tração:

Características: Fissura ou abertura que secciona o suporte na horizontal.

Causas: Recalque de fundações; escavação em lote de terreno próximo; encurtamento das cabeças dos pilares inferiores.

Precauções: Averiguar o que se passa nas fundações, se o recalque persistir aconselhável escorar; reforçar as fundações usando injeções.

d. Flambagem:

Características: Ruptura rápida, com fissuração horizontal numa face do pilar. Por vezes, antes de aparecerem às fissuras, salta o concreto de recobrimento da armadura.

Causas: Secção insuficiente; armadura insuficiente; esbeltez não considerada; excesso de carga em pilares esbeltos.

Precauções: Escorar com urgência; aumentar a secção ou reforça-la com perfis metálicos.

e. Flexão:

Características: Fissura horizontal fina na cabeça e no pé do pilar.

Causas: Armadura insuficiente; aumento do momento consequente de um recalque; concreto deficiente; falta de ancoragem das barras em pilares no último andar; não consideração de solicitações horizontais.

Precauções: Escorar e estudar a causa; aumentar a armadura ou acrescentar perfis metálicos.

f. Retração:

Características: as fissuras situam-se a distâncias periódicas nas faces que sofrem maior insolação.

Causas: excesso de água (a/c) e cura deficiente, com forte insolação; cimento com forte retração; armadura com excesso de recobrimento; reduzida percentagem da secção das armaduras relativamente à do concreto.

Precauções: Verificar se o concreto tem a resistência requerida; se esta for correta, selar as fissuras para evitar a corrosão da armadura.

g. Torção:

Características: A ruptura é rápida se a armadura for escassa; forma um plano de rotação entre 45° e 75° no contorno da peça. Causas: secção insuficiente; armadura transversal e longitudinal insuficientes, ou estribos abertos; sobrecarga excessiva.

Precauções: escorar; aumentar a secção do elemento; colocar no seu perímetro chapas metálicas solidarizadas com resina epóxi.

Patologias em alvenarias

a. Esmagamento de alvenaria:

Características: Fissuras em paredes do andar inferior por deformação excessiva das lajes.

Causas: não foi prevista a transmissão de cargas pelas lajes. A primeira laje não foi dimensionada para suportar uma carga maior.

Precauções: Deixar uma junta entre a parede e a laje. Se a deformação for muito elevada e existirem outros problemas, reforçar a viga, dotando-a de maior rigidez.

b. Fissuras entre paredes e pilares:

Características: Fissura vertical na união entre alvenarias e pilares.

Causas: execução das paredes ao topo dos pilares, “engaste” não armado sobre pilares; movimentação da estrutura.

Precaução: Colocar armadura para evitar a fissuração.

Patologias diversas

a. Segregação:

Características: lançamento do concreto livre de grande altura; concentração de armadura que impede a passagem da brita;

vazamento da pasta de cimento através das formas; má dosagem do concreto; uso inadequado de vibradores.

b. Patologias por temperatura:

Características: são trincas horizontais na parede lateral devido à dilatação da laje por diferença de temperatura (externo-interna);

c. Manchas:

Características: os problemas de umidade podem se manifestar em diversos elementos das edificações como, por exemplo: em paredes; pisos; fachadas; componentes das estruturas de concreto armado. Geralmente, elas não estão correlatas a uma única causa.

Causa: Saturação da água nos materiais sujeitos a umidade.

Prevenção: deve-se estar em todas as etapas da construção, ou seja, desde o planejamento do projeto à execução e manutenção. Pode-se ser controlada também por impermeabilização, pinturas, ventilação ou com usos de calhas, ralos e rufos.

d. Eflorescência:

Características: devido à exposição de intempéries, há um surgimento de um depósito salino nas superfícies de alvenarias. É uma manifestação que surge em qualquer parte da edificação, mas, dependendo do grau de salinidade, pode levar ao deslocamento dos revestimentos ou pinturas, à desagregação das paredes e a queda de elementos construtivos.

Prevenção: escolha de materiais menos permeáveis e impermeabilização.

O estudo das patologias por ser ainda muito amplo e surgiu desde os primórdios das construções, elaborou-se um acervo com firmamento de conceitos, processos e métodos, viabilizando o aperfeiçoamento desse campo. Com isso, a Norma Brasileira (NBR) 15575 – 2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), demonstrando um avanço expressivo no cenário nacional nos últimos anos, em associação ao debate e criação de parâmetros em busca da minimização de manifestações patológicas.

Esta norma tem como metas o conforto e segurança em construções habitacionais, porém, o Brasil ainda não tem normas específicas para outros tipos de edificações.

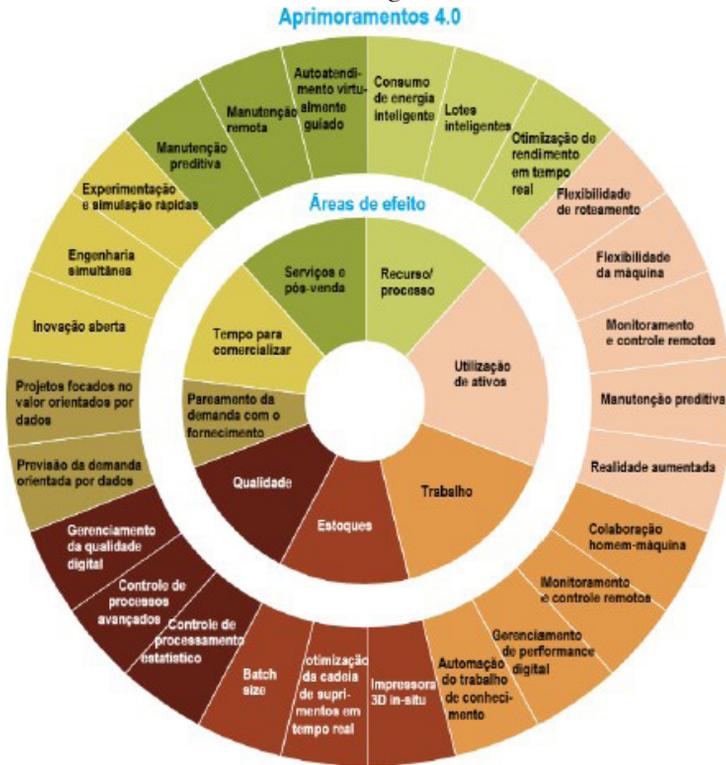
Os profissionais da construção civil adotam a Norma de Desempenho, que certifica as discussões na área da patologia das construções contribuindo para a redução da ocorrência de manifestação de patologias nas construções.

O conjunto normativo NBR 15575, foi disponibilizada a 1ª edição para consulta pública em 2007, entretanto, foi em 2013 que a NBR 15575 veio a vigorar e passou a ser aprovada em todo o mundo. Tendo como base elementos da construção civil, abrangendo uma sequência de exigências relacionadas a segurança (desempenho mecânico, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação), habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico, acústico e lumínico, saúde, higiene, qualidade do ar, conforto tátil, funcionalidade e acessibilidade) e sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e adequação ambiental).

TECNOLOGIAS QUE PODEM SER USADAS NO CONTROLE E PREVENÇÃO DAS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A disseminação das novas tecnologias no mercado vem sendo amplamente abordadas em vários países, entre elas: inteligência artificial, robótica, veículos autônomos, nanotecnologia, computação quântica, internet das coisas, biotecnologia e armazenamento de energia. Abordando temas que impactam na construção civil como: planejamento, orçamento, cronograma, custos, racionalização da construção, padronização da construção e mão de obra.

Figura 01 - Áreas de atuação das inovações, subdivididas em tipos de tecnologias.



Fonte: BAUR E WEE (2015)

Building Information Model (BIM)

Uma obra engloba vários projetos, sendo eles: projetos arquitetônicos, geotécnico, fundação, estrutural, elétrico, hidrossanitário, instalações de combate a incêndio e pânico, e outros mais específicos de acordo com cada obra. Devido aos projetos serem desenvolvidos em diferentes profissionais, programas e empresas surgiam ocorrências de inconformidade entre sistemas, sendo geralmente visíveis na fase de execução da obra. Acarretava também, a incompatibilidade em projetos, erros e omissões nos documentos, perda de produtividade, custos imprevistos, eventuais litígios judiciais e erros de execução e inaplicabilidade no gerenciamento de obra.

Com o intuito de sanar esses problemas, foi desenvolvida a plataforma BIM, que nada mais é a integração de programas/tecnologias que adotam a extensão IFC para se tornarem compatíveis, permitindo a troca de informações e dados entre softwares e a criação, utilização e atualização de modelos digitais feitos a partir de um arquivo padrão compartilhado entre equipes, sujeitos a elementos que possuem dados inteligentes que auxiliam no desenvolvimento de um projeto e durante todo o ciclo de vida de uma construção, seguindo o princípio da interoperabilidade da indústria 4.0. Proporcionando uma melhoria nos processos e resultados.

Com a tecnologia BIM é viável a observação e identificação de vários obstáculos já na fase de projeto, gerando uma maior produtividade na hora de construir, evitando retrabalhos e custos desnecessários. Além de tudo isso, os softwares BIM dispõem de inúmeras ferramentas que auxiliam no desenvolvimento do projeto agregando muitos detalhes e informações.

O uso dessa plataforma traz benefícios para o projeto como:

- a. Visualização antecipada e mais precisa de um projeto
Um dos modelos desta plataforma é a visualização 3D, sendo gerado diariamente, em vez de múltiplas vistas 2D. Podendo ser utilizado para a visualização do projeto em qualquer estágio do processo com dimensões consistentes em todas as vistas.
- b. Correções automáticas de baixo nível quando mudanças são feitas no projeto
Os objetos utilizados nesta plataforma têm controles paramétricos que garantem alinhamento apropriado, reduzindo assim a necessidade de o usuário gerenciar as alterações no projeto.
- c. Geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer fase do projeto
Para qualquer conjunto de objetos e vistas específicas do empreendimento, o modelo é capaz de projetar desenhos precisos e consistentes, reduzindo eficientemente a quantidade de tempo e o número de erros associados com a criação de desenhos de construção para todas as disciplinas do projeto.

Quando há modificações no projeto, desenhos complementares consistentes podem ser gerados tão logo as modificações sejam feitas.

- d. Colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto
Diminui o tempo de projeto e reduz consideravelmente os erros de projeto e omissões. Sendo mais eficaz em termos de custo do que esperar até que um projeto esteja próximo de terminar aplicar a engenharia de valor somente depois que as principais decisões de projeto já tenham sido tomadas.
- e. Verificação facilitada das intenções de projeto
Com as visualizações 3D, o BIM, possibilita de antemão e quantifica as áreas dos espaços e outras quantidades de materiais, permitindo estimativas de custos mais cedo e mais precisas.
- f. Extração de estimativas de custo durante a etapa de projeto
Em cada fase da criação do projeto, o modelo BIM pode extrair uma lista precisa de quantitativos e de espaços. Primeiramente, nas fases iniciais estimam-se custos unitários por metro quadrado, à medida que o projeto avança, disponibiliza quantitativos mais detalhados para todos os objetos contidos no projeto. É possível também, manter todos os participantes conscientes das implicações dos custos associados com cada projeto antes que ele progrida, para o nível de detalhamento requerido para licitação. Sendo assim, é possível tomar decisões de projeto envolvendo custos mais bem informados usando o modelo BIM do que um sistema baseado em papel.
- g. Incrementação da eficiência energética e sustentabilidade
Utilizando ferramentas de análise energética junto com o modelo de construção propicia uma avaliação do uso de energia durante fases mais preliminares do projeto. Não sendo isso possível utilizando ferramentas tradicionais 2D, pois requerem uma análise de energia separada e seja realizada no final do processo de projeto, reduzindo assim,

oportunidades de modificações que poderiam incrementar o desempenho energético da construção. Com a capacidade de vincular o modelo de construção a vários tipos de ferramentas de análise beneficia para diversas chances de melhorias e qualidade da construção.

Desafios da efetivação desse modelo

Com o uso inteligente da metodologia BIM, acarretará em mudanças consideráveis aos relacionamentos dos participantes do empreendimento e nos termos contratuais entre eles. Haverá colaborações mais cedo entre o arquiteto, o empreiteiro e outras disciplinas de projeto serão necessárias, já que o conhecimento fornecido pelos especialistas é de uso intenso durante a fase de projeto, isso não é congruente com o atual modelo de negócios que é projeto-concorrência- construção.

Os desafios são:

a. Desafios de colaboração e equipes

O BIM consiste em métodos de colaboração e desenvolvimento de equipes efetivas. Se os membros de uma mesma equipe usam ferramentas de modelagem, então ferramentas para movimentação dos modelos de um ambiente para outro ou a combinação desses modelos são necessários. Ocasionando complexidade e potenciais erros ao empreendimento. O modelo BIM usa uma extensão IFC para intercâmbio de informações.

b. Mudanças legais na propriedade e produção da documentação

Um dos desafios enfrentados é a de quem pertencem os múltiplos conjuntos de dados de projeto, fabricação, análise e construção, quem vai pagar por eles e quem é o responsável pela acurácia. Para cobrir essas questões, entidades como a AIA e a AGC, estão desenvolvendo diretrizes para a linguagem contratual.

c. Mudanças na prática e no uso da informação

As companhias de construção civil que integram projetos e execução serão mais beneficiadas por usarem a tecnologia BIM, por ser um modelo de construção compartilhado

como base para todo processo de trabalho e para colaboração. Com essa mudança em termos de tecnologia e nos processos acarretará tempo e educação.

d. Implantação

Para o uso efetivo do BIM, não requer só a substituição do modelo CAD 2D e 3D por uma modelagem BIM e nem na aquisição de software, treinamento e atualização de hardware. Demanda um entendimento profundo e um plano de execução antes da conversão começar, já que cada empresa tem seus setores específicos. Alguns passos gerais que precisam ser considerados: designar responsabilidade à alta gerência pelo desenvolvimento de um plano de adoção do BIM que cubra todos os aspectos do negócio da empresa e como as mudanças afetarão os departamentos internos e nos parceiros externos e clientes; criar uma equipe interna de gerentes principais responsáveis pela execução do plano com orçamentos de custo, tempo e produtividade; começar a usar a modelagem BIM em um ou dois empreendimentos menores, podendo ser até já terminados, em paralelo com a tecnologia existente e produzir documentos tradicionais a partir do modelo de construção, mostrando assim onde há deficiências nos objetos da construção; usar os resultados iniciais para educar e guiar a adoção contínua de software BIM e o treinamento adicional de pessoal; ampliar o uso do BIM para novos projetos e começar a trabalhar com membros de fora da empresa; continuar a integrar as capacidades do BIM em todos os aspectos das funções da empresa; replanejar periodicamente o processo de execução do BIM para ponderar os benefícios e problemas observados até então, estabelecendo novas metas de desempenho, tempo e custo; continuar a estender as mudanças facilitadas pelo modelo BIM para novos locais e funções da empresa.

Impressão 3D em concreto

A impressão 3D é um procedimento de manufatura de objetos sólidos tridimensionais em que se baseia na adição de material para a produção de objetos físicos camada por camada, a partir de um arquivo

digital, por uma máquina automatizada guiada por modelos 3D. Modelos esses que dão uma liberdade de criação ilimitada.

Como essa tecnologia apresenta um método de fabricação com capacidade de criar geometrias complexas utilizando menos material quando comparados aos métodos tradicionais de fabricação.

Independentemente deste tipo de impressão está atuando a mais de 35 anos no mercado, já que a primeira impressora 3D fabricada foi em 1983 pelo engenheiro Chuck Hull, a utilização dessa tecnologia na construção civil é bem recente, em virtude da dificuldade de se projetar uma impressora que seja grande o suficiente para executar um edifício.

Assim, vem se estudando e evoluindo em vários modelos de impressora e, principalmente em quais materiais utilizar. Pode-se usar metais derretidos, materiais em pó, líquidos ou semilíquidos como matéria-prima. Antes só era capaz de utilizar concreto como matéria-prima em grandes peças, agora ela é capaz de construir casas de pequeno porte.

Podendo ser instalada no próprio local da obra ou em ambientes controlados fabricando peça por peça a diversidade é o nível do controle do processo. Na área da construção apesar de não necessitar de montagem, há uma série de variáveis. Em ambientes controlados, há um controle de materiais, da temperatura e da umidade e em uma linha de produção contínua por utilizar um processo fabril.

Países como a China e os Estados Unidos, utilizam o método da impressão 3D dentro da construção civil, pois, as casas feitas com a impressora têm um baixo índice de desperdício de material, reduz notavelmente o custo de operários e matéria-prima.

Benefícios da impressora 3D

a. Liberdade de design:

Por apresentar infinitas formas no modelo virtual 3D, diminuem o custo de peças não padronizadas, oferecendo liberdade criativa a arquitetos e designers. A impressora também pode construir projetos complexos que estão além da capacidade dos métodos construtivos tradicionais.

- b. Construção autônoma:
Com essa tecnologia é necessário o mínimo de trabalho humano por ser uma construção autônoma.
- c. Substituição de equipamentos convencionais:
Comparadas aos equipamentos convencionais, as impressoras 3D são mais leves e móveis, possibilitando acesso a áreas remotas e perigosas. Apesar do alto custo da impressora, há uma compensação de custos com equipamentos convencionais, já que em uma construção gira em torno de 20% a 25% do total da obra.
- d. Previsibilidade e velocidade de entrega:
Podendo ser operada 24 horas por dia, 7 dias por semana e reduzindo falhas de execução, reduzindo assim eficientemente o tempo de construção.
- e. Redução de custos:
Por não necessitar de quase nada de mão de obra, racionalização do uso de matéria-prima e diminuição de gastos com equipamentos, o processo de impressão 3D reduz os custos.
- f. Sustentabilidade:
Por ter produção de peças complexas, há uma diminuição de consumo de materiais, já que dispensa gasto extra de material para unidades estruturais separadas devido a racionalização e controle de matéria-prima. Segundo especialistas 50% da matéria-prima pode ser de material reciclado.
- g. Propriedades especiais:
Por fabricarem peças cônicas, ocas e alveolares, agregam a seus produtos maior tração ou isolamento térmico apropriado. Tudo isso sem aumentar o peso da estrutura.
- h. Execução detalhada e precisa.

Desafios de implantação

O conservadorismo da indústria da construção civil, como também o alto custo inicial, já que requer maquinário, mão de obra qualificada, manutenção, transporte e armazenamento da impressa ainda são os principais fatores de resistência em adotar essa tecnologia.

Por ainda haver evolução dessa tecnologia, já que até agora só se foi usada em construções de pequeno porte e muitas das construções também são projetos industriais e de infraestrutura, a impressora ainda não compete com o sistema pré-fabricado, em preço e resistência estrutural.

Drones

Veículos Aéreos não tripulados (VANTs) ou drones foram desenvolvidos nos Estados Unidos para fins militares, durante a Primeira Guerra Mundial, com o potencial de utilização sendo estudado e descobrindo a aplicabilidade em diversas áreas, desde lazer até levantamento de imagens.

Por se tratar de um veículo pequeno, leve e controlado a distância, consome pouca energia e redução de custos por não necessitar de mão-de-obra especializada, ele tem vantagens em sua operação em locais de riscos e pode ser controlado de maneira autônoma por computadores.

O drone tem a possibilidade de acoplar dispositivos como câmaras, sensores de infravermelho, sensores térmicos, radares, lasers, GPS, etc.. Podendo suportar dependendo do seu modelo de 2kg a 500kg.

A inspeção da obra antes era feito pessoalmente, com o desenvolvimento e aplicabilidade dos drones, hoje, muitos aderiram esse método. Sendo importante no gerenciamento da obra, já que é possível fazer o acompanhamento, inspeções, controle e até manutenção no pós-obra.

Já que é um veículo aéreo não tripulado, o alcance de áreas de difícil acesso é permitido, como: represas, torres, prédios, igrejas, pontes, etc.

Sendo usando em todas as fases do projeto, pré-projeto-construção-pós- obra, diminui patologias, já que há a verificação e claro a reparação imediata. No pós-obra também é de extrema importância porque são feitas inspeções com ampla coleta de dados, permitindo

posteriormente o processamento digital das imagens com alta resolução e visualização completa que permite analisar as menores patologias, como fissuras de 0,1 mm.

Com esse tipo de inspeção também se avalia o estado desde a fundação até os acabamentos, sendo feita a manutenção preditiva e corretiva, perícia da edificação, orçamentos, condições de desempenho, vida útil, segurança, funcionalidade, estado de conservação, operação e utilização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas empresas ainda não viram uma forma de implanta-las e ainda há pouco estudo do aproveitamento e operação delas nas obras brasileiras.

Porém, vimos que vários problemas enfrentados nas construções por erros e omissões nos projetos serão praticamente extintos com a adoção dessas tecnologias. Um dos problemas que mais aparecem nas obras e pós-obras no Brasil são a má funcionalidade ou a perda do desempenho preestabelecido da edificação. As ferramentas que podemos utilizar da indústria 4.0 implicará na melhor resolução desses problemas, pois os projetos e mão-de-obra estarão compatibilizados e colaborando entre si. Uma solução que ao longo prazo supre as necessidades enfrentadas hoje pelo sistema convencional de construção.

A plataforma BIM é que é mais utilizada hoje pelas empresas, entretanto em um percentual pequeno, cerca de 9,2% das empresas já aderiram, e essa porcentagem equivale só a 5% do PIB da construção. Mas, agora em 2021, com o apoio governamental esse número tende a aumentar. Sendo de boa aceitação no mercado, a metodologia BIM é uma tecnologia de grande potencial.

A impressora 3D em concreto é um modelo construtivo que utiliza manufatura aditiva, permitindo uma construção customizada, racionalização de materiais, detalhamento no processo de construção, previsibilidade, redução dos custos de mão-de-obra e equipamentos. Entretanto, ainda não uma utilização em larga escala, no Brasil há startups que estão desenvolvendo protótipos pra esse fim.

Os drones ou VANTs coletam dados com alta resolução, é econômico, tem mobilidade para inspeções, levantamento de campo e preços acessíveis. Sendo aplicados desde a fase de levantamento de

campo ao pós-obra, fazendo manutenções. No Brasil, sua utilização já está em cerca de 20 empresas ofertando o equipamento e seus acessórios, e aproximadamente cerca de 26 mil VANTs estão sendo utilizados por profissionais da área da construção.

Mesmo com essas tecnologias, ainda há uma constante evolução do desenvolvimento delas, sendo adaptadas para atender as necessidades do setor da construção civil, tendo como base a importância econômica que a construção civil representa para o mundo, é crucial a necessidade de aprimorar técnicas e implantar tecnologias a favor da melhoria tanto nos processos de construção como no ciclo de vida da edificação. Possibilitando também vários benefícios para o governo, para os negócios das empresas e para os clientes, já que muitos problemas serão extintos ou precários para a utilização e manutenção dos empreendimentos.

REFERÊNCIAS

ABDI, A.B.D.D.I.-. Inovação, Manufatura avançada e o futuro da indústria: uma contribuição ao debate sobre as políticas de desenvolvimento produtivo. Brasília, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto: Procedimentos. Ano 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575. Edificações Habitacionais: Desempenho. Ano 2013.

BAUR, C.; WEE, D.. Manufacturing's next act. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/engineering-construction-and-building-materials/our-insights>. Acessado em: 13/01/2021.

BAUR, C.; WEE, D.. Manufacturing's next act. **Mickinsey and Company**, 2015.

EASTMAN, C.; TELCHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K.. **Manual de BIM**: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FIRJAN. Indústria 4.0. **Cadernos SENAI de Inovação**, Abril 2016.

FIRJAN. Indústria 4.0: Internet das coisas. **Cadernos SENAI de Inovação**, Junho 2016.

FIRJAN. A Indústria 4.0 no Brasil: oportunidades, perspectivas e desafios. **Tendências e Inovação**, Rio de Janeiro, Jan. 2019.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. O que é patologia das construções? **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Arquitetura (IBDA)**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1620#:~:text=Na%20pr%C3%A1tica%20a%20patologia%20das%20constru%C3%A7%C3%B5es%20%C3%A9%20o,e%20sua%20doen%C3%A7a%20precisasse%20ser%20diagnosticada%20e%20tratada>>. Acesso em: 12/01/2021.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. Patologia da construção civil: o que é e como tratar. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Arquitetura (IBDA). Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=2232>>. Acesso em: 12/01/2021.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B.. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. Technische Universität Dortmund, 2015.

IBGE. Contas Nacionais Trimestrais, Out./Dez. 2018.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0**. Final report of the Industrie 4.0, 2013.

LASI, H. et al.. **Industry 4.0**. Business & Information Systems Engineering, v.6, Jun/2014.

PFOHL, H. C.; YAHSI, B.; KURNAZ, T.. **Concept and Diffusion-Factors of Industry 4.0 in the Supply Chain**. Dynamics in Logistics, p.381-390, 2017.

RIBEIRO, Douglas A. C.. **Tecnologias advindas da indústria 4.0 aplicada na construção civil: efeitos e desafios da implantação no Brasil.** Universidade Federal de Ouro Preto. 2019, Ouro Preto.

SENA, Gildeon O.; NASCIMENTO, Matheus L. M.; NETO, Abdala C. N.; LIMA, Natália M.. **Patologias das Construções.** 2020, Salvador.

WEISS, A. et al.. **First Application of Robot Teaching in na Existing Industry 4.0 Enviroment: Does It Really Work?** Societies, v.6, p.20, 2016.

PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE OBRAS COM AUXÍLIO DE MÉTODOS BIM 4D (BUILDING INFORMATION MODELING)

Marcos Vinicius dos Santos Miranda

Rogério Henrique Frazão Lima

Igor Mendes Monteiro

RESUMO: Este trabalho busca compreender a utilização da metodologia Building Information Modeling (BIM) que em português significa Modelagem da Informação da Construção, para auxílio de planejamento e gerenciamento de obras, com a utilização do software BIM: Revit 2019 e Navisworks 2019 da Autodesk e com a utilização do software Ms Project 2013 da Microsoft para planejamento e gerenciamento. O sistema BIM, tem como recursos a visualização dos projetos em três dimensões (3D), facilitando a visualização de incompatibilidades entre projetos, sendo este um dos grandes vilões para atrasos nos prazos de execução das obras. Com esta percepção de visualizar toda obra em um modelo virtual, é possível fazer a correção de incompatibilidades e erros que aconteceriam no andamento da obra já na fase de projetos. Com a utilização do Ms Project 2013, é possível elaborar todo cronograma de execução e inseri-lo no Navisworks 2019, que quando associados o 3D do BIM ao tempo, forma-se o BIM 4D, podendo acompanhar a obra e analisar se está coerente com o planejado etapa por etapa e replanejar o restante caso necessário.

Palavras-chave: Gestão de obras; planejamento; orçamento; BIM; controle de obras.

INTRODUÇÃO

Com o processo de industrialização 4.0 em andamento a nível global, o setor da indústria da construção civil nacional vem passando por uma mudança. Afim de modernizar processos, aumentar produtividade, reduzir fluxos, prazos, custos, as construtoras e toda cadeia produtiva vinculada à construção civil vem modernizando processos e metodologias de trabalhos, uma delas é a implementação da

metodologia BIM (Building Information Modeling), que em português significa Modelagem da Informação da Construção.

A implantação da metodologia BIM vem alterando hábitos na gestão de empreendimentos, que quando aplicada junto ao conceito Lean Construction, trazem inúmeras reduções nos canteiros de obras, tornando obras cada vez mais enxutas, com melhor qualidade e menores riscos de prejuízos financeiros.

A metodologia BIM, utilizada desde a concepção até o pós-entrega de empreendimentos, tem seu ponto forte no quesito elaboração de projetos, tornando-os cada vez mais precisos e mais próximos do que será construído. A assertividade nos projetos técnicos dão passos longos quando elaborados em BIM, pois dispõe de ferramentas como Clash Detection, capaz de analisar incompatibilidades entre projetos, e assim, evitar frustrações no andamento da obra.

Além de tornar projetos cada vez mais precisos, com menos erros e incompatibilidades, a interoperabilidade faz com que vários projetistas consigam se comunicar através dos próprios projetos. Comunicação altamente importante entre projetistas.

Para os gestores de obras, esta metodologia traz inúmeras ferramentas úteis, desde a extração precisa de quantitativo de materiais e serviços, até a gestão do empreendimento com auxílio de simulações em 4D e 5D.

Em 2 de abril de 2020, foi assinando um decreto nacional de nº 10.306, tornando a metodologia BIM obrigatória na esfera pública Federal a partir de janeiro de 2021 para elaboração de projetos de arquitetura e engenharia; em janeiro de 2024 para na gestão de obras e em janeiro de 2028 para manutenção e operação. Decreto que vem servindo de impulso para que os Estados passem a adotar a metodologia. Esta que vem ganhando cada vez mais força, pois foi aprovada a obrigatoriedade em licitações pela lei 14.133/20.

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Building Information Modeling (BIM), em português significa Modelagem da Informação da Construção, é um novo conceito adotado para o desenvolvimento na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC), e pode ser interpretado como um conjunto de informações que surgem durante um ciclo de vida de um empreendimento. A tecnologia utilizada em softwares capazes

de modelar imagens em três dimensões (3D), no decorrer dos anos sofreram grandes inovações, e umas dessas foi a inserção de informação a modelagem. O objeto modelado passa a transmitir informações, e não só características geométricas, e nesse exato momento gera-se o BIM, quando o próprio software passa a transmitir detalhes, especificações, dimensões, volumes e qualquer outra informação da modelagem.

O BIM contempla relações geométricas, espaciais, geográficas, quantitativos e informações construtivas de cada elemento (como por exemplo, fabricantes, especificações, etc.), onde há uma parametrização de informações, sendo capaz de compatibilizar a outros projetos. No BIM, o projeto utilizado pode ser associado por completo no ciclo de vida de uma construção, incluindo processos e sistemas construtivos, instalações e todo acabamento de um empreendimento. Para Eastman (2014, p. 243), o BIM dá suporte para fabricantes e subempreiteiros.

[...] O BIM tem sido aproveitado para permitir graus de pré-fabricação maiores do que era possível sem ele, encurtando os prazos e aprofundando a integração do projeto. [...] Para além de impactos de curto prazo sobre a produtividade e qualidade, o BIM permite mudanças de processos fundamentais, porque oferece o poder de gerir a intensa quantidade de informações necessárias para personalização em massa.

O BIM é capaz de criar edifícios virtuais por meio de ferramentas tridimensionais, as mais conhecidas no mercado mundial são: Revit e ArchiCad, entre outros. Todas as informações necessárias a representações gráficas, a análises construtivas, a quantificações de serviços e produtividade Hora/homem (H/h), do início da obra até a conclusão.

A capacidade de projetar um edifício, constituído de fundação, paredes, pisos, esquadrias, telhados, gera a informações necessárias para aprovação de viabilidade e execução do empreendimento, onde essa parametrização é gerada automaticamente e associada a cada um dos elementos do projeto.

Vantagens do BIM

O BIM permite de forma fácil e rápida, conferir incompatibilidades entre projetos arquitetônico, estrutural e complementares utilizando a função Clash Detection; permite visualizar em uma maquete virtual toda edificação em 3D, e visualizar etapa por etapa; é capaz de gerar

relatórios com quantitativos de materiais e serviços, podendo este ser utilizado na elaboração do orçamento.

Vantagens do BIM na pré-construção

Proporciona uma análise de viabilidade entre todos os projetos técnicos, aumentando a qualidade de desempenho do empreendimento, permite visualizar em 3D toda a construção de forma antecipada e precisa, etapa por etapa; permitindo assim corrigir erros nos projetos, mostrando incompatibilidades no qual poderão causar atrasos no decorrer da obra, consegue extrair quantitativos de todos os elementos no projeto e até inserir preços nos elementos, podendo assim mostrar o custo de cada etapa de um empreendimento. Segundo Eastman (2014, p.17),” Avaliações de alternativas de projeto feitas mais cedo usando ferramentas de análises/simulação incrementam a qualidade da construção como um todo”.

Vantagens do BIM na execução

Através de ferramentas como Revit, MsProject e Naviswork, o processo de gestão é capaz de fazer uma sincronização entre estas ferramentas, podendo replanejar todo o empreendimento caso ocorram interferências no decorrer da obra, podendo tornar as reações a reparos mais rápidas, seguindo o ciclo PDCA mais rápido e eficiente uso do modelo de projeto como base para componentes fabricados; a facilidade de implementar técnicas de construção enxuta, sincronização da aquisição de materiais com o projeto e a construção.

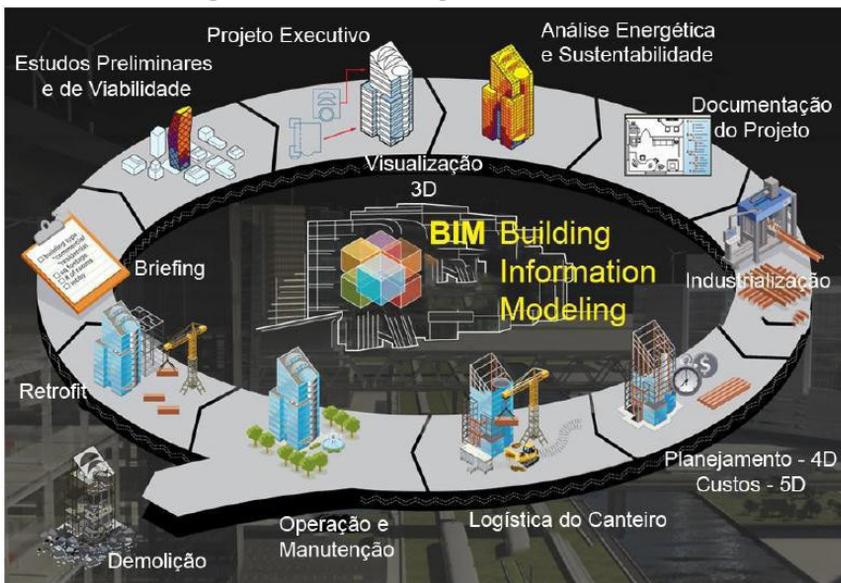
Vantagens do BIM na pós-construção.

O BIM é tem divisões que vão do 3D, 4D até o 8D, e nessas divisões é possível trabalhar a manutenção e assistência predial pós-conclusão de obra, através da integração dos sistemas o gerenciamento é facilitado.

Processos e ferramentas

A integração de informações e parametrização estão inseridos no BIM de forma inteligente, e para que ocorra essa integração é necessário envolver todos os interessados no processo, inicialmente pelos projetos, em seguida pelo planejamento, equipes de produção e controle, sendo elas próprias ou terceirizadas e o pós-obra, está tratando-se da manutenção. As relações de interdependência são intensas e essenciais, devem englobar todos os participantes do processo (ADDOR et al., 2010). A figura 01, a seguir, detalha o ciclo e onde este integra todos os envolvidos no processo.

Figura 01 – Ciclo de processos em BIM.



Fonte: Dizpenza (2010)

Segue abaixo a lista das etapas dos processos;

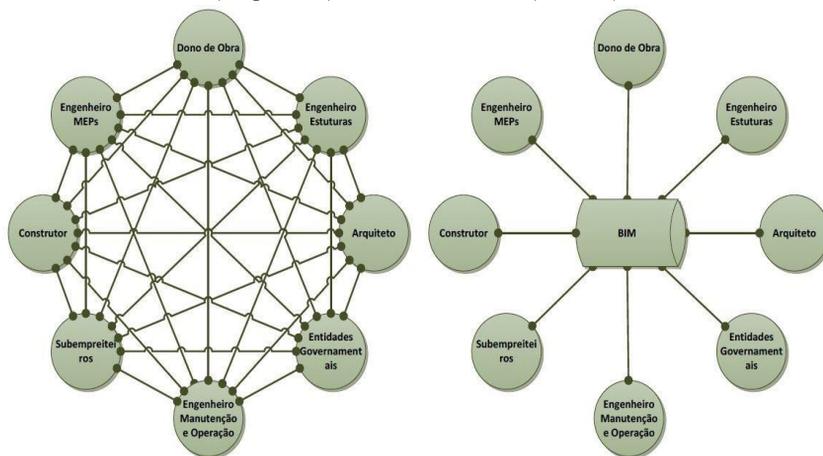
- Estudos preliminares e de viabilidade;
- Concepção do projeto;
- Projeto executivo;
- Análises energéticas e sustentabilidade;
- Documentação;
- Planejamento 4D e 5D;
- Modelos de fabricação;

- Logística e construção;
- Operação e manutenção;
- Demolição (caso necessário).

De acordo com Ayres (2009) o processo de projetos compreende uma série de aperfeiçoamento em um conjunto de informações transmitidos às fases seguintes.

Segundo Eastman et al. (2011) a concentração de informações reduz consideravelmente o número de canais de informações, consequentemente diminui conflitos. O BIM permite maior integração de projetos e processo envolvidos na construção, promovendo maior qualidade ao edifício, com menor custo e redução de tempo de projetos. O impacto na gestão da comunicação pode ser verificado na figura 02, que representa um comparativo entre o modelo tradicional e o modelo BIM.

Figura 02 – Transferência de informações modelo tradicional (esquerda) e modelo BIM (direita).



Fonte: Eastman (et al., 2011), Pereira, (2013, p. 5.)

Revit

O Revit é o software com metodologia BIM mais conhecido e líder no mercado mundial para uso BIM. Foi desenvolvido em 2002 pela Autodesk, empresa que revolucionou a engenharia através do

AutoCad, no qual foi possível elaborar projetos através de desktops, que antes eram elaborados manualmente. O Revit é uma plataforma separada do AutoCad, com base e estrutura de arquivos diferentes.

É englobado pelas seguintes famílias, Revit Architecture, Revit Structure e Revit MEP. Nele, são incluídas interfaces gbXML para simulação de energia e análise de cargas; interfaces diretas com o ROBOT e o RISA para análises estruturais e a habilidade de importar modelos do SketchUp, uma ferramenta de projeto conceitual, e outros sistemas que exportam arquivos DXF. Interfaces de visualização incluem DGN, DWG, DWF™, DXF™, IFC, SAT, SKP, AVI, ODBC, gbXML, BMP, JPG, TGA e

TIF. O Revit baseia-se nos cortes 2D como uma forma de detalhar a maior parte dos conjuntos.

Navisworks

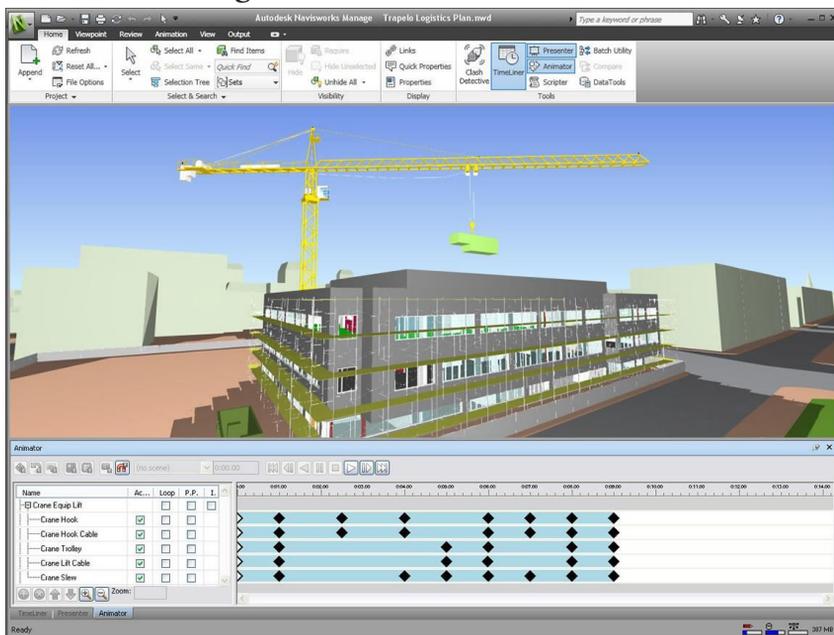
O Navisworks Manage é um software para análise de projetos 3D. Foi desenvolvido pela Autodesk, e permite que profissionais de arquitetura, engenharia e construção AEC analisem de forma completa e façam simulações de projetos, verificando incompatibilidades, erros de projetos, facilitando a correção prévia de todos os problemas que possam surgir no decorrer da execução de um empreendimento.

Através de ferramentas como *TimeLiner* e o *Clash Detection*, o Navisworks se torna um grande aliado na gestão de um empreendimento, mais abaixo será falado sobre estas duas ferramentas. A compatibilização entre os projetos através do Navisworks, é uma grande arma para redução de custos, no qual é possível visualizar interferências e incompatibilidades associadas a cada projeto, simulando todo empreendimento em qualquer data dentro do cronograma da obra. A navegação é em tempo real, mas as correções podem ser feitas a qualquer momento após a detecção de erros.

TimeLiner

A ferramenta *TimeLiner* permite criar ou importar cronogramas do planejamento, no qual é possível conectar tarefas da obra, em um planejamento sequenciado aos seus respectivos objetos, criando simulações do desenvolvimento da obra. Permite a criação de animação e nela fazer uma comparação entre o que foi planejado x executado, como mostra a figura 3.

Figura 03 – Ferramenta TimeLiner.

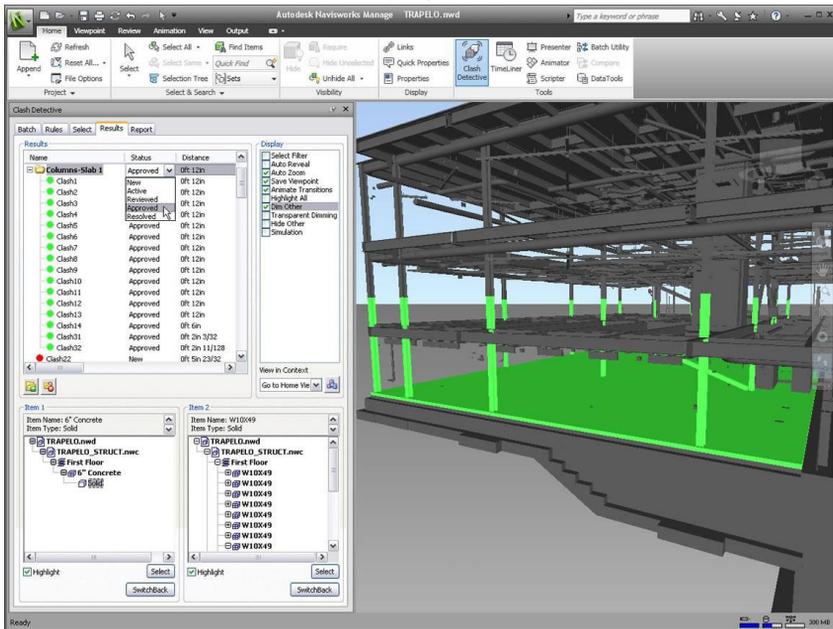


Fonte: Autodesk (2017).

Clash Detection

A *Clash Detective* é uma ferramenta que permite as verificações de interferência no projeto com base. Exemplo: duas tubulações em projetos diferentes quando vinculadas ao mesmo projeto coincidem no mesmo local, dando interferência. Esta ferramenta pode ir ainda além quando vinculada a *TimeLiner*, permitindo testes de interferências ao longo de todo o cronograma em uma animação completa.

Figura 04 – Clash Detection para identificação de incompatibilidade de projetos.



Fonte: Autodesk (2017).

PLANEJAMENTO DE OBRAS

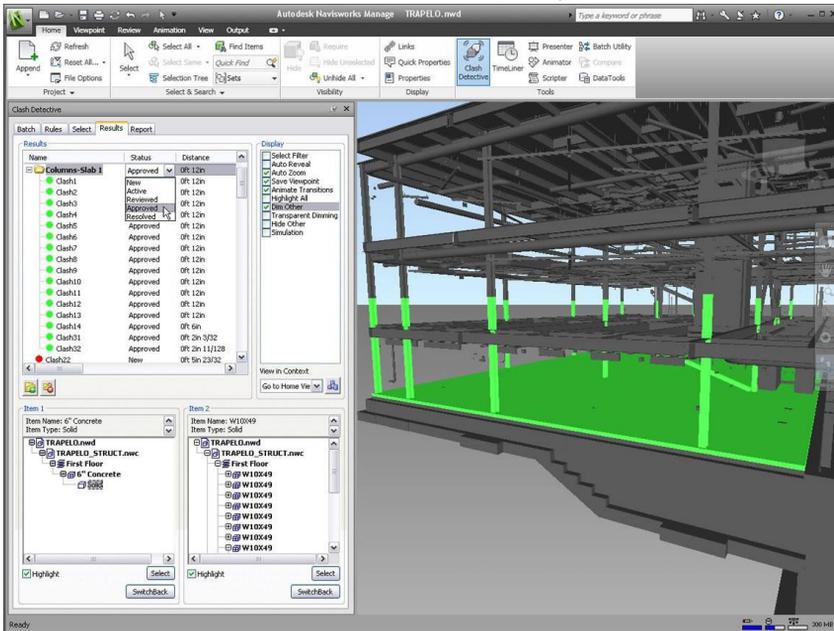
Segundo Mattos (2010, p.17), “planejar é pensar, aplicar, controlar e corrigir a tempo um determinado projeto”. Dentro do gerenciamento, um dos seus fundamentais derivados é o planejamento, onde sua importância interfere em todos os demais, como a compra de matérias, a gestão de pessoas, custos, prazos e a qualidade.

Importância de planejar

Planejamento de obras consiste em seguir processos semelhantes, variando apenas a dimensão de cada projeto. Cada projeto tem sua importância para a empresa, e a capacidade de seus gestores darem soluções rápidas e eficazes para cada problema é proporcional ao monitoramento, o controle que os mesmos tenham em seus projetos. Mattos (2010, p.21) afirma a importância de planejar com eficiência

onde ele fala” deficiências no planejamento e no controle estão entre as principais causas das baixas produtividades no setor, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos seus produtos”, onde tudo isso onera em custos não previstos à empresa.

Tabela 01 - Benefícios do planejamento.



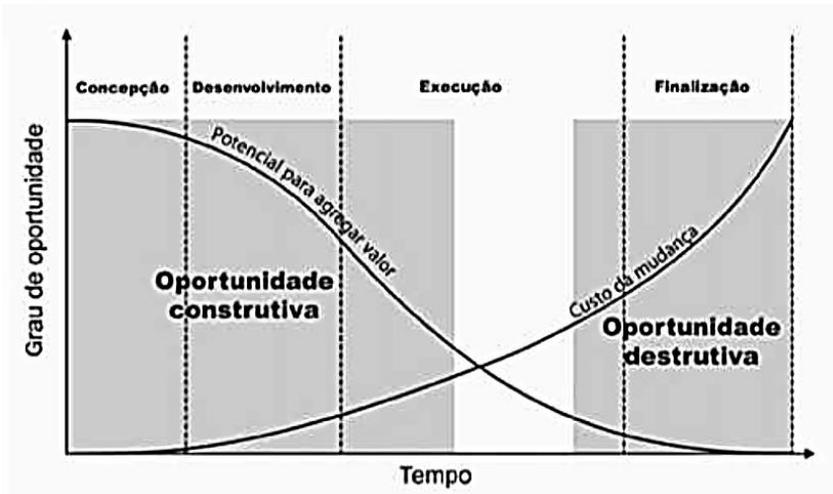
Fonte: Mattos (2010)

Conhecimento pleno da obra: Ao dar início ao empreendimento, todo responsável técnico, gestor devem estudar a fundo os projetos do empreendimento, analisar todo o método construtivo, identificar desvios no orçamento inicial, serviços não previstos no orçamento, estimar produtividade e tempo de cada atividade, quantificar equipes necessárias para cada frente de serviço.

Detecção de situações desfavoráveis: A capacidade de prever situações desfavoráveis, permite um maior tempo para tomadas de medidas possíveis, adotando medidas preventivas, pelo método PDCA.

Quanto maior a antecipação do problema, mais rápido será a solução, e menor será o custo. Mattos mostra o grau de importância para intervenções rápidas, pois quanto antes corrigir o problema, menor será o custo no final como mostra a figura 5.

Figura 05 – Grau de oportunidade da mudança em função do tempo.



Fonte: Mattos (2010).

Agilidade de decisões: O planejamento e o controle permitem uma visão geral da obra, servindo de base para decisões gerenciais, onde é possível tomar decisões diárias sobre o andamento do empreendimento, necessidade de inserção ou retirada de recurso, substituição de equipes improdutivas.

Relação com o orçamento: O casamento entre planejamento e orçamento é o passo inicial para a gestão, pois serão dimensionados os recursos, parametrizando o quantitativo de equipes e materiais para cada etapa.

Otimização da alocação de recursos: Com a análise do planejamento junto ao quantitativo de produtividade das equipes, é possível ver os pontos fracos e fortes de cada etapa, quais equipes ou funcionários estejam improdutivos, para que possam ser realocados.

Referência para acompanhamento: Após criado a *BaseLine*, ela servirá como padrão para o andamento do empreendimento, com ela será permitido comparar o real executado com o que foi previsto, para tomar providências antecipadas

Padronização: Quando algo é padronizado, provavelmente ele foi testado antes e aprovado, a criação de padrões aumentam o desempenho na obra, pois todos terão que seguir aquele padrão, ao contrário de quando não há, onde podem ocorrer divergências entre

todos os colaboradores participantes. Ex. Quando é estabelecido metas de produção e aqueles que alcançarem sejam bonificados, todos os demais que não conseguiram passaram a se empenhar mais para atingi-las se adequando aos que conseguiram.

Documentação e rastreabilidade: Do processo de iniciação da obra até a conclusão, são gerados inúmeros documentos, todos com sua fundamental importância, por isso é necessário criar um sistema de rastreamento para cada um, pois podem ser úteis para resolução de pendências, resgate de Informações, elaboração de pleitos contratuais, defesa de pleitos de outras partes, mediação de conflitos e arbitragem, A falta de administração contratual é um problema sério nas construtoras.

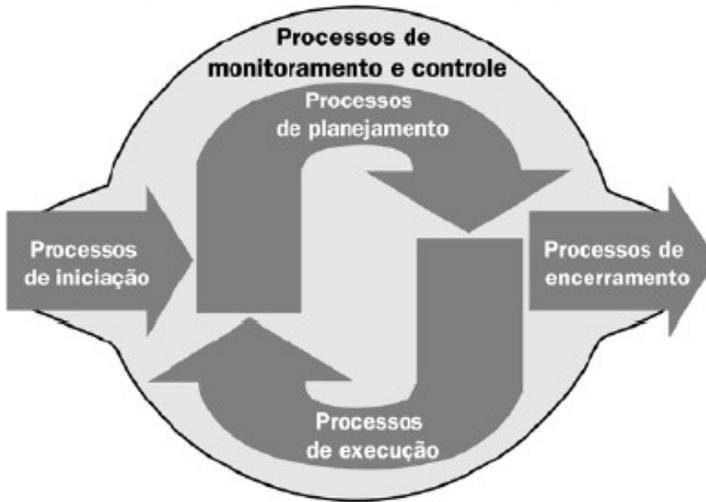
Criação de dados históricos: O planejamento serve de base para o desenvolvimento de cronogramas e procedimentos para obras similares. A empresa passa a ter memória.

Profissionalismo: O planejamento dá ares de seriedade e comprometimento à obra e à empresa, ele causa boa impressão, inspira confiança nos clientes e ajuda a fechar negócios.

Ciclo de vida do Projeto

De acordo com o PMI (2013, p. 38), “o ciclo de vida do projeto é a série de fases pelas quais um projeto passa, do início ao término. São geralmente sequenciais e os seus nomes e números são determinados pelo gerenciamento e controle da organização envolvida no projeto”. Composto pelas fases de iniciação, execução, monitoramento e controle, e encerramento como mostra a figura 06.

Figura 06 – Ciclo de vida de um projeto.



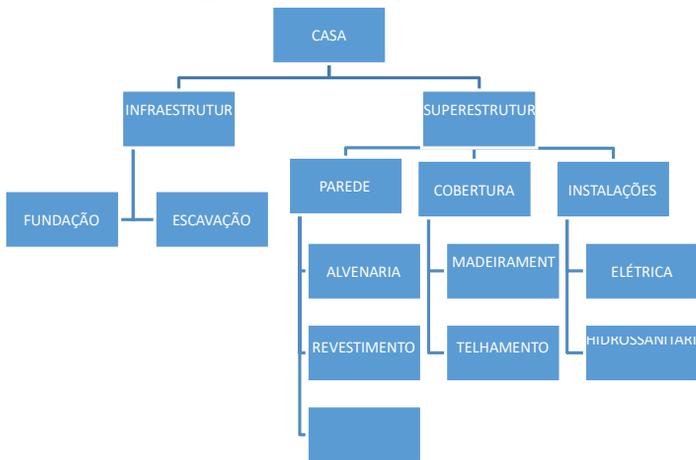
Fonte: PMI (2013).

No processo de iniciação, tem-se o planejamento, onde é necessário o uso de um roteiro com os seguintes passos:

- Identificação de todos os serviços
- Definição do tempo
- Definição das predecessoras para cada serviço
- Montagem do diagrama de rede
- Identificação do Caminho crítico
- Geração do cronograma incluindo folgas

A maneira mais rápida para identificação dos serviços é através da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), nela são criados níveis hierárquicos dos serviços, onde quanto mais níveis, mais detalhada, mais trabalhosa para controlar, mas mais eficiente será, exemplo de EAP na figura 07.

Figura 07 – Exemplo de EAP.



Fonte: PMI (2013).

A definição do tempo, toda atividade do cronograma precisa ter uma previsão de duração para que seja concluída. A relação hora/homem normalmente define a quantidade de funcionários para cada serviço, mas há atividades que a duração é fixa, independentemente da quantidade de recursos atribuídos a ela.

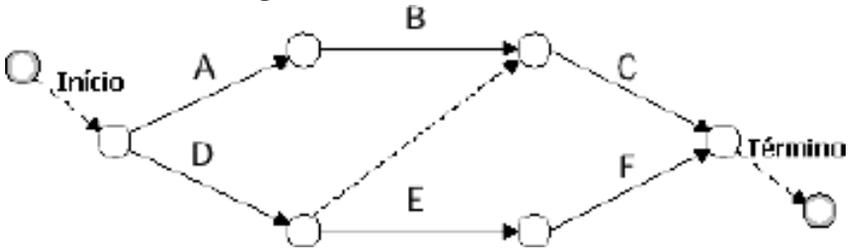
Para estabelecer uma média de tempo para os serviços, primeiramente é necessário quantificar o serviço, então usa-se alguns modelos já padronizados, TCPO e SINAPI são referências para encontrar essas produtividades médias. Por exemplo: 40,00 m² de parede a ser construída, no TCPO 1 pedreiro + 1 servente, fazem em média 10,00 m² por dia, então a previsão de conclusão para o serviço é de 4 dias, dobrando a quantidade de recursos, pode ser feito pela metade do tempo.

Após definir os tempos de todas as atividades, é necessário definir a sequência de cada serviço a suas predecessoras, como exemplo: Aplicação de selador, aplicação de massa corrida e pintura, esta é a ordem de execução, e é assim que deve ser definido suas predecessoras, Não se pode colocar no cronograma pintura antes de reboco, pois estará errado, deve-se respeitar rigorosamente cada etapa construtiva.

Em seguida é feito a montagem do diagrama de rede, que é justamente a montagem da sequência elaborada, onde cada atividade já

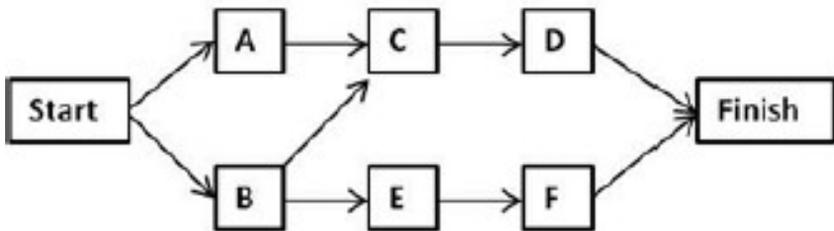
com suas durações inclusas, são ligadas as suas predecessoras, gerando assim um diagrama de rede, onde existem dois métodos empregados, o de flechas e o de blocos, figura 08 e 09.

Figura 08 – Método das flechas.



Fonte: PMI (2013).

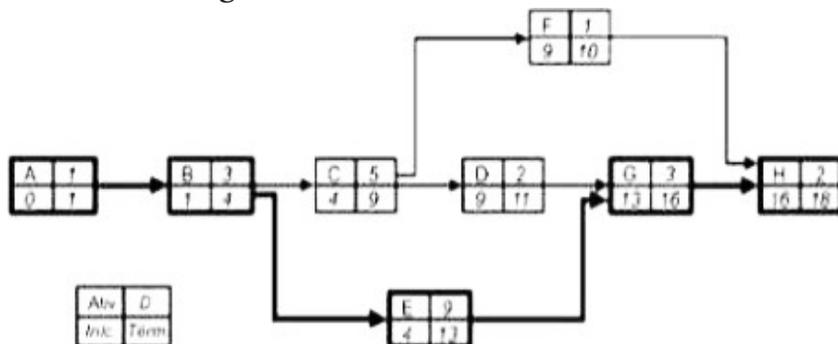
Figura 09 – Método dos blocos.



Fonte: PMI (2013).

A próxima etapa será obter a duração total do projeto, e após montado o diagrama de redes, é necessário encontrar o caminho crítico, que nada mais é que a sequência de atividades de maior duração, exemplo na 10, onde o caminho crítico é o ABEGH, representado pela linha mais forte, onde cada letra representa uma atividade, que é chamada de atividade crítica. Qualquer atraso em alguma dessas atividades, acarretará nas sucessoras, alterando o prazo final de entrega da obra.

Figura 10 – Caminho crítico ABEGH.

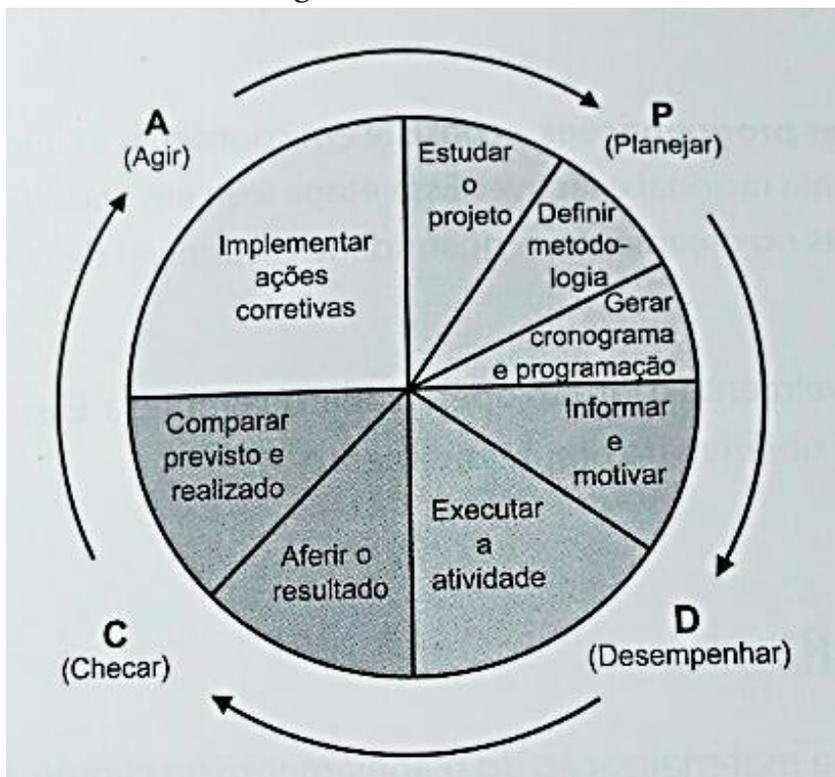


Fonte: PMI (2013).

Geração de folgas no cronograma é essencial, pois imprevistos acontecem, atraso na entrega de material por parte de fornecedor, excesso de chuvas não previstas, embargos na obra por questões de segurança e até judiciais, improdutividade das equipes, tudo isso acarreta em atraso, então para que não atrase a obra, é necessário estipular uma folga nas atividades, já prevendo situações incomuns. Em muitos casos, usar o método de gestão PDCA é fundamental para evitar atrasos.

No processo de planejamento, existe uma técnica de gestão conhecida como ciclo PDCA: P=*Plan*(planejar); D=*do*(fazer/agir/desempenhar); C=*Check*(Checar/ controlar); A=*Action*(Agir/Atuar), onde o objetivo é a melhoria contínua, onde o controle deve ser permanente, permitindo aferição de desempenho e que promova alterações de procedimentos quando necessários. Nele mostra a importância de que o planejamento e o controle é algo que deve ser constante no empreendimento, diariamente, pois ao longo do tempo irão surgir situações imprevistas e ele trabalha diretamente nisso, para que haja uma resposta rápida às correções, figura 11.

Figura 11 – Ciclo PDCA.



Fonte: PMI (2013).

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP), consiste na decomposição do escopo da obra em atividades, identificando em níveis cada serviço que irão compor o cronograma. É uma etapa de grande importância, pois qualquer serviço entrará no orçamento e se não for previsto acarretará em custos, se ele for repetitivo o impacto no orçamento será muito maior, Mattos (2016, p. 216) afirma “Como o propósito da EAP é desmembrar a obra em serviços que serão quantificados, orçados e aferidos no campo, é imperativo que o planejamento da obra seja levado em conta quanto a definição da EAP”.

Desmembrar os projetos em atividades de trabalho não é uma tarefa fácil, e é indicado que não seja feito somente por uma pessoa, e

que os que estejam elaborando tenham conhecimento de cada passo-a-passo construtivo para cada atividade, pois o esquecimento de uma única atividade pode gerar custos altíssimos dependendo do empreendimento. Exemplo que muitos esquecem de colocar é transporte de material, tanto vertical com uso de guias, elevadores como horizontal com auxílio de retroscavadeiras, manipuladoras, caminhões, e todos esses serviços oneram o orçamento, no final o valor gasto é maior que o recebido e a empresa pagou para trabalhar.

PERT/COM

Os diagramas de PERT/CPM tem como função principal criar relações de precedência entre as atividades que serão inseridas ao cronograma. Após todo o sequenciamento gerado, é determinado o caminho crítico utilizando os métodos das flechas e método dos blocos. Nele é possível visualizar as folgas de cada atividade, antecipando o início ou até prorrogação do término.

A facilidade de interpretação e manuseio são pontos favoráveis ao diagrama PERT/CPM, sigla de Program Evaluation and Review Technique e Critical Path Method, pois todo diagrama fica facilmente visível de entender, afirma Mattos (2010, p. 111) “Basta imaginar o quanto seria trabalhoso descrever apenas com palavras a metodologia e encadeamento lógico das atividades de um projeto extenso”.

Gráfico De Gantt

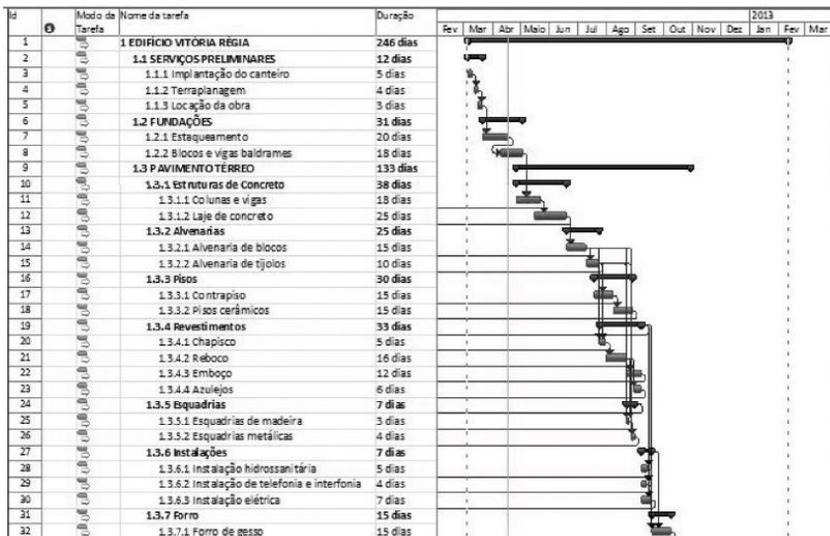
O cronograma de Gantt é um gráfico simples, onde ao lado esquerdo ficam localizado as atividades a serem executadas, e a direita barras desenhadas automaticamente ligadas as atividades. O comprimento representa a duração de cada atividade, onde é mostrado na barra *Linha do tempo* o início e fim de cada atividade.

A facilidade de manusear e de visualizar o cronograma, o tornou como referência na elaboração de cronogramas.

Utilizando a EAP nele, são gerados níveis nas atividades, onde os pontos mais notáveis são denominados de *Marcos* ou *Milestone* (termo em inglês). Os *Marcos* podem ser de planejamento, cuja as datas sejam definidas pelo planejador e calculadas pela rede ou contratuais, impostas, que deverão ser atendidas.

O MS-Project é um software que trabalha diretamente com o Gráfico de Gantt, como mostra a figura 12.

Figura 12 – Gráfico de Gantt no MS-Project.



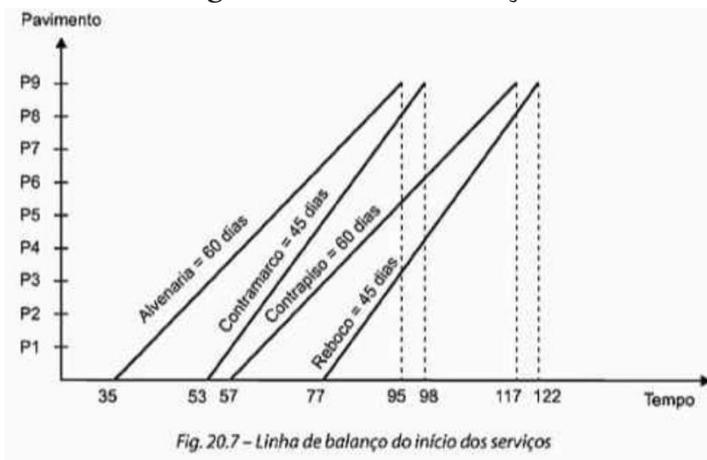
Fonte: Nocêra (2012).

Linha de balanço

É uma técnica de planejamento, conhecida também por diagrama tempo – caminho ou diagrama espaço – tempo, é altamente eficaz para projetos que tenham ciclos de atividades repetitivas, como por exemplo: conjuntos habitacionais, prédios verticais, estradas, etc. Mattos (2010, p. 393) afirma que “para construções que tenham ciclos de atividades repetitivas, este método é o mais eficaz e não os métodos de redes como PERT/CPM”.

A técnica é mostrada é um gráfico de tempo – progresso, onde uma linha é traçada inclinada demonstrando o avanço da atividade. A produtividade de cada atividade é caracterizada pelo grau de inclinação da linha, no qual quanto mais íngreme, mais produtivo, pois a produção é maior num menor espaço de tempo. A espessura da linha indica o tempo, quanto mais espessa, maior o tempo gasto na produção. Exemplo a seguir na figura 13.

Figura 13 – Linha de balanço.



Fonte: Mattos (2010).

APLICAÇÕES DO BIM AO PLANEJAMENTO

MS Project

O MS-Project é um software para planejamento, um dos líderes de mercado, fabricado pela Microsoft, onde fatores como facilidade de encontrar o software, facilidade do uso, a eficiência do software o tornam referência no mercado. Preferência para muitos planejadores, ele pode ser usado para planejar qualquer atividade, afirma Bernardo (2012, p. 26).

O MS-Project auxilia a gestão de qualquer tipo de projeto. Pode ser desde o projeto de um aniversário de casamento, de uma viagem de férias ou ainda o desenvolvimento de um sistema computacional. Obviamente os exemplos não param por aí. Basta que você tenha um objetivo claro para consecução de um empreendimento e ele seja temporário, contando com diferentes atividades, tem-se um projeto. Cabe lembrar que o temporário significa ter data de início e uma de término para a realização do projeto. Assim, um projeto pode ocorrer em um curto intervalo de tempo ou demorar anos e até mesmo décadas.

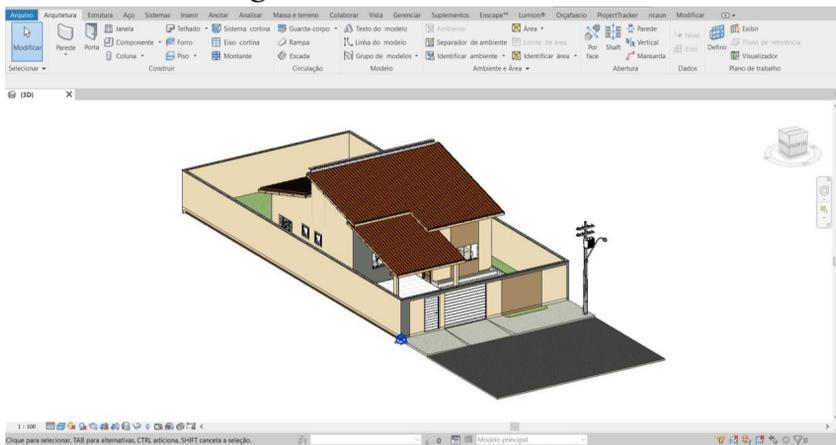
A capacidade de planejamento e gerenciamento que ele proporciona pode ser utilizado para qualquer projeto que o usuário

possa elaborar, mas que deve ficar claro que cada projeto será único e que podem afetar em outras áreas com maior ou menor intensidade. Bernardo (2012, p. 26) afirma que, “O gerente do projeto, com a experiência que acumulou ao acumulará ao longo do seu período de trabalho, identifica a forma com a qual vai trabalhar em cada uma das áreas da gestão”.

Vinculação BIM x Planejamento

Para dar início a vinculação entre BIM x Planejamento, é necessário uma modelagem do projeto em softwares como Revit e ArchiCad, em seguida será exportado para o Navisworks no formato NWC.

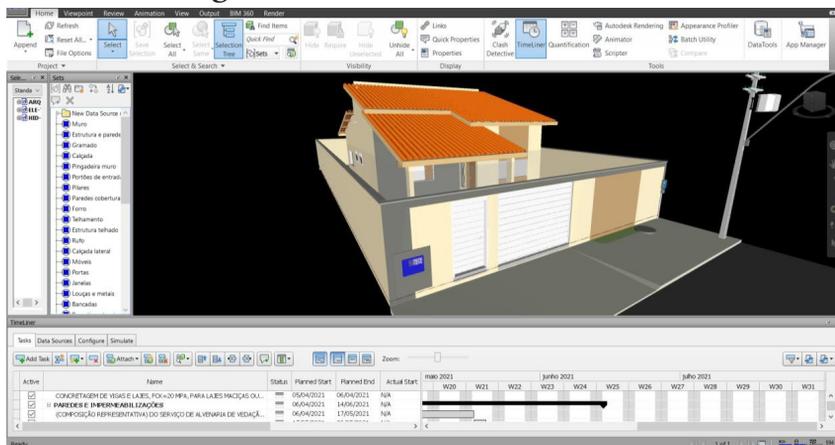
Figura 14 – Interface Revit 2019.



Fonte: Autor (2021).

Ao abrir o arquivo criado em NWC, é possível visualizar no Navisworks, figura 15, a mesma estrutura e os mesmos elementos criados anteriormente no Revit. Clicando em *Selection Tree* modo *standard* é possível visualizar os tópicos do projeto.

Figura 15 – Interface Navisworks 2019.



Fonte: Autor (2021).

Para dar início à Estrutura Analítica do Projeto (EAP), é necessário clicar no botão *Timeliner* e em seguida *Auto-Add tasks* e *For Every TopMost Item*. É gerado todos os *sets* onde será feita a montagem da estrutura analítica, ordenando a sequência construtiva.

Após gerar todos os *sets* e ordena-los, é necessário exporta-los para o MS-Project para que seja montado todo cronograma. No MS-Project é possível inserir custo ao projeto, recursos, e indicadores. Para que seja exportado para o MS-Project, é necessário selecionar os botões na barra de ferramentas *TimeLiner*, em seguida, *Tasks*, *Auto-Add Tasks* e *For Every Set*. É gerado um novo cronograma na *TimeLiner* já com a EAP montada, em seguida, selecione o botão *Export MS Project XML*, salvando o arquivo em alguma pasta selecionada.

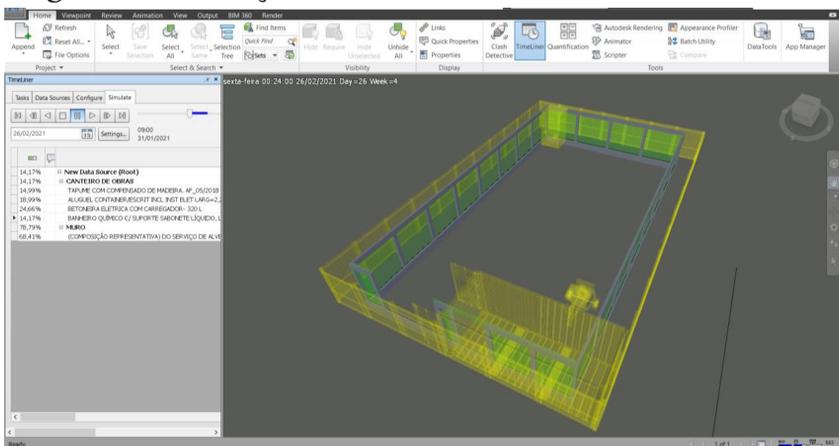
Ao abrir o arquivo criado, aparecerá uma mensagem informativa, onde será criado um novo projeto. A estrutura criada no Navisworks será a mesma exportada para o MS-Project. Dando-se início ao atribuição de prazo aos serviços é montado o cronograma do empreendimento. Montado o cronograma, ligando cada etapa, cada serviço a suas predecessoras, é gerado o caminho crítico da obra, onde será visível selecionando o botão *Diagrama de rede*.

Após a conclusão de todo o planejamento no MS-Project, é criada a *Baseline*, onde será considerada o marco mais importante para

o planejamento da obra, onde servirá como o guia de passo a passo construtivo para o empreendimento, onde cada serviço terá seu prazo indicado nela, tanto para início como fim, onde nela mostrará folgas para cada atividade. Concluído todo o planejamento, o passo seguinte será alinhá-lo ao Navisworks para que nele possa mostrar a construção do empreendimento virtualmente, mostrando qualquer data selecionada dentro do cronograma.

Com o Navisworks aberto, vá na *TimeLiner*, *Data Sources* e insira o planejamento criado no MS-Project. Inserido o planejamento, clicamos no botão *Rebuild Task Hierarchy*, para que seja vinculado o planejamento aos sets mostrados no Navisworks, assim ao simular o andamento da construção, cada item estará ligado aos elementos virtuais criados, como por exemplo: O telhado modelado em 3d no Revit, exportado para o Navisworks se tornando um set, vinculado com os serviços de telhado criados no MS-Project. Na figura 16 é possível visualizar o andamento de projeto modelo. Visualizando o andamento da obra virtualmente é possível prever quais serão as próximas frentes de serviço, e mais ainda, é possível analisar se a obra está dentro do prazo, adiantada ou atrasada, como mostra a figura 16. Para caso de atraso de algum serviço ou na obra em geral, será necessário adotar a metodologia PDCA para que no final o prazo não seja ultrapassado.

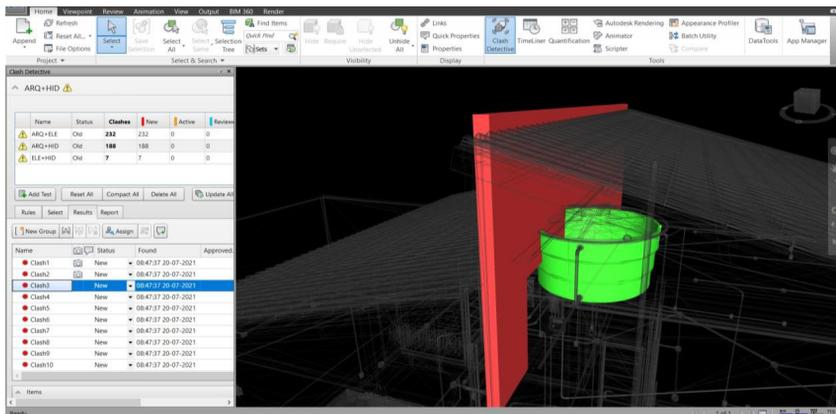
Figura 16 – Simulação do andamento da obra virtualmente em 4D.



Fonte: Autor (2021).

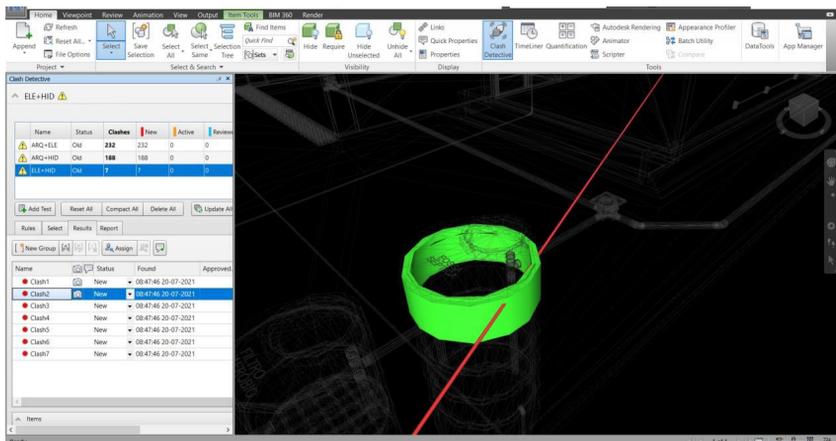
No projeto elaborado, foram encontradas algumas incompatibilidades entre projetos, que caso não fosse realizado o processo no Clash Detection, passaria despercebido e iria ocasionar em correções no andamento da obra, como mostra a figura 17 e 18.

Figura 17 – Detecção de incompatibilidades através do Clash Detection.



Fonte: Autor (2021).

Figura 18 – Detecção de incompatibilidades através do Clash Detection.



Fonte: Autor (2021).

METODOLOGIA

A metodologia adotada para realização deste trabalho, consistiu em uma revisão literária sobre o BIM e suas aplicações práticas no planejamento de um empreendimento. Foram utilizados livros e revistas para realização deste trabalho. Em seguida foi estudado cada software, seus conceitos e suas aplicações, estas associadas a gestão de um projeto (empreendimento/obra), tanto para planejamento como para gerenciamento. Após isso, uma abordagem aos conceitos elaborados pelo PMI, entre eles o ciclo de vida de um projeto, linhas de balanço, representações gráficas e o sequenciamento das etapas.

E por último, foram elaborados projetos de arquitetura, elétrico e hidrossanitário de uma residência unifamiliar para averiguar a possibilidade de realização para futuros projetos em BIM e aplicação das principais ferramentas na gestão de obras, realizando uma simulação em 4D da evolução de uma obra em relação ao cronograma previsto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A finalidade da realização deste trabalho foi apresentar a metodologia BIM como auxílio na elaboração de planejamento e da gestão de obras. Diante disto, notou-se que ela apresenta um grande potencial na redução de prazos e custos, proporcionando ao gestor, facilidade em gerenciar todo o empreendimento, facilidade em visualizar o andamento da obra em 4D, podendo comparar o real x planejado, para assim poder tomar decisões antecipadas minimizando problemas futuros.

O uso de softwares BIM auxilia bastante na precisão de quantitativos, mas deve-se ter bastante atenção, pois algumas famílias podem indicar o quantitativo errado. Para que a quantificação seja precisa, deve-se investir um bom tempo verificando cada item. Para aplicação desta metodologia em um único projeto e de pequeno porte, o tempo gasto na preparação pode tornar o método inviável. Para projetos repetitivos e de grande porte, mostra bastante potencial de eficiência.

Os softwares Ms Project, Excel e Naviswork são bastantes úteis no controle e monitoramento, mas pecam na questão de transporte de dados. Podendo ocasionar perdas ou erros na geração de relatórios

A conclusão final sobre o auxílio do BIM, foi justamente a de ser método eficaz no gerenciamento e controle de obras, mas precisar

corrigir algumas etapas, automatizar outras. Corrigidas algumas falhas que impactam no relatório final, o risco de erros diminui, aumentando a precisão dos dados informados nos relatórios. A utilização de um plugin que interagisse transportando dados entre os softwares utilizados no método seria fundamental para o resultado final do processo.

REFERÊNCIAS

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **PMicrosoft Project 2010: Gestão e desenvolvimento de projetos**. São Paulo, SP: Érica, 2010. 190 p.

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. São Paulo, SP: LTC, 2019. 190 p.

COLOTTO, Sergio. BIM 4D. **Revista Técnica**, São Paulo, ed. 213, ano 22, p. 34 – 40, dez. 2014

EASTMAN, CHUCK et al. **Manual de BIM**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2014. 483 p.

MATTOS, Aldo Dórea. Gestão de custo de obra – conceitos, boas práticas e recomendações. São Paulo, SP: Pini, 2015. 258 p.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 2º Ed, São Paulo, SP: Pini, 2019. 364 p.

NOCÊRA, Rosaldo de Jesus. **Planejamento e controle de obras com MS-Project 2010**. São Paulo, SP: RJN Publicações, 2012. 352 p.

PMI, Project Management Institute. **PMBOK**. Pennsylvania, USA, 2013. 567 p. POLITO, Giulliano. **Gerenciamento de obras**. São Paulo, SP: Pini, 2015. 352 p.

TCPO: **Tabelas de Composições de Preços para Orçamento**. 15ª Ed, São Paulo, SP: Pini, 2017. 1028 p.

ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM EM PROJETOS DE HABITAÇÃO NO ÂMBITO DO PROGRAMA CASA VERDE E AMARELA EM OBSERVÂNCIA AO DECRETO Nº 10.306/20

Crystynn Carlos Maramaldo Amorim

Doutor Erico Peixoto Araujo

Prof. Dr. Igor Mendes Monteiro

ABSTRACT: The advances of technology in several areas are notorious nowadays. In civil construction, the BIM methodology is presented as a tool/technology, in which a virtual 3- dimensional model is created where there are several possibilities from the design to the lifetime of construction. This article analyses the application of this methodology in Casa Verde e Amarela Project in tier 1 and focuses on the remodeling of information in CAD/2D for BIM, checking for possible errors and evaluating the usage of the platform for these types of buildings and how this workflow can contribute to the reduction of errors that would otherwise be resolved in the construction site.

Palavras-chave: BIM.CAD. Casa Verde e Amarela.

INTRODUÇÃO

É de conhecimento público as evoluções do mercado, indústria, da forma de vestir, se alimentar, comunicar, se locomover etc. Na indústria, essa tendência é evidente e cada vez mais necessária, a fim de aperfeiçoar processos, diminuir gastos, aumentar a qualidade do produto final, gerando assim, aspectos positivos para quem presta o serviço e para o destinatário final.

A indústria da construção civil no Brasil, ao decorrer do tempo, não se manteve inerte, mas caminha a passos lentos em comparação a outros países. A forma de se chegar ao projeto de uma edificação vem mudando, quando antes uma planta era feita a mão e com ferramentas de desenhos (nanquim, régua T, prancheta, folha de papel manteiga

etc.), depois com o uso de programas computacionais usando a ferramenta CAD (desenho assistido por computador) e agora, com a bola da vez, o uso da Metodologia BIM, no qual deixa de existir apenas linhas e elementos unifilares, para se dar espaço para elementos gráficos (modelo 3D) ou não-gráficos com alta carga de informações essenciais que conversam e têm dependência entre si.

Outro ponto a ser compreendido segundo Silva e Zafalon (2016), é o problema relacionado à construção civil em que são inúmeros os abandonos de obras, falha no cronograma e orçamento, paralisações causadas por projetos que não se adequam à realidade, dificultando o retorno financeiro desejado. Mais um dado importante é do IBAPE (2016), visto que cerca de 61% das obras iniciadas conseguem não alterar o projeto ao longo da obra, ou seja, 39% tem o seu orçamento alterado pela falta de projetos que se adequam à realidade de onde será implantado.

A Building Information Modeling (BIM), é caracterizada como uma metodologia de concepção de projeto que aborda as ferramentas, processos e tecnologia construtivos onde um prédio é construído, primeiramente, de forma virtual (no computador), no qual antes de conceber na realidade, pode-se verificar o desempenho da edificação, planejamento de construção, operação e manutenção (EASTMAN, 2014).

São inúmeros os benefícios que essa metodologia agrega às instituições e a profissionais, onde podemos elencar: obtenção de modelo em 3D com nível de informações alto, automatização de alguns processos, possibilidade de tratar os elementos construtivos de forma paramétrica (de como é concebido na realidade), possibilidade de trabalho colaborativo visando a minimização de erros no projeto, dentre outros benefícios, o que nos remete a um produto final completo, fidedigno e confiável para ser executado, vendido ou comprado.

Os órgãos públicos e empresas privadas sentem a necessidade da busca de melhorias nos processos que abrangem desde a concepção do projeto, passando pela fase licitatória, posteriormente, a execução e obtenção final da obra ou serviço adquirido, a fim de otimizar os gastos públicos, aumento da qualidade dos projetos e das obras, gerando assim mais confiança para a governabilidade, visto que, nos últimos anos, existe uma luta incessante contra a corrupção no Brasil. Atualmente, segundo dados de um estudo realizado pela IBRE (Instituto Brasileiro de Economia), apenas cerca de 9,2% de todas as empresas e escritórios de

engenharia e arquitetura no Brasil usam a modelagem de informação em seus processos e rotinas de trabalho.

Logo, de acordo com o Decreto nº 10306 de abril de 2020, expedido pelo Governo Federal, a partir de 2021 inicia-se a implantação e a obrigatoriedade do uso da metodologia BIM (Building Information Modeling) para obras e serviços públicos de engenharia e arquitetura. Essa obrigatoriedade tende a ser um marco para a disseminação no uso da metodologia por parte de empresas, profissionais, governos estaduais e municipais e todos que estejam envolvidos de forma direta ou indireta na indústria da construção civil. Com isso, este trabalho se justifica pela necessidade de se conhecer a metodologia, expondo as vantagens do uso da mesma, visto que já haja um decreto que vem tornando obrigatório o uso da metodologia, visando a melhoria da qualidade e exequibilidade dos projetos, principalmente os que são desenvolvidos e absorvidos pelo Governo.

HABITAÇÃO E PROGRAMAS SOCIAIS

Breve histórico: evolução da questão habitacional no Brasil

O déficit habitacional é um problema de diversos países. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU), cerca de 1,2 bilhões de pessoas vivem sem acesso à habitação de qualidade, o que pode chegar a 3,0 bilhões até 2030.

Monteiro e Verás (2017) relatam em seu artigo sobre: A questão habitacional no Brasil:

“ A garantia de acesso à moradia a parcela da população considerada de baixa renda é indispensável para atender as necessidades dos grupos sociais mais vulneráveis. [...], portanto o homem sempre procurou um local para se abrigar. Isso significa dizer que de alguma forma é preciso morar. Portanto a habitação é essencial [...] A habitação constitui-se um bem de extrema importância e um direito de todo cidadão. No plano internacional ela aparece como um direito no Artigo 25 da Declaração Universal dos Direitos Humanos, adotada em 10 de

dezembro de 1948, pela Assembleia Geral das Nações Unidas” (Monteiro e Veras, 2017, pag 02)

Defender a questão habitacional como direito fundamental, está inteiramente ligado a uma questão de políticas públicas, no qual o estado entra como garantidor e responsável pela diminuição desse abismo social. Enquanto muitos possuem uma grande porção de terra, existe uma parcela da população que está em situação de abandono em praças, ruas, mercados e em locais irregulares com pouca ou nenhuma infraestrutura. Com isso, se observa que a questão do déficit habitacional apresenta-se como um problema público e de interesse não só do estado, mas de toda uma cadeia produtiva e de setores sociais (sindicatos, movimentos, associações etc.).

De acordo com Mota (2015), a questão acerca do déficit habitacional está ligada diretamente à classe mais pobre, que se dá devido a não consideração dessa fatia da sociedade em vários recortes ao longo da história, onde planos, fundos e políticas visavam apenas defender interesses de poucos. De acordo com o autor, no Brasil, a política habitacional se tornou visível e necessária após o fim da escravidão e a chegada de imigrantes europeus, mas pouco foi feito em 1937, onde foi criado o Instituto de Aposentadoria e Pensão, afim de criar habitações, mas o que se viu foi um meio de criar espaço apenas para parte seleta da sociedade. Já em 1964 criou-se o Banco Nacional de Habitação, mas o que se viu foi apenas o fracasso e o crescimento das favelas e loteamentos clandestinos. Collor, em 1990, cria o Plano de Ação Imediata para Habitação e, logo após, Itamar, em 1992, lança o Programa Habitar Brasil e Morar Municípios. Nos governos Lula/Dilma (2003-2016), foi lançado o PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA (PMCMV) através da lei 11.977/2009, com a finalidade de atender famílias de baixa renda e outras faixas de renda. Segundo Moreira, Silveira e Euclides (2017), o Programa “Minha Casa, Minha Vida” (PMCMV), no período de 2009-2016 foi estruturado em 4 (quarto)

faixas (1, 1.5, 2 e 3), atendendo a várias classes da nossa sociedade.

O PMCMV em números segundo dados da Controladoria Geral da União (CGU), mostra que foram contratadas cerca de 6 milhões de unidades habitacionais entre 2009-2020, injetando na economia cerca de R\$ 223,2 bilhões de reais, entre subsídios públicos (benefícios financeiros e tributários) e privados (financiamentos do

FGTS com descontos). O programa foi um marco e uma das principais iniciativas do governo brasileiro para diminuir as desigualdades em questão habitacional e diminuir o déficit habitacional. Ainda segundo o autor, o programa tem maior cobertura nas faixas 1 e 2, justamente onde apresenta a população com menor nível de renda e também mostra que a região Nordeste é onde se concentra a maior taxa de contratação de unidade de interesse social ao longo do programa.

Com base em dados do IBGE (2019), pode-se dizer que cerca de 24,7% da população vive na linha da pobreza e cerca de 6,5% vivem na extrema pobreza. Esses dados nos mostram que a faixa 1 é a de maior interesse do programa por conta da necessidade de diminuir o déficit e, também, nela está a população mais pobre com rendimentos até R\$1800. Na faixa 1, as famílias beneficiadas recebem até 90% de subsídio do valor do imóvel, com prestações de até R\$270,00 sem juros. Com isso, verifica-se o caráter social do programa. Nessa faixa foram contratadas e entregues, respectivamente, 1.910.546 unidades habitacionais (uh) e 1.493.180.

A faixa 1,5 encontra-se a população com renda de R\$1800 até R\$2600 que apareceu na fase 3 do programa, após uma grande pressão de empresários do ramo da construção civil (CAIXA, 2021). A faixa 2 está inserido famílias com renda de R\$2600 a R\$4000, já a faixa 3 é a parcela da população que tem renda de R\$4000 até R\$9000.

Além das faixas de renda, existiram outros pré-requisitos para a contratação, como não possuir imóvel registrado, não possuir financiamento ou benefício do governo federal e não estar inadimplente com a Receita Federal. O PMCMV foi um importante instrumento para diminuição dos déficits habitacionais, sobretudo dos que mais precisam e estão inclusos na faixa 1 do programa, mas que também necessita de uma adequada recondução, controle de gastos e um profundo estudo sobre como tem sido executado, com isso, apontando pontos positivos e negativos, a fim de melhoramento deste.

O PMCMV, após cortes e novas regras no governo de Michel Temer (2016-2018), passou por baixas em investimentos e unidades contratadas. Já em 2021 o Governo atual através da Lei nº14.118/21, decreta o projeto de lei que reformula e renomeia o PMCMV e o transforma em Projeto “ Casa Verde e Amarela” (PCVA), fixando procedimentos, normas e ações, mas, segundo dados da Caixa, ainda existe algumas unidades contratadas do extinto PCMV em fase de conclusão.

Programa Casa Verde e Amarela

O PCVA é anunciado em agosto de 2021 e tem como meta atender até 2024 cerca de 1.6 milhões de famílias de baixa renda sob a coordenação do Ministério do Desenvolvimento Regional. O programa tem como finalidades: diminuir o déficit de habitação no Brasil, adequar imóveis ao que a família pode pagar, assessorar a regularização de débitos de famílias, cuidar da população que não teve crédito aprovado até que consigam as suas moradias e educar as famílias que não possuem renda formalizada no Brasil. (PCVA, 2021). Com isso, o programa é reformulado com base na ideia que: “o projeto anterior foi focado muito na redução do déficit habitacional quantitativo, não levando em conta as condições das moradias, infraestrutura e outros pontos que também fazem parte da questão habitacional” (CGU,2020).

Na Lei 14.118/21, o programa é designado com a finalidade de prover o direito de moradia a cidadãos e suas famílias em áreas urbanas e rurais, no qual de acordo com as diretrizes no Art.2º fixa:

“ [...] I - atendimento habitacional compatível com a realidade local, com o reconhecimento da diversidade regional, urbana e rural, ambiental, social, cultural e econômica do País;

II - Habitação entendida em seu sentido amplo de moradia, com a integração das dimensões física, urbanística, fundiária, econômica, social, cultural e ambiental do espaço em que a vida do cidadão acontece;

III - estímulo ao cumprimento da função social da propriedade e do direito à moradia, nos termos da Constituição Federal;

[...]

VI - redução das desigualdades sociais e regionais do País;

VII - cooperação federativa e fortalecimento do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), de que trata a Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005;

VIII - aperfeiçoamento da qualidade, da durabilidade, da segurança e da habitabilidade da construção de habitações e da instalação de infraestrutura em empreendimentos de interesse social; [...]

De acordo com a lei, verifica-se que as diretrizes estão fomentadas em quebrar essa desigualdade social focando em Habitações

de Interesse Social para os cidadãos de baixa renda, mas ainda assim abrangendo outras faixas de renda. Ratificando essa ideia de diminuir a desigualdade, as regiões Norte e Nordeste (que têm o maior déficit habitacional) contaram ainda com redução de taxas em até 0,5% para famílias com renda até R \$2 mil mensais e 0,25 para famílias com renda entre R \$2 mil e R \$2,6 mil.

O programa tem ações financiadas com recursos de dotações orçamentárias da União, do FNHIS (Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social, FAR (Fundo de Arrendamento Residencial, FDS (Fundo de Desenvolvimento Social), FGTS (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço), operações de créditos com iniciativa da União, contrapartidas financeiras ou físicas de origem pública ou privada, doações em observância às leis e também advindo de outros recursos de fontes nacionais ou internacionais. (LEI 14.118/21 -DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO EM 13/01/2021)

Atualmente o Programa Casa Verde Amarela, está dividido conforme a tabela a seguir:

Tabela 01 – Faixas do PCVA.

FAIXA	RENDA FAMILIAR BRUTA MENSAL R\$ - SEM DEDUÇÕES
1,5	ATÉ 2000,00
2	2000,00 A 4000,00
3	4001,00 A 7000,00

Fonte: (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2021)

Além de observar e atender os requisitos fixados de acordo com a renda, as família que pretendem ser beneficiadas pelo programa devem atender a outros requisitos como: não possuem imóveis em seus nomes, financiamentos com recursos do programa ou versões anteriores e que não tenham recebidos nos últimos 10 anos, recursos do FAR, PDS OU descontos habitacionais com recurso do FGTS etc.

Todo brasileiro é apto a participar do programa desde que esteja pleno do gozo de direito e que seja maior de 18 anos, basta se inscrever no site ou nas centrais da caixa. O cadastro passará por uma triagem e qualificação para entrevistas e análise do perfil econômico. Após isso, é feito entrega da documentação e análise financeira; com isso, é

verificado qual tipo de imóvel se encaixa na realidade de cada família; posteriormente, se assina o contrato com o banco e com a construtora, se findando na construção e entrega das chaves para o beneficiário. O programa é uma das ações do governo que recebem maior incentivo. São cerca de

R\$ 68,9 bilhões, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) em 2021. Com isso, é necessário um estudo sobre como melhorar o investimento e dar maior continuidade dessas políticas públicas. Por essa razão, este trabalho propõe que se insira a tecnologia BIM no meio do processo, com o objetivo de melhoramento dos processos nas fases de projeto e planejamento de obra.

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

A migração para o BIM é vista como um processo de avanço tecnológico emergente no ramo da arquitetura e engenharia (Succar, 2009). Para Paiva (2016), o BIM é uma representação de algo a ser construído, em primeiro momento, na forma digital, com todos os seus processos e características relevantes sendo levados em conta, possibilitando assim a verificação de interferências e incompatibilidades que possam ser resolvidas ainda na fase de projetos.

No Brasil, o Governo Federal sancionou o decreto de número 10306 em janeiro de 2021 para fomentar e disseminar o uso da metodologia BIM, tornando a utilização na execução direta ou indiretamente em obras e serviços de engenharia e arquitetura. O decreto também implementa algumas medidas que devem ser seguidas para a implantação de forma gradual em todas as esferas do poder público, definindo fases e etapas. Alguns órgãos já utilizam a metodologia, como por exemplo, o Ministério da Defesa e o DNIT; esses caminham bem a frente dos demais quanto ao uso da metodologia. (Decreto nº 10.036/20).

O decreto direciona fases para implementação e incorporação da metodologia, e se dará de forma gradual, onde:

1. Primeira fase:
 - Inicia em 1º de janeiro de 2021;
 - Utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia;

ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM EM PROJETOS DE HABITAÇÃO NO ÂMBITO DO PROGRAMA CASA VERDE E AMARELA EM OBSERVÂNCIA AO DECRETO Nº 10.306/20

- Construções novas, ampliações e reabilitações;
 - As disciplinas envolvidas serão: estruturas, instalações, arquiteturas;
 - Será exigido a partir do modelo obtido: detecção e erros, compatibilização, extração de quantitativos, geração de documentação gráfica;
2. Segunda fase:
- Tudo previsto na primeira fase e inserção de reformas;
 - Inicia em 1º de janeiro de 2024;
 - Será incorporado a parte de orçamentação, planejamento e controle da execução das obras e serviços;
 - Geração de um modelo As Built para a questão pós obra;
3. Terceira fase:
- Tudo já previsto na primeira e segunda fase;
 - Inicia em 1º de janeiro de 2028;
 - Será incorporado para o gerenciamento e manutenção pós construção quando executados e projetados com a aplicação do BIM;

O decreto também normaliza algumas regras gerais sobre definição de conceitos, passos sobre a implementação e algumas ressalvas de contratações e implementação.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (que é uma organização responsável pela normatização destinadas aos diversos setores da sociedade e reconhecida pela sociedade e por instrumentos jurídicos como Fora de Normalização), diz que para avançar em legislação própria do país quanto ao uso do BIM, foi criado a Comissão de Estudo Especial de Modelagem da Informação da Construção, onde são estudados de forma fechada tudo sobre BIM para criação de normas nacionais sobre a metodologia. O trabalho da comissão já resultou no acervo das seguintes normas:

- ABNT NBR ISO 16354:2018 - Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objetos;
- ABNT NBR ISO 16757-1:2018 - Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais. Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo;

- ABNT NBR ISO 16757-2:2018 - Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais. Parte 2: Geometria;
- ABNT NBR ISO 12006-2:2018 - Construção de edificação - Organização de informação da construção. Parte 2: Estrutura para classificação;
- ABNT NBR 15965-7:2015 - Sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: Informação da construção;
- ABNT NBR 15965-3:2014 - Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção;
- ABNT NBR 15965-2:2012 - Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Características dos objetos da construção;
- ABNT NBR 15965-1:2011 - Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura.

Maturidade BIM

De acordo com Succar (2009), há vários estágios/fases para se implementar BIM no que se refere a gestão de projetos.

Figura 01 – Visão Linear- Maturidade BIM.

B. Succar / Automation in Construction 18 (2009) 357-375



Fonte: Succar (2009).

O primeiro estágio é de como as empresas atualmente estão funcionando, na fase do Pré BIM, onde o fluxo de trabalho é seccionado e com pouca interação e colaboratividade. Ainda com a cabeça no modelo antigo, onde se observa elementos em 2D para tomada de decisão, gerando orçamentos desconexos e sem fidelidade com a realidade e não

solução de problemas pré obra e que só serão ajustados no decorrer da fase de construção, acarretando custos, atrasos e até retrabalhos.

Passando para a etapa 1 de maturidade BIM, onde se encontra a ideia de modelagem baseada em objetos, pode ser usado ferramentas de modelagem como: ARCHICAD®, REVIT®, PROJETO DIGITAL® e TEKLA®. Nesta fase, se obtêm o modelo 3D para auxiliar a geração de plantas (cortes, fachadas, plantas baixas) e informações de quantitativos (portas, concreto, paredes e etc.). Se observa uma semelhança com o PRÉ BIM, como uma pouca interação entre os envolvidos no processo.

No estágio 2 se apresenta como um modelo que se baseia na colaboração, ou seja, todos os indivíduos participantes do processo inerente ao projeto, conversam e trocam informações entre si, usando as ferramentas BIM. Essa troca pode ser feita em arquivos de mesmo proprietários (REVIT ARQUITETURA/ REVIT MEP/ REVIT ESTRUTURAL) ou com arquivo chamados de formato IFC que permite a troca entre programas diferentes (REVIT/ ARCHICAD). Nesta fase também se inicia algumas análises de projeto, intercâmbio de disciplinas, análise 4D/5D (TEMPO E CUSTO).

O estágio 3 é o de interação em redes, onde se obtêm modelos que são compartilhados e mantidos a todo momento para serem usados de forma colaborativa, usando servidores ou nuvens. Nesse estágio, todas as informações são 100% compartilhadas e simultaneamente planejadas para uma maior operabilidade e segurança; mas aqui, algumas variáveis devem ser observadas, desde questões contratuais, a forma de compartilhamento e interação, a fim de melhorar o processo e dinâmica de trabalho e de entrega do produto final.

E então se chega ao estágio de maturidade conhecido como IPD ou desenvolvimento integrado de projetos, onde o BIM é usado de forma plena em todas as fases, de forma 100% colaborativa em rede e em nuvens. Nesse estágio se quer obter o nível mais alto de colaboração, onde todas as atividades do projeto são simultaneamente planejadas e integradas, visando maior eficiência em todas as fases.

Softwares mais difundidos de modelagem BIM

Com o avanço dos tempos e cada vez maior a disseminação da metodologia BIM, são inúmeros os softwares, plugins e ferramentas que permitem o uso da mesma. Podemos especificar os softwares de acordo com sua finalidade: modelagem e gestão [neste artigo, apenas

abrangeram os mais usados para modelagem da construção (arquitetura, estrutura, instalações e etc.)].

EDIFICIUS

De acordo com Muller (2015), o software é produzido pela ACCA SOFTWARE, que segundo a mesma é um software compatível com os demais em mercado e se diferencia pela forma de cobrança, onde pode-se modelar de forma gratuita e só se paga os valores referidos a impressão ou exportação.

TEKLA STRUCTURES

É um software desenvolvido pela Tekla Structures e é voltado para estruturas metálicas, possuindo interatividade para outros programas de análise estrutural.

EBERICK

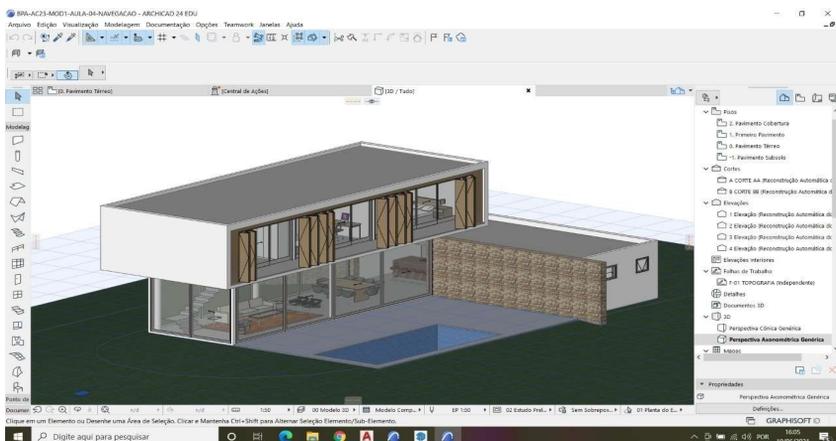
Software desenvolvido pela AutoQI, é usado para dimensionamento de estruturas em concreto armado, pré-moldado e alvenaria estrutural.

ARCHICAD

O software é desenvolvido pela empresa GRAPHISOFT, onde é usado para desenvolvimento de modelo de construção virtual. De acordo com a empresa desenvolvedora, é um dos softwares BIM mais antigo do mercado e, atualmente, está na versão 21, permitindo criar edifícios virtuais, objetos inteligentes, modelos 3D, visualizações instantâneas, documentos em 3D e trabalhos colaborativos.

ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM EM PROJETOS DE HABITAÇÃO NO ÂMBITO DO PROGRAMA CASA VERDE E AMARELA EM OBSERVÂNCIA AO DECRETO Nº 10.306/20

Figura 02 – Ambiente de trabalho do ARCHICAD.

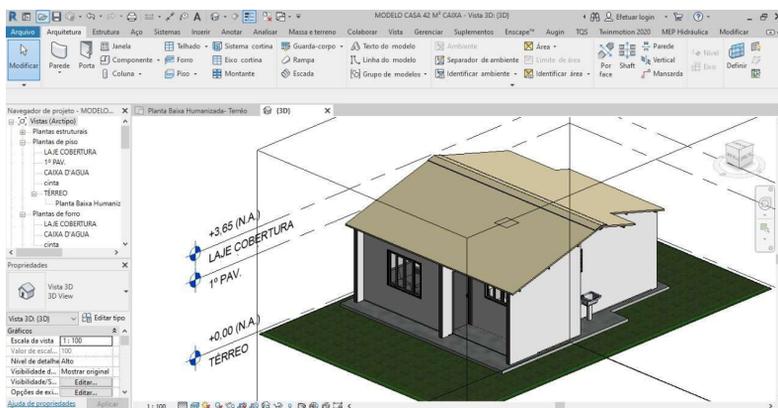


Fonte: Autor.

REVIT

O Revit é um software desenvolvido pela AUTODESK, uma empresa de grande nome no ramo do qual já é a proprietária do software AUTOCAD. O programa usa a metodologia BIM e consegue trabalhar com múltiplas disciplinas de projetos com os template MEP (instalações) e estrutural (Structures / robot). De acordo com a própria desenvolvedora do programa, é possível modelar em 3D, extrair quantitativos, vistas 3D E 2D, verificações de interferência, além de ser um ambiente de modelagem unificado.

Figura 03 – Ambiente de trabalho REVIT.



Fonte: Autor.

METODOLOGIA

Esta metodologia está ligada à análise de fundamentação teórica e do estudo de caso iniciando pela busca de projetos que fossem concebidos em plataforma CAD e que contemplasse a faixa 1 (faixa onde se encontra a população mais vulnerável e menor aporte financeiro), o PCVA/PMCMV e que estivesse em bancos oficiais da caixa. No Site da CAIXA (2021), foi possível encontrar diversos projetos, dentre os quais, se optou pelo projeto de uma Habitação Social de 47,76 m² que tem o projeto completo (arquitetônicos, complementares, memoriais, planilhas e etc.). Vale ressaltar que nas documentações não consta o projeto estrutural, pois essa edificação é construída sobre um radier de concreto armado e com superestrutura com cinta de concreto armado. Em seguida, se deu a análise do projeto arquitetônico e foi procedida a confecção dos demais projetos complementares como elétrico, hidráulico, sanitário e estrutural.

Análise do projeto

O Projeto se trata de uma residência unifamiliar, de interesse social com área de 47,76 m². Como se verifica na planta baixa, a habitação social é composta por: dois dormitórios, sala, banheiro, cozinha, área externa e área de serviço. Todas as plantas foram produzidas pela ferramenta AutoCAD, ou seja, informações não parametrizadas e que não possuem informações interligadas.

Figura 04 – Cortes – Planta Baixa -- Fachadas – cobertura.

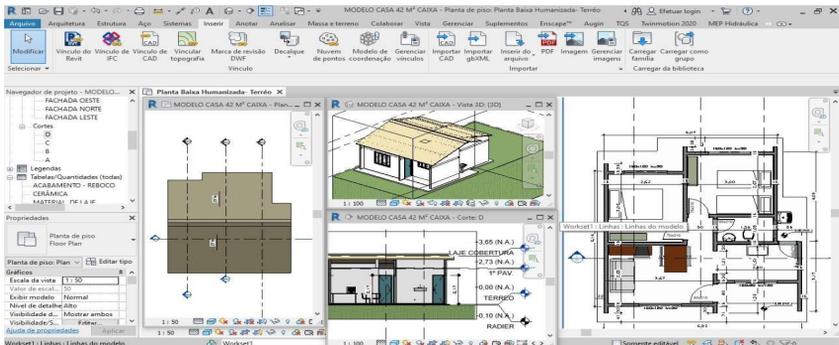


Fonte: Autor.

Modelagem do projeto arquitetônico

A modelagem se deu no programa REVIT (RVT). Com base nas informações dos desenhos 2D, iniciou-se com a definição dos níveis de cada cota (pé direito, laje, cobertura, dentre outros), gerando assim um modelo completo em BIM, como se observa na figura a seguir:

Figura 05 – Modelo 3D.

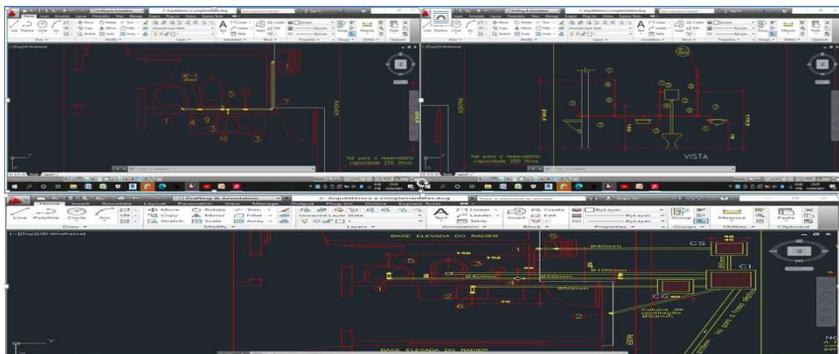


Fonte: Autor.

Estudo e remodelagem do projeto hidrossanitário

Vale ressaltar que este estudo não abrange o dimensionamento dos sistemas. O sistema hidrossanitário compõe tubos, conexões, alturas, nomenclaturas, acessórios das disciplinas hidráulica e sanitária.

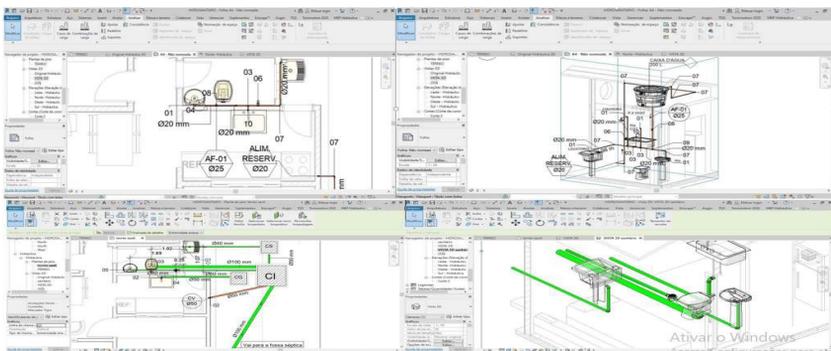
Figura 06 – Planta baixa hidráulica/ sanitária – isométrico (vista).



Fonte: Autor.

Com essas informações, cria-se um modelo com um template MEP – hidrossanitário, vincula-se ao modelo arquitetônico e inicia a modelagem conforme as informações já obtidas. Iniciou-se a inserção das componentes hidrossanitário e, com isso, o lançamento das tubulações e demais objetos, obtendo o modelo 3D em BIM.

Figura 07 – PLANTA BAIXA HIDRÁULICA – ISOMÉTRICO.

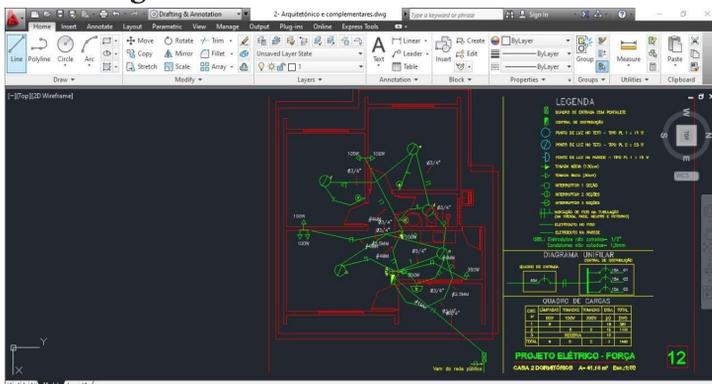


Fonte: Autor.

Estudo e remodelagem do projeto elétrico

No projeto, verifica-se o caminhamento das tubulações, localização dos quadros, altura/localização dos pontos elétricos, as fiações que passam por dentro dos eletrodutos, bem como outras informações necessárias para a remodelagem.

Figura 08 – PLANTA BAIXA ELÉTRICA.

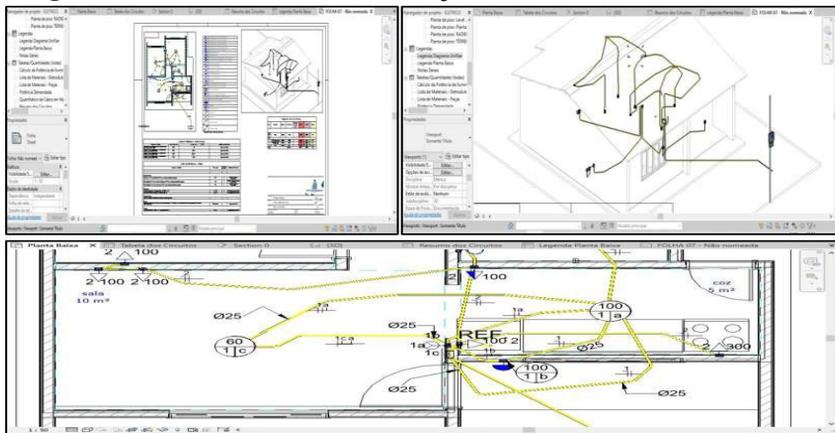


Fonte: Autor.

Após abertura do template elétrico, vinculou-se o modelo arquitetônico, definiu-se os pontos de tomada e iluminação e, posteriormente, para a configuração dos circuitos, lançamentos das anotações e simbologia, como verificamos a planta final.

Na figura 09, se observa o detalhe da planta baixa, onde se verifica a remodelagem com auxílio das ferramentas REVIT. Está localizado em planta todos os pontos conforme projeto e demais documentações,. Na figura 9, obtemos uma prancha com algumas informações: legenda, lista de materiais, quadro de circuitos, planta baixa e modelo 3D. Podemos verificar também no modelo, o caminhamento da tubulação, desde o medidor até as caixas de tomadas e interruptores.

Figura 09 – PRANCHA DO PROJETO ELÉTRICO EM REVIT.



Fonte: Autor.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

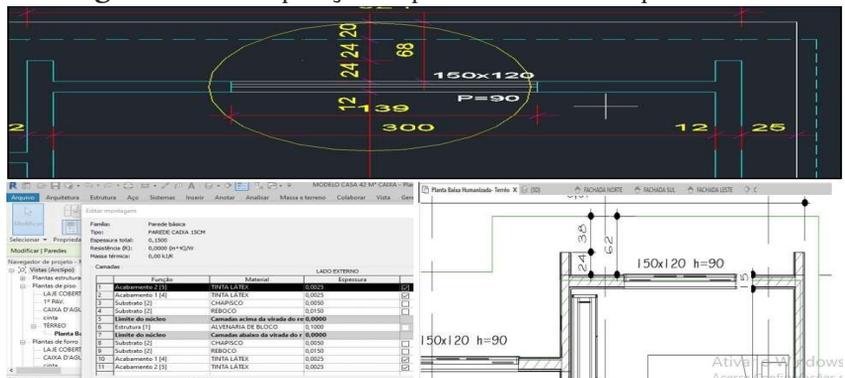
Com o modelo finalizado, observa-se a necessidade de concepção de projeto em BIM, pelo simples fato do potencial recurso de conversação entre as diversas disciplinas do projeto. A fim de ratificar a afirmativa anterior, iniciou-se o estudo pelo processo de modelagem da arquitetura/estrutura e, nesta fase, já se verificou alguns pontos de divergência entre as informações gráficas e não gráficas.

Após vincular o arquivo da planta no template e verificação da composição e espessura da parede, identificou-se que a parte gráfica cotava a parede com espessura de 12 cm; já no memorial, a parede é composta por um tijolo de 6 furos com 10 cm de espessura mais chapisco

de 0,5 cm e reboco com 1,5 cm, e pintura de duas demãos, o que resulta numa parede de 15cm (multiplicando o acabamento pelas duas faces).

Na figura 10, após definição da estrutura componente da parede, com base nas informações do memorial descritivo de materiais, modelou as paredes com 15 cm, o que resultou na diminuição dos afastamentos entre a parede e as bordas do radier.

Figura 10 – Composição da parede/ Detalhe da planta baixa



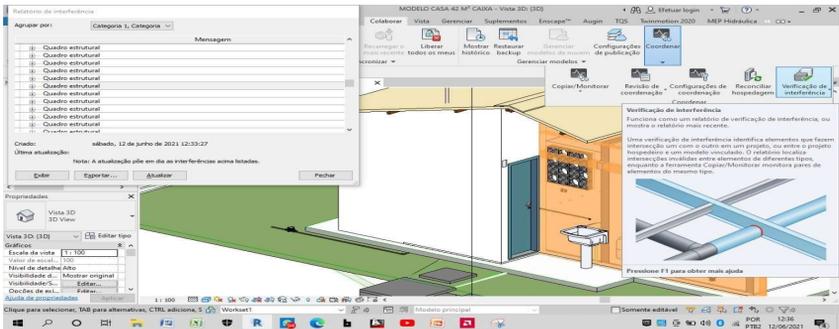
Fonte: Autor.

Outra divergência apontada é a esquadria do dormitório 2 (figura 10), na indicação da legenda é indicado uma janela de 1,50 x 120/ P=90, sendo que a medida gráfica é 1,39, mas optou-se em permanecer com o que foi indicado na legenda e no memorial; então se obtém o resultado que se observa na figura 10.

A seguir, observa-se na figura 11, uma detecção automática de erros e incompatibilidade. Na ferramenta chamada “verificação de interferência”, foi observado, após rotação do comando, alguns confrontamentos como os detalhes sobre a cinta superior que tem altura definida em projeto e memorial de 2,14m com dimensões de 10cm x 15cm (largura x altura), modelada ao longo de todas as paredes, se confronta com os cobogós que possuem dimensões de 80cm x 80cm e peitoril de 160cm. Outras interferências foram detectadas, mas não devem ser levadas em conta, como: tubo por dentro de paredes, tubulações de elétrica passando pelo piso, pois fazem parte do processo construtivo.

ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM EM PROJETOS DE HABITAÇÃO NO ÂMBITO DO PROGRAMA CASA VERDE E AMARELA EM OBSERVÂNCIA AO DECRETO Nº 10.306/20

Figura 11 – Corte em CAD – Vista Revit – Detalhe da altura da cinta.



Fonte: Autor.

Nos projetos complementares em CAD (do referido estudo), temos representações gráficas dos elementos em 2D e algumas informações complementares que auxiliam na ideia das instalações como um todo. Mas se observou ainda alguns pontos, como: falta de informações ou duplicidade delas, que são necessárias para a execução, ausência de especificações de alturas de pontos (elétricos, hidráulicos, sanitário), declividade de tubos, conexões a serem usadas etc.

Figura 12 – Modelo federado



Fonte: Autor.

Com a modelagem 3D em BIM, se observa um projeto completo, um modelo federado, no qual se observa as várias disciplinas de projetos em um único arquivo, onde há grande versatilidade, maior verificação das informações, várias possibilidades de representações, bem como inúmeros recursos que a plataforma proporciona, que servem na observância de erros e incompatibilidades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modelagem em BIM, se torna de longe uma grande ferramenta na integração e colaboração entre as diversas disciplinas que compõem um projeto, pois qualquer alteração é automaticamente atualizada nos dados relativos a ele, diminuindo o retrabalho em atualizar cada prancha 2D; então, de forma prática: se for necessário mudar a dimensão de uma janela, abre-se qualquer vista e faz a modificação; logo, em todas as outras pranchas e disciplinas a janela será alterada.

O Modelo BIM se apresenta como uma concepção tridimensional, com alto nível de possibilidades: gráficas (cortes, vistas, fachadas, quantitativos, tabelas, detalhamentos e outros), alimentação de informações, análises construtivas, informações de materiais, custos, planejamentos, também apresenta famílias parametrizadas que, se configurados, respeitam certos parâmetros. Apesar de se entender que o projeto em estudo não é tão complexo, no modelo obtido se observou alguns erros de compatibilização e de projeto, erros esses que aplicando a metodologia BIM, conseguiu-se verificar com auxílio da ferramenta de verificação de interferência, fazendo com que o projeto se adeque ao que será construído.

Em observância ao decreto e as medidas por parte do governo federal para implementação do BIM, se observa a necessidade do uso para os programas e projetos fomentados pela esfera pública, para diminuição de erros que oneram a obra e dificultam o andamento do processo. Por isso, a metodologia BIM se apresenta como grande ferramenta de inovação na construção civil, seja no modelamento de projetos, no processo de construção, criação de As Built, ou na manutenção pós obras, pois tem como intuito a melhoria dos processos e diminuição dos custos e retrabalhos.

REFERÊNCIAS

ARCHICAD. Graphisoft Archicad- **Desenvolvido para Projeto Arquitetônico 3D em BIM**. [S. l.], 2021. Disponível em <<https://www.accasoft.com/ptb/programa-de-arquitetura>>. Acesso em: 28 ABR 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 12006-2: Construção de edificação - Organização de informação da construção. Parte 2: Estrutura para classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 15965-1: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 15965-2: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Características dos objetos da construção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 15965-3: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 15965-7: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: Informação da construção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 16354: - Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objetos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 16757-1: Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais. Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 16757-2: Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais. Parte 2: Geometria.** Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

AUTODESK. **Autocad – desenvolvedor de projeto auxiliado por computador** [S. l.], 2021. Disponível em < <https://www.autodesk.com.br/products/autocad/overview?term=1-YEAR>>. Acesso em: 25 ABR 2021.

AUTODESK. **Revit - Desenvolvido para Modelagem de Informação da Construção.** [S. l.], 2021. Disponível em <<https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview>>. Acesso em: 25 ABR 2021.

AUTOQI EBERICK. Eberick- **Desenvolvido para elaboração de projetos de estruturas.** [S. l.], 2021. Disponível em <[https://altoqi.com.br/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=GAds-Perene toQi&utm_source=BhCdARIsAG6zhIwJaoFcCAUm9cbiCswc0MIbP8Ue6f302W y4lh8u52fkPdenB-6o8oaAru4EALw_wcB](https://altoqi.com.br/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=GAds-Perene%20toQi&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=GAds-Perene%20toQi&utm_source=BhCdARIsAG6zhIwJaoFcCAUm9cbiCswc0MIbP8Ue6f302W%20y4lh8u52fkPdenB-6o8oaAru4EALw_wcB)>. Acesso em: 27 ABR 2021.

BRASIL. Presidência da República. Decreto n. 10306, de 02 de janeiro de 2020. **Diário Oficial da União.** Brasília, 02 de abril de 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20192022/2020/Decreto/D10306.htm. Acesso em: 12 mai. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Lei n. 11977, de 07 de junho de 2009. **Diário Oficial da União.** BRASILIA, 07 de julho de 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2009/Lei/L11977.htm. Acesso em: 23 abr. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Lei n. 14118, de 13 de janeiro de 2021. **Diário Oficial da União.** BRASILIA, 26 de março de 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20192022/2021/Lei/L14118.htm. Acesso em: 14 abr. 2021.

ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM EM PROJETOS DE HABITAÇÃO NO ÂMBITO DO PROGRAMA CASA VERDE E AMARELA EM OBSERVÂNCIA AO DECRETO Nº 10.306/20

CAIXA. **PROGRAMA CASA VERDE E AMARELA**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 21 mai. 2021.

CAIXA. **PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/casa-verde-e-amarela/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 20 mai. 2021.

CAIXA. **PROJETO HIS 42 M²**. CAIXA. Disponível em: <http://www.caixa.gov.com.br/downloads/bancos-projetos-HIS/casa42m2.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO. CGU. RELATORIO nº 01, de data inválida. PRESTAÇÃO DE CONTA PMCMV: dezembro 2020, MINISTERIO DA ECONOMIA, 1 dez. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/cgu/pt-br/assuntos/noticias/2021/04/cgu-divulga-prestacao-de-contas-do-presidente-da-republica-de-2020/relatorio-de-avaliacao-pmcmv.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2021.

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.

EDIFICIUS. Acca Software Edificius- **Desenvolvido para Modelagem de Informação da Construção**. [S. l.], 22021. Disponível em <<https://graphisoft.com/solutions/archicad>>. Acesso em: 28 ABR 2021.

GOVERNO FEDERAL DO BRASIL. **Programa Casa Verde e Amarela: ACESSO A INFORMAÇÃO**. BRASIL. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br>. Acesso em: 23 abr. 2021.

IBAPE - INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Dados da Construção Civil**. Disponível em: <https://ibape-nacional.com.br/site/institucional-2/>. Acesso em: 31 mar. 2021.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E

ESTADÍSTICA. **Condições de vida, desigualdade e pobreza.** BRASIL. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/condicoes-de-vida-desigualdade-e-pobreza.html>. Acesso em: 23 abr. 2021.

IBRE- INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA . **MODELAGEM DA INFORMAÇÃO: DADOS.** FGV. 10 p. Disponível: <https://portalibre.fgv.br/artigos>. Acesso em: 31 mar. 2021.

MONTEIRO, Adriana Roseno ; VERAS, Antonio Tolrino de Rezende . **A QUESTÃO HABITACIONAL NO BRASIL.** SCIELO. FORTALEZA, 2017. 16 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/ZkVrVHZqbHWQwK6HRpGrcXN/>. Acesso em: 27 fev. 2021.

MOREIRA, Vinicius de Souza ; SILVEIRA, Suely de Fátima Ramos ; EUCLYDES, Fillipe Maciel . “**MINHA CASA, MINHA VIDA**” EM NÚMEROS: : quais conclusões podemos extrair?. *In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA*, IV. 2017. 613 p.

MOTTA, Luana Dias. **A QUESTÃO HABITACIONAL NO BRASIL IMPACTO DO PROJETO NA EXECUÇÃO DA OBRA.** Rio de Janeiro, v. 1, f. 51, 2016. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Disponível em: https://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/wp-content/uploads/2014/04/TAMC-MOTTA_Luana_-_A_questao_da_habitacao_no_Brasil.pdf. Acesso em: 1 FEV. 2021.

MÜLLER, Leandro Sander . **UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) INTEGRADO A PLANEJAMENTO 4D NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** RIO DE JANEIRO, 2015. Monografia (ENGENHARIA CIVIL) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013024.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021.

ONU- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **DEFICIT HABITACIONAL NO MUNDO.** Disponível em: <https://news.un.org/pt/tags/estatisticas>. Acesso em: 21 abr. 2021.

OSCAR, Luiz Henrique Costa. **O IMPACTO DO PROJETO NA EXECUÇÃO DA OBRA.** Rio de Janeiro, v. 1, f. 51, 2016. Monografia (Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10018064.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2021.

PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. **USO DO BIM PARA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: BARREIRAS E OPORTUNIDADES EM UMA EMPRESA CONSTRUTORA.** Natal.v.1,f.51,2016. Monografia (Engenharia Civil)-UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3311/16/BIM-compatibiliza%C3%A7%C3%A3o- projetos-Paiva-Daniel-Artigo.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2021.

SUCCAR, BILIAL. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders.** Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2942066/mod_resource/content/1/2009-Building_information_modelling_framework_A_research_and_delivery_foundation_for_industry_stakeholders.pdf%20%20%281%29.pdf. Acesso em: 11 mai. 2021.

TEKLA. Tekla Structures- **Desenvolvido para Modelagem de Informação da Construção.** [S. l.], 22021. Disponível em <<https://www.tekla.com/br/produtos/tekla-structures>>. Acesso em: 27 ABR 2021.

O USO DO BIM NA AQUISIÇÃO DE SERVIÇOS ESPECIALIZADOS PELA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

Victor Medeiros Coelho

Rogério Henrique Frazão Lima

PROJETO E PLANEJAMENTO DE OBRAS COM USO DA METODOLOGIA BIM

RESUMO: O processo definido pela administração pública para contratação de obras e serviços de engenharia é, atualmente, regido e orientado pela Lei 8.666 de 1993, conhecida como a Lei de Licitações. A referida lei atua como um Plano de Gerenciamento de Aquisições, com processos detalhados e consolidados. Nos últimos anos, vem se observando uma iniciativa do Governo Federal em modificar a lei em questão com a finalidade de utilizar uma metodologia mais robusta na contratação e gerenciamento de projetos e obras de engenharia e arquitetura. Denominado de “BIM”, ou de Modelagem da Informação da Construção, este método já teve sua eficiência comprovada em diversas ocasiões. Apesar das vantagens e benefícios esperados com a mudança, a adoção da nova metodologia vem enfrentando resistências e dificuldades para sua implantação, tanto de cunho legal quanto técnico. Este trabalho discorre sobre os obstáculos encontrados e busca analisar sob uma ótica resolutiva a situação observada.

Palavras-chaves: BIM, licitações, obras públicas, contratos, plano de aquisições.

INTRODUÇÃO

Tendo entrado em vigor em 21 de junho de 1993, a Lei Federal 8666, conhecida comumente como “Lei de Licitações”, vem atuando como o plano de gerenciamento de aquisições dos governos federal, estadual e municipal, definindo procedimentos, políticas e critérios para a contratação de serviços ou compra de produtos pela

administração pública. Além disso é também de comum conhecimento que, especificamente, as obras e serviços de engenharia contratadas pela administração são marcadas por atrasos, extrapolações dos custos e qualidade abaixo do desejado o que, por sua vez, incorre em mais despesas e gasto para o erário.

Dessa forma, o governo se viu forçado a buscar soluções para as situações supracitadas, soluções estas que precisariam ser de cunho técnico, com mudanças nos processos, nas políticas e na tecnologia empregada para a gestão de obras públicas. Nesse cenário, a metodologia/processo BIM (Building Information Modeling, ou Modelagem da Informação da Construção) surge como alternativa para maior transparência nas etapas de obra e projeto. Entretanto, apesar de oferecer uma possível saída para os problemas aqui discutidos, toda mudança é marcada por resistência, dificuldades e problemas em sua implementação, especialmente em se tratando da adoção de um novo, mais robusto e eficiente plano de gerenciamento de aquisições.

O governo federal estabeleceu em seu programa de ações estratégicas para o setor da construção civil, através do Plano Brasil Maior, utilizar a tecnologia da informação aplicada à prática da construção e a implantação do sistema de classificação de normas da construção – normas BIM (MIRANDA e MATOS, 2015, p. 025, apud BRASIL 2013, p. 64). No Brasil o Estado de Santa Catarina é pioneiro na definição das normas e diretrizes para elaboração de projetos e execução de obras, tendo definido tais parâmetros no documento intitulado de “Caderno de especificações de projetos em BIM” (SANTA CATARINA, 2018.)

Com mais de centenas de softwares disponíveis no mercado desempenhando a mesma função, entregando os mesmos resultados e trabalhando com a mesma eficiência, como definir parâmetros para a qualificação técnica das empresas interessadas? Como evitar direcionamento nas contratações públicas ao exigir que os projetos e modelos elaborados sejam feitos em determinados formatos ou extensões? Como serão exigidos, para efeitos de habilitação e classificação de propostas nos certames licitatórios, os profissionais e os quesitos técnicos nas documentações apresentadas?

Diante o exposto, essas questões se mostram pertinentes, à medida que antecipa situações e cria soluções como forma de prevenção à implementação de um novo plano de contratar serviços de engenharia por órgãos e entidades públicas. Ainda nesse esforço de se prever obstáculos temo um outro contraponto: antes de se solicitar

das empresas que seja aplicada uma nova metodologia de trabalho, a própria administração pública precisa estar capacitada para isso.

Muito já fora publicado a respeito do BIM e das vantagens de sua implementação no contexto de obras e serviços públicos. Seja em estudos comparativos entre detalhamento de plantas e projetos, em análises a respeito da qualidade do levantamento de quantitativos ou da forma que a metodologia pode beneficiar a fiscalização dos serviços, o BIM já foi ricamente debatido, demonstrado e estudado. Sendo assim, esse trabalho busca se ater ao processo e responder a seguinte pergunta: “Como contratar obras e serviços especializados de engenharia através da metodologia BIM? ”.

Para poder responder a esta questão, primeiro deve-se entender como os serviços especializados de engenharia são contratados/adquiridos pelo Estado e suas repartições.

OBJETIVOS DO TRABALHO

- OBJETIVO GERAL

- Analisar a implantação da metodologia BIM para obras e projetos da esfera pública.

- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- analisar a viabilidade e as vantagens de implementação da metodologia nos termos da Lei 8666 e discorrer sobre os possíveis desafios e dificuldades encontradas durante a fase externa das licitações públicas;
- discorrer de forma prática e objetiva sobre os aspectos referentes à qualificação técnica e comprovação de experiência das empresas nos processos licitatórios que envolvam BIM;
- propor ideias para a implantação de um plano de gerenciamento de aquisições fazendo uso da metodologia BIM para contratação de obras públicas no Estado do Maranhão.

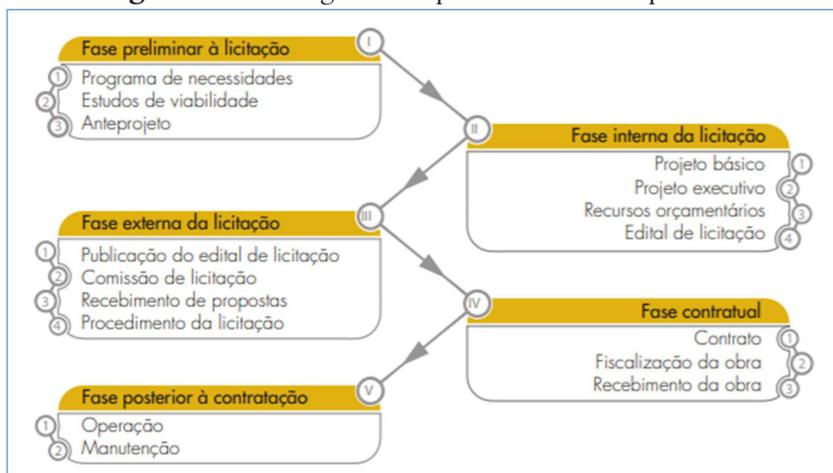
OBRAS PÚBLICAS – Fases e Procedimentos

Atualmente, todas as obras públicas demandadas pelas instituições administrativas são contratadas/providenciadas através de procedimentos específicos, regidos pela Lei Federal 8666/1993. Analisando a referida Lei percebe-se que esta possui processos com mais caráter técnico do que aparenta e necessita ser, em boa parte, conduzida por profissionais com atribuições específicas para interpretar e analisar projetos e plantas técnicas.

Conforme especificado por TCU (2014), o sucesso da conclusão de uma obra pública é um resultado de ações em um procedimento multidisciplinar que precisa ter todas as etapas bem definidas e conduzidas e que se inicia muito antes da publicação e veiculação de um edital. Um resultado final que logre êxito para a Administração, seja atendendo critérios e restrições de custo, tempo, qualidade e aderência da obra a um escopo pré-definido depende do cumprimento adequado dessas etapas.

A Figura 01 ilustra, de forma genérica, as etapas pertinentes a um gestor para a execução de uma obra pública:

Figura 01 - Fluxograma de processos – obras públicas



Fonte: TCU (2014)

Dessa forma, ao observar as informações disponíveis na Figura 1, não é equivocado afirmar que, no âmbito da gestão de projetos e

serviços de engenharia, a Lei de licitações e os procedimentos nela previstos compõe um plano de gerenciamento de aquisições bem elaborado. Um Plano de Gerenciamento de Aquisições consiste em um documento que registra todas as decisões de compra ou contratação de serviços externos em um projeto e, ainda mais importante, define como e quando adquiri-los. O PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), que serve como uma “base sobre a qual as organizações podem criar metodologias, políticas, procedimentos, regras, ferramentas e técnicas e fases do ciclo de vida necessários para a prática do gerenciamento de projetos” (SMART CONSULTING, 2020), define os seguintes processos para promover as compras e contratações externas em um contexto de projeto:

I - Planejar o Gerenciamento das Aquisições: O processo de documentação das decisões de compras do projeto, especificando a abordagem e identificando vendedores em potencial.

II - Conduzir as Aquisições: O processo de obtenção de respostas de vendedores, seleção de um vendedor e adjudicação de um contrato.

III - Controlar as Aquisições: O processo de gerenciar relacionamentos de aquisições, monitorar o desempenho do contrato, fazer alterações e correções conforme apropriado e encerrar contratos (Fonte: PMBOK, 6ª edição).

É importante mencionar que, apesar de não constar nos processos aqui relacionados, existem outras etapas em gerenciamento de projetos que influenciam as aquisições, e vice-versa. A título de exemplo, a “definição de critérios de aceitação” ou “definição de requisitos” pertencem a outras áreas de conhecimento de projetos, mas se correlacionam com aquisições no instante em que informam como o trabalho contratado será aceito.

A Lei de Licitações, sendo o método legal para viabilização de obras e serviços de engenharia, possui processos similares. Conforme mencionado na Introdução deste trabalho, muito já se estudou e discutiu sobre elaboração de projetos ou fiscalização de obras com o uso da metodologia BIM, partes estas tratadas nas fases Interna e Contratual da Licitação, tendo como referência a Figura 1. Resta, então, definir com mais clareza como ficaria a Fase Externa da Licitação.

A Figura 2 demonstra com clareza como ocorre o procedimento da fase externa, cujo principal objetivo é a seleção da melhor proposta dentro dos parâmetros determinados no edital da licitação.

Planejar o Gerenciamento das Aquisições: O processo de documentação das decisões de compras do projeto, especificando a abordagem e identificando vendedores em potencial.

Conduzir as Aquisições: O processo de obtenção de respostas de vendedores, seleção de um vendedor e adjudicação de um contrato.

Controlar as Aquisições: O processo de gerenciar relacionamentos de aquisições, monitorar o desempenho do contrato, fazer alterações e correções conforme apropriado e encerrar contratos (Fonte: PMBOK, 6ª edição).

É importante mencionar que, apesar de não constar nos processos aqui relacionados, existem outras etapas em gerenciamento de projetos que influenciam as aquisições, e vice-versa. A título de exemplo, a “definição de critérios de aceitação” ou “definição de requisitos” pertencem a outras áreas de conhecimento de projetos, mas se correlacionam com aquisições no instante em que informam como o trabalho contratado será aceito.

A Lei de Licitações, sendo o método legal para viabilização de obras e serviços de engenharia, possui processos similares. Conforme mencionado na Introdução deste trabalho, muito já se estudou e discutiu sobre elaboração de projetos ou fiscalização de obras com o uso da metodologia BIM, partes estas tratadas nas fases Interna e Contratual da Licitação, tendo como referência a Figura 1. Resta, então, definir com mais clareza como ficaria a Fase Externa da Licitação.

A Figura 02 demonstra com clareza como ocorre o procedimento da fase externa, cujo principal objetivo é a seleção da melhor proposta dentro dos parâmetros determinados no edital da licitação.

Figura 02 - Fases Externas das Licitações



Fonte: Rego (2017)

A fase externa inicia-se com a veiculação de um instrumento convocatório, que é o Edital da Licitação. No Edital estão definidas todas as informações necessárias para selecionar um fornecedor que atenda às necessidades específicas do órgão. Estão definidos o objeto da licitação, valor estimado do custo total, local e data para realização do certame e outras informações pertinentes para a seleção de um fornecedor adequado. A sessão então é aberta na data estipulada no Edital e a comissão de licitações (setorial, permanente ou temporária) recebe a documentação das empresas para análise. Em um primeiro momento, é verificado se os licitantes atendes aos quesitos de qualificação técnica, jurídica, econômica determinados pelo órgão para seleção de uma empresa interessada. As empresas julgadas habilitadas, após encerrar a fase de recurso e contrarrazões, apresentam suas propostas de preços. Nas propostas estão relacionados todos os serviços requisitados pelo Edital para execução da obra de engenharia, além da composição dos preços unitários de todos os serviços e outros documentos técnicos exigidos no instrumento de convocação, como a composição da parcela do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), composição dos encargos sociais, cronograma físico-financeiros para previsão de desembolso, entre outras informações.

A proposta de preço que oferecer maior benefício para o Estado e atender a todos os requisitos do Edital, após a conclusão das fases de recursos administrativo e contrarrazões (similar à fase de habilitação), é, então, selecionada para atender a demanda da Administração.

Ressaltando a etapa da Habilitação dos proponentes (Figura 2), vejamos o que um Edital veiculado pela Secretaria de Estado da Infraestrutura específica, para o quesito de qualificação técnica, o exigido para habilitação de uma empresa de engenharia se tornar elegível para execução de uma obra de construção de um “Hospital de Urgência e Emergência, em São Luís- MA”, retirado do referido Edital, conforme se observa na Figura 03.

Figura 03 - Comprovação de Qualificação Técnica

14.3.4.	Comprovação de Aptidão de Desempenho Técnico Operacional da Licitante, através de Atestados ou Certidões fornecidos por pessoa de direito público ou privado, devidamente averbado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA ou no Conselho de Arquitetura e Urbanismo - CAU, comprovando ter executado os seguintes serviços, limitados estes, exclusivamente, às parcelas de maior relevância abaixo indicadas:	
ITEM	SERVIÇOS REQUERIDOS	QUANTDADE
01	Execução de obra em estrutura de concreto armado	3.500 m3
02	Fornecimento e Instalação de grupo gerador 750 KVA	1 un
03	Execução de instalação de rede de gases medicinais	1 un
04	Execução em piso vinílico	2.350 M ²
05	Comprovação de execução de Subestação de 13,8 Kv e 750 KVA	1 un

Fonte: SINFRA – MA (2020)

No exemplo ilustrado, fica bem evidenciado o que cada licitante deverá apresentar em termos de documentação para que a mesma esteja habilitada no certame: comprovações emitidas pelos conselhos regionais comprovando ter executado serviços específicos nas quantidades mínimas exigidas. Mas como comprovar a execução de um trabalho utilizando uma metodologia específica?

Muitos se equivocam em limitar o BIM apenas tratando-o como uma nova tecnologia. Muito mais que softwares ou hardwares, BIM é uma metodologia de trabalho que promove a integração de etapas e disciplinas, minimizando erros ao aumentar o nível de informação e detalhamento.

BIM – Building Information Modeling

De acordo com Paraná (2018) a metodologia BIM vem sendo definida de formas variadas, tanto no meio acadêmico quanto em aplicações técnicas diversas. Mas, uma forma de compreensão comum é de que BIM é um processo, uma plataforma ideológica ou o conjunto de informações de um empreendimento. Entretanto, o conceito definitivo para o LaBIM é de que a “Modelagem da Informação da Construção é uma metodologia de trabalho baseada em processos colaborativos, multi e interdisciplinares, envolvendo profissionais de diversas disciplinas, como arquitetura, engenharias, tecnologia da informação, entre outros, por meio do uso de diferentes plataformas tecnológicas”.

É de conhecimento comum que a adoção de uma metodologia mais robusta, multidisciplinar e guiada pela informação traz inúmeras vantagens para empreendimentos voltados à elaboração de projetos e à construção. Eastman et al. (2014), relata que apesar da indústria encontrar-se nos primórdios do uso da metodologia os avanços contatados em comparação com a prática de desenho 2D (CAD) ou em plantas desenhadas à mão são notáveis. De acordo com o autor, o espectro de vantagens esperadas e/ou observadas se estendem, em parte, no seguinte escopo:

Benefícios na fase da pré-construção para o proprietário

- Conceito, viabilidade e benefícios no projeto: possibilidade de definir com elevado grau de certeza e confiança se um projeto irá atender as restrições de custo, prazo, risco e qualidade, auxiliando na tomada de decisão antes de comprometer os recursos necessários;
- Aumento da qualidade e desempenho da construção: o desenvolvimento de um modelo esquemático com elevado grau de detalhamento torna possível uma avaliação minuciosa do empreendimento e a avaliação prévia se o mesmo atende requisitos de sustentabilidade da construção. Além disso, o modelo possibilita a elaboração/adoção de soluções alternativas para o projeto e oferece flexibilidade;

Benefícios no projeto

- Visualização antecipada e mais precisa de um projeto: por ser projetado diretamente em um modelo 3D, o software BIM é mais eficiente que um projeto composto de vários planos em duas dimensões;
- Correções automáticas em mudanças feitas em projeto: se o modelo for formado por objetos carregados de informações paramétricas reais e existentes, então a modelagem em 3D já será possível de ser construída/executada.
- Geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer etapa do projeto: possibilidade de se extrair qualquer conjunto de informações específicas do projeto, sendo elas visuais ou não;

- - Colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto: facilidade no trabalho simultâneo e multidisciplinar em um modelo BIM, através do compartilhamento e colaboração do modelo e da realização de um adequado gerenciamento;
- Extração de estimativas de custo durante a etapa de projeto: a modelagem em software BIM torna possível a extração de quantitativos de forma automática, com atualização da informação ao passo que o projeto avança nas etapas planejadas. Se as quantidades dos itens extraídos tiverem informações de custo atrelados a elas é viável a obtenção de uma estimativa precisa do custo de um empreendimento, importante informação para o caso de um certame licitatório por exemplo. Editais com custos mal estimados são passíveis de sofrer impugnação por oferecer risco real de onerar as empresas interessadas;

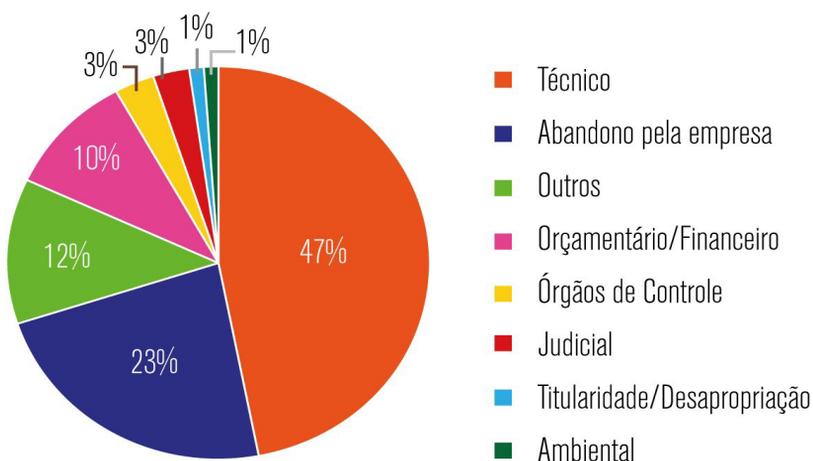
Benefícios pós-construção

- Melhor gerenciamento e operação das edificações: o modelo da construção é uma fonte de informações confiáveis e precisas para fins de fiscalização e gerenciamento pela administração, facilitando o acompanhamento e verificação das características operacionais das edificações;
- Integração com sistemas de operação e gerenciamento de facilidades: “um modelo de construção que foi atualizado com todas as modificações feitas durante a construção é uma fonte precisa de informações sobre como os espaços e sistemas foram construídos e fornecem um ponto de partida muito útil para o gerenciamento e a operação da construção” (EASTMAN et al., 2014).

No que tange a elaboração e o gerenciamento de projetos e obras a citação deixa clara a vantagem da administração pública em adotar a metodologia tendo em vista, por exemplo, os dados alarmantes trazidos pelo TCU em seu diagnóstico de desempenho de obras

publicados em 2019. Durante auditoria operacional em mais de trinta mil obras viabilizadas através de convênios com o governo federal, o Tribunal de Contas da União constatou que mais de 30% das obras estavam paralisadas ou inacabadas. Quando verificados os motivos que contribuíram para a desempenho muito aquém do esperado, dentre eles estão: contratação com base em projeto básico deficiente; insuficiência de recursos financeiros de contrapartida; e dificuldade de gestão dos recursos recebidos (TCU, 2019). A Figura 04 ilustra os motivos relatados pelo Tribunal para o insucesso com as obras públicas:

Figura 04 - Problemas em obras federais



Fonte: TCU (2019)

É interessante observar que quase metade dos problemas oriunda de fatores técnicos. Projetos que carecem de detalhes executivos e informações estão expostos ao risco de terem seus custos orçados extrapolados e prazos vencidos. A Lei de Licitações ainda permite aditivos de custo e prazo generosos nas faixas de 25% em obras de construção e/ou elaboração de soluções técnicas e de 50% no caso da realização de reformas e adequações, o que favorece muitas vezes o surgimento de uma postura descuidada por parte das empresas contratadas e dos órgãos fiscalizadores.

A possibilidade que o BIM oferece de integrar disciplinas diversas em um mesmo projeto e trabalhar de forma conjunta e em tempo real também mitiga riscos relacionados no diagnóstico do TCU.

É perfeitamente possível considerar informações de âmbito jurídico, financeiro e ambiental durante a concepção e execução de um projeto de grande porte. Dessa forma, não apenas os problemas decorrentes de fatores técnicos quanto de outras naturezas poderiam ser facilmente evitados ao se trabalhar com a metodologia.

Desafios do BIM no Brasil e a Nova Lei de Licitações

Nos últimos anos tem se observado a intenção do governo federal em estabelecer a metodologia BIM como parte obrigatória da contratação de obras e serviços públicos. A expectativa era de que este seria implantado de forma gradativa a fim de observar os resultados até culminar em sua utilização na nova Lei de Licitações. Existem dois decretos principais que abordam a adoção do BIM na esfera pública, relacionados a seguir:

- Decreto 9.983 de 22 de agosto de 2019: Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling (BRASIL, 2019);
- Decreto 10.306 de abril de 2020: Estabelece a utilização do Building Information Modelling 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 Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 (BRASIL, 2020).

O primeiro decreto estabelecia a base do que foi batizada de “Estratégia BIM” que é um grupo de medidas adotadas para difundir a metodologia e facilitar sua implantação no país. Para isso, algumas medidas específicas foram tomadas: promover a divulgação do BIM, promover a capacitação das equipes e criar condições para estimular o investimento público e privado, instituir, instituir normas e padrões para implementar o BIM, incentivar a concorrência através da utilização de padrões neutros de interoperabilidade BIM e desenvolver a Plataforma e a Biblioteca nacional BIM.

Outro ponto relevante à cerca do decreto de 2019 foi terem instituído o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information

Modelling. Composto por representantes de vários órgãos do governo, o comitê tem por objetivo cumprir as metas do decreto e executar ações tanto de planejamento quanto de execução. O Comitê deve, também, acompanhar os resultados das ações estabelecidas no plano estratégico.

O segundo decreto, interposto em 2020, já se configura como um plano mais robusto de implantação do BIM no país, com metas objetivas para cada fase do plano. 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 Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019”* (BRASIL, 2020).

O decreto de 2020, apesar de inicialmente restrito a obras do exército, marinha e aeronáutica e de serviços de reforço e reabilitação de OAEs pelo DNIT, detalha com mais informações as etapas de disseminação da metodologia. As fases previstas no decreto são as seguintes:

- Fase 1 – Iniciada em janeiro de 2021, determina que o BIM deverá ser usado no desenvolvimento de projetos de engenharia e arquitetura, tanto para obras novas quanto para ampliações e reformas, quando essas obras foram consideradas de grande importância para a disseminação da metodologia no país (conforme determinado pelo Art.10). A referida fase também irá contemplar a elaboração de projetos e modelos gráficos de arquitetura e outras disciplinas técnicas como estruturas de concreto e instalações e também irá realizar análise de compatibilização de projetos, extração de quantidades de serviços e geração de documentos e relatórios;
- Fase 2 – Terá início em janeiro de 2024, prevê a execução com BIM de forma direta ou indireta de projetos de arquitetura e engenharia, além do acompanhamento e gestão de obras novas ou reformas que foram consideradas de grande relevância para disseminação do método no país. Essa fase contempla todas as atividades características da primeira fase e acrescenta atividades de orçamentação,

determinação de custos das obras, gestão e controle e atualização de modelo *as built* das obras cujos projetos tenham sido elaborados com BIM;

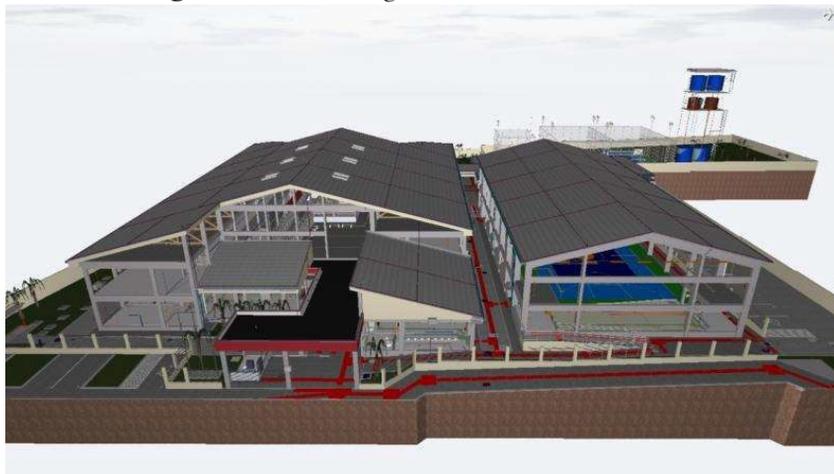
- Fase 3 – Iniciando em janeiro de 2028, a partir dessa fase o BIM deverá ser a metodologia utilizada “*no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras referentes a construções novas, reformas, ampliações e reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância para a disseminação do BIM*” (BRASIL, 2020). A relevância das obras ainda será determinada nos termos do artigo 10, determinado que os órgãos relacionados à iniciativa do governo na implantação da metodologia publiquem de forma periódica a relação de obras que deverão ser contempladas. Na terceira fase, além das atribuições determinadas nas fases anteriores, serão acrescidos ao escopo as atividades relacionadas à manutenção dos empreendimentos que tiverem sido concebidos/desenvolvidos por uso do BIM.

Por ainda estar situada na primeira fase do plano de implantação do BIM poucos resultados foram obtidos a respeito do uso da metodologia de maneira formal e documentada no país. Alguns Estados da Federação como Paraná e Santa Catarina já estão bem adiantados na formulação de um plano para aquisições e contratações de obras públicas utilizando de forma efetiva e direta os conceitos da modelagem da informação da construção.

Santa Catarina possui publicado o “Caderno de Especificações de Projetos em BIM”. O documento fornece definições, normas, parâmetros e informações para a padronização dos trabalhos referentes a obras e serviços de engenharia e arquitetura. Este também apresenta dados para classificação dos projetos, requisitos para seu desenvolvimento e nomenclaturas para elaboração e gerenciamento dos trabalhos produzidos ou contratados. O Estado foi um dos pioneiros na implantação do BIM. Em 2020, a Prefeitura Municipal de Florianópolis formou uma parceria com a empresa “AltoQI”, também da região, para a construção de uma escola utilizando o BIM para levantamento das incompatibilidades de projeto. A utilização da modelagem para gestão da obra (Figura 5) possibilitou a antecipação de intercorrências por conta

da análise da compatibilização dos projetos de instalação antes mesmo da licitação, possibilitando a otimização dos documentos produzidos. A construção da “Escola do Futuro” como fora batizada possuía prazo de conclusão de 24 meses, mas foi entregue no fim do 12º mês sem qualquer aditivo de custos na obra (FLORIANÓPOLIS, 2019)

Figura 05 - Modelagem da “Escola do Futuro”



Fonte: Florianópolis (2019)

Apesar da iniciativa de algumas unidades federativas do país se mobilizarem para promover a aquisição de serviços especializados de engenharia e de natureza técnica com o BIM, o uso da metodologia ainda encontra diversas dificuldades. A Lei 14.133 de 1º de abril de 2021, batizada informalmente de “nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos”, fornece poucas (ou nenhuma) diretrizes para implementação do BIM em obras públicas, sendo a única menção deste encontrada no Art. 19, § 3º, com os seguintes dizeres: “*Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modelling - BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la*” (BRASIL, 2021).

Com poucas diretrizes definidas por se encontrar na primeira fase do plano de implantação, a licitação de obras com BIM carece de informações e de, principalmente, adesão de outros setores relacionados

para a viabilização do plano. Os órgãos do governo como secretarias de obras e serviços indispõe de mão de obra qualificada e de equipamentos adequados para a elaboração de documentos técnicos. A formulação de editais precisa estar apoiada por uma equipe multidisciplinar de profissionais que entendam como trabalhar utilizando a metodologia de forma eficaz.

Outro ponto de resistência para a realização dos planos manifestados nos decretos 9.983 e 10.360 é a padronização de documentos e certificados por conta dos conselhos regionais e dos órgãos fiscalizadores. Não existe um modelo de atestado reconhecido que certifique que um projeto ou obras fora elaborado, desenvolvido, executado e/ou gerenciado com uso da metodologia da modelagem da informação da construção. Dessa forma ainda não existe uma forma de exigir como qualificação técnica a comprovação de trabalhos utilizando a metodologia BIM.

O Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Pará – CAU/PA – contestou o uso da metodologia exigida pelos decretos federais. Segundo o Conselho existe um equívoco ao se referir ao BIM como uma ferramenta, e não como uma metodologia. O Conselho afirma que a produção intelectual envolvida no processo de elaboração de projetos é que deve ser mantida em destaque ao certificar os profissionais pelos seus trabalhos, e não o fato das plantas, desenhos, quantitativos e especificações terem sido extraídos de um software que trabalha de um modo específico, seja ele CAD ou BIM (CAU/PA, 2021).

Em uma postura semelhante, o CAU/BR encorajou as empresas e entidades que se sentirem prejudicadas com a exigência do uso do BIM para efeito de qualificação técnica que interponham pedido de impugnação em editais e termos de referências que requisitem tal comprovação. O Conselho entende a prática como irregular, podendo gerar *“prejuízos na competitividade e na igualdade entre todos os potenciais prestadores serviços de Arquitetura e Urbanismo”*.

Outro ponto interessante a ser mencionado são os inúmeros produtos, softwares, equipamentos e tecnologia disponível no mercado que trabalham com uma abordagem BIM e possibilitam a visualização de arquivos gráficos. O AutoCad Revit, software líder de mercado para uso do BIM em projetos de arquitetura, por exemplo, possibilita trabalhar com os seguintes formatos: DGN, DWG, DWFT”, DXF™ , IFC, SAT, SKP, AVI, ODBC, gbXML, BMP, JPG, TGA e TIF (EASTMAN, 2014) . Buscar formatos/padrões o mais neutro possível para estimular a justa

competitividade entre as empresas interessadas na prestação dos serviços pode parecer uma tarefa complicada. O Caderno de Especificações de Projetos de Santa Catarina por sua vez adotou o formato IFC (sigla inglesa para Industry Foundation Classes) como formato padrão por possibilitar a troca de dados de BIM entre softwares desenvolvidos por diversos fabricantes diferentes. Santa Catarina (2018) afirma que o IFC por ser um formato aberto não pertence a um único fornecedor, sendo neutro e independente.

O BIM nas obras públicas do Maranhão

Existem poucos relatos na utilização do BIM para contratação de obras e serviços especializados de engenharia e arquitetura no Estado. Ao contrário das unidades de SC e PR que já possuem um certo grau de padronização documentado, o Maranhão não tem estabelecido um caderno de especificação de projetos e termos técnicos para trabalho com BIM.

Ao realizar pesquisa na Secretaria de Estado da Infraestrutura do Maranhão – SINFRA, não foram constatados o uso de modelagem da informação da construção para licitação de obras e serviços nos últimos anos. O Estado não possui elaborado um BIM mandate ou um BEP (*Bim Execution Plan*), documento que determina os aspectos e informações da modelagem dos projetos. Não existem registros de um processo de aquisição e/ou contratação de serviços relacionados a obras públicas que tiveram uso da metodologia BIM em algum nível. Existem, entretanto, poucos exemplos de obras que tiveram seus projetos correspondentes desenvolvidos em softwares que trabalham usando BIM.

A título de exemplo, podemos citar projetos de escolas de oito e de doze salas desenvolvidos pelo Governo do Estado do Maranhão para o programa Escola Digna. As escolas foram projetadas com softwares BIM e tiveram seus projetos complementares detalhados utilizando tecnologia relacionado ao método de trabalho em questão. Entretanto, o emprego do BIM a esses empreendimentos se restringem a detalhes executivos e compatibilização de projetos. A modelagem da informação da construção não foi considerada em qualquer momento do processo de contratação dos serviços especializados pela gestão pública ou da fiscalização da obra pelo corpo técnico das instituições responsáveis. Não foram utilizados, também, a extração de quantitativos ou materiais para

efeito de orçamentação da obra antes da veiculação do edital da licitação de cada uma.

Os conselhos regionais de engenharia e arquitetura do Maranhão ainda não possuem formas de atestar trabalhos desenvolvidos, executados ou gerenciados com uso de metodologia BIM. Existe, entretanto, um crescimento no interesse manifestado por profissionais da área da engenharia e arquitetura em se qualificar na metodologia. Os profissionais em questão têm buscado a qualificação em uma atitude de se antecipar em relação a nova forma de trabalhar que, aos poucos, vem sendo cada vez mais exigida e requisitada no mercado de trabalho. A busca pela qualificação e o interesse da iniciativa privada em mudar para um novo método que vem mostrando mais eficiência nos resultados apresentados pode ser a motivação que o Estado precise para migrar para o BIM. Com a mudança acontecendo nas empresas e nos conselhos regionais, as instituições relacionadas a gestão pública de obras e empreendimento deverá se adequar para realizar a contratação desses trabalhos especializados de uma forma que enquadre as particularidades da modelagem da informação da construção nos processos de aquisição do governo.

CONCLUSÃO

É evidente que o Governo, principalmente na esfera Federal, já demonstrou interesse em adotar o BIM em seus processos de gerenciamento de aquisições no tocante a obras públicas e serviços especializados de engenharia e arquitetura. A modelagem da informação da construção já possui resultados comprovados em diversas oportunidades em outros países e, mais recentemente, aqui mesmo no Brasil que justifiquem os esforços do governo em adotar uma forma de trabalho mais moderna e eficiente. Os Decretos de 2019 e 2020 servem de alicerce para os próximos passos e medidas a serem realizadas a fim de que as licitações considerem as particularidades de uma metodologia mais robusta e multidisciplinar. A Nova Lei de Licitações ainda não agregou o BIM de forma definitiva, mas cria expectativa positiva para as próximas fases previstas no Decreto Federal 10.306.

Entretanto, apesar da iniciativa pública ter dados os primeiros passos na direção da mudança, os desafios são diversos, se estendendo desde a capacitação de empresas e entes privados e seus profissionais e a qualificação de gestores e técnicos, sendo eles efetivos ou comissionados,

até a preparação de conselhos para reconhecimento do BIM como metodologia de trabalho mensurável e com características específicas. A manifestação do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil representa uma resistência interessante ao defender a opinião de que para efeito de qualificação técnica o BIM não deve ser considerado nem exigido das empresas prestadoras de serviços.

Por fim, mesmo com a resistência enfrentada nessa transição, é apenas uma questão de tempo para que os processos licitatórios e a contratação de obras públicas se adequem a modelagem da informação da construção, passando por uma transformação desde o nível pessoal dos profissionais envolvidos a um nível organizacional, transformando os procedimentos e documentos relacionados.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling.** Brasília, DF, agosto 2019.

BRASIL, Decreto nº 10.306 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling 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 Building Information Modelling- Estratégia BIMBR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Brasília, DF, abril 2020.

BRASIL, Lei Federal nº 14.133, de 1º de abril de 2021. **Lei de licitações e contratos administrativos.** Brasília, DF, abril 2021.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas.** 4. ed. Brasília, 2014.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual**

de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. **Caderno de especificações de projetos em BIM.** Versão 2.0. Santa Catarina, 2018.

GOVERNO DO PARANÁ. **Coletânea de Cadernos Orientadores: caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM.** Curitiba, 2018.

MIRANDA, Antonio Carlos de Oliveira; MATOS, Cleiton Rocha de. Potencial uso do BIM na fiscalização de obra públicas. **Revista do TCU**, Brasília, n. 33, p. 22-30, mai./ago. 2015.

Obras Públicas: CAU/BR contesta exigência de acervo técnico em BIM nas licitações. **Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Pará – CAU/PA**, 2021. Disponível em: <<https://www.caupa.gov.br/obras-publicas-cau-br-contesta-exigencia-de-acervo-tecnico-em-bim-nas-licitacoes/>>. Acesso em: 15 de julho de 2021.

PMBOK: 10 dicas aprofundadas para aplicar boas práticas de gestão de projetos. **Blog Smart Consulting**, 2021. Disponível em: <<https://blog.smartconsulting.com.br/boas-praticas-de-gestao-de-projetos/>>. Acesso em: 03 de junho de 2021.

PMI, Institute. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK® Guide**, 6th Edition. Newton Square, PA, USA: PMI, 2017.

REGO, Terezinha. [Questão] Licitação (Lei 8666). **Mapas & Questões**, 2017. Disponível em: <<https://mapasequestoes.com.br/blogs/newsmq/questao-licitacao-lei-8666/>>. Acesso em: 04 de junho de 2021.

SÃO LUÍS (MA). Edital de Licitação Concorrência nº 02/2020. [CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DE UM HOSPITAL DE URGÊNCIA E EMERGÊNCIA, CAPACIDADE DE 131 LEITOS,

DENOMINADO “HOSPITAL DA REGIÃO TOCANTINA”, EM IMPERATRIZ –MA]. **São Luís**: Secretaria de Estado da Infraestrutura - SINFRA. São Luís, 2020.

Secretaria Municipal da Educação, SME. Escola é apresentada como case em encontro nacional. **Prefeitura de Florianópolis**, 2019. Disponível em: <<https://www.pmf.sc.gov.br/noticias/index.php?pagina=notpagina¬i=21556>>. Acesso em: 14 de julho de 2021.

TCU, Secom. Obras paralisadas no país: causas e soluções. **Portal TCU**, 2019. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/obras-paralisadas-no-pais-causas-e-solucoes.htm>>. Acesso em: 12 de julho de 2021.

SOLUÇÃO ORÇAMENTAL PARA UMA FACHADA PARAMÉTRICA

Tiago Mendonça Pedro

Igor Mendes Monteiro

Erico Peixoto Araujo

Gladstone Mapurunga e Siva Junior

RESUMO: O BIM (Building Information Modeling) e o Design Paramétrico são ferramentas comumente usada na construção civil, representando uma abordagem diferente para elaboração de orçamento. Através dessa nova compreensão em orçamento, foi elaborado uma fachada paramétrica com geometria ondular como sistema de brise solar. O processo do design paramétrico possibilitou o desenvolvimento da fachada utilizando definição algoritmo, já o BIM gerou orçamento através de parâmetros pré-definidos. Como alternativa foi proposto a colaboração orçamentária entre duas ferramentas de processo BIM gerando assim um orçamento automatizado. Esse procedimento, também envolveu o comparativo de orçamento na forma convencional. Percebeu-se que, a utilização da metodologia BIM agiliza o processo de levantamento de quantitativo e preço, evitando assim grande margem de erro.

Palavras-chave: BIM, design paramétrico, orçamento, automatizado.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o processo de elaboração de orçamentos ainda é conduzido de forma tradicional, utilizando projetos impressos e/ou sistemas baseados em Computer Aided Design (CAD). No entanto, essa ferramenta de representação considera apenas os parâmetros geométricos do empreendimento e oferece uma visualização fragmentada de elementos gráficos, como plantas, cortes e fachadas. Nesse sentido, Andrade (2012) destaca que essa metodologia depende fortemente da atenção humana, pois qualquer alteração em um documento exige

a revisão de todos os outros documentos relacionados. De forma semelhante, Winter (2017) observa que o processo orçamentário ainda é amplamente manual, demandando um trabalho exaustivo em muitos casos.

A evolução da tecnologia de design trouxe mudanças significativas na década de 1980, especialmente com o surgimento do **Building Information Modeling** (BIM), ou Modelagem da Construção com Informações. Essa tecnologia vai além da simples representação gráfica, permitindo a criação de arquivos que simulam a construção do edifício com maior precisão, incluindo parâmetros detalhados sobre materiais e métodos construtivos. O BIM também possibilita o gerenciamento centralizado de informações, tanto durante quanto após a construção, reunindo grandes volumes de dados em um único ambiente (Guilherme, 2019).

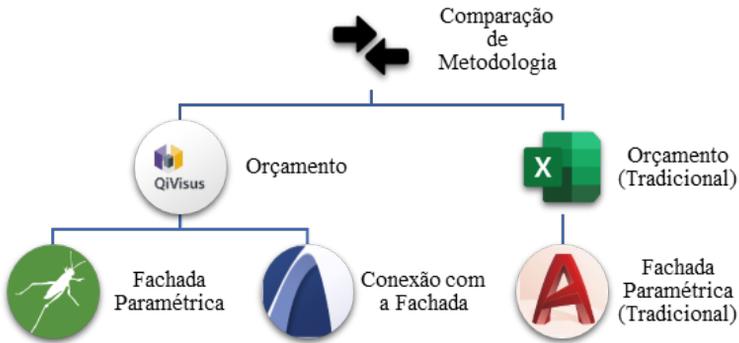
Desde os anos 1970, o projeto arquitetônico passou por transformações motivadas pela crescente complexidade dos processos construtivos e pela necessidade de acelerar o desenvolvimento de projetos. Mais recentemente, a utilização de algoritmos no design arquitetônico tem se tornado uma prática comum (Terzidis, 2006; Kolarevic & Malkawi, 2005). Esses algoritmos podem ser criados por meio de linguagens de programação ou ferramentas visuais e permitem a definição de processos rigorosos aplicáveis desde a concepção até os detalhes do projeto. Essa abordagem ajuda os arquitetos a compreender melhor os problemas e a explorar soluções inovadoras. O design paramétrico, por exemplo, possibilita a rápida exploração de alternativas, pois alterações nos dados de entrada e nos parâmetros são facilmente integradas. Além disso, essa metodologia confere maior controle ao arquiteto, permitindo análises mais detalhadas desde as fases iniciais do projeto (Kolarevic, 2003).

Com base nesses avanços, o presente artigo tem como objetivo principal realizar uma análise comparativa entre orçamentos desenvolvidos com as metodologias CAD e BIM, avaliando a viabilidade e os benefícios dessas abordagens. Para isso, foram realizados estudos comparativos baseados nos dados orçamentários de um projeto de fachada paramétrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir o objetivo proposto, a metodologia adotada para esse artigo desenvolveu-se conforme o fluxograma apresentado pela Figura 01 e 02.

Figura 01 - Fluxograma do trabalho.



Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

- I. Fachada paramétrica: elaborou-se um projeto arquitetônico de fachada comercial utilizando recursos de algoritmos do *software Grasshopper 3D*, por disponibilidade de recursos para aceleração no processo de criação.
- II. Conexão com a fachada: após o processo de algoritmo, a modelagem conectou-se com a plataforma *ArchiCAD 24 (Graphisoft)*, que utiliza o conceito da metodologia BIM possibilitando a integração de todas as disciplinas, auxiliando na parametrização dos elementos geométricos e controle das informações.
- III. Orçamento: Com o *software QIVisus (AltoQI)*, a partir da importação do arquivo IFC gerado pelo ArchiCAD, é gerado quantitativos do projeto que extrai os dados do modelo 3D e automatiza o processo através de regras inteligentes.

- IV. Fachada Paramétrica (Tradicional): Nesse processo, foi utilizado o *software* Autocad 2020 da Autodesk para elaboração do projeto da fachada em desenho 2D.
- V. Orçamento (Tradicional): Com o projeto elaborado em 2D, é feito o levantamento de quantitativo e dimensões, para em seguida personalizar na planilha do programa Excel um padrão de orçamento.
- VI. Comparação de Metodologia: A partir dos orçamentos analíticos elaborados por metodologia CAD e BIM, visa analisar as principais diferenças entre os métodos aplicados.

Cada metodologia recorreu a diferentes programas: enquanto a metodologia tradicional, conforme o estudo de caso, utilizou-se do Autocad e Excel, na metodologia BIM, empregou-se o Grasshopper, Archicad e QVisus. A Figura 2 ilustra a sequência utilizada.

Figura 2 - Sequência utilizada



Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

Modelagem da Fachada

A fachada elaborada é de um projeto comercial localizado na cidade de São Luís – Maranhão, no bairro Ponta D´Área próximo à Lagoa da Jansen. O projeto previu instalação de brises verticais com dimensões variáveis formando ondulações, pois a fachada leste recebe respectivamente o sol da manhã causando nos ambientes internos o desconforto térmico. A Figura 03 apresenta o projeto da fachada em 3D.

Figura 03- Projeto da Fachada.

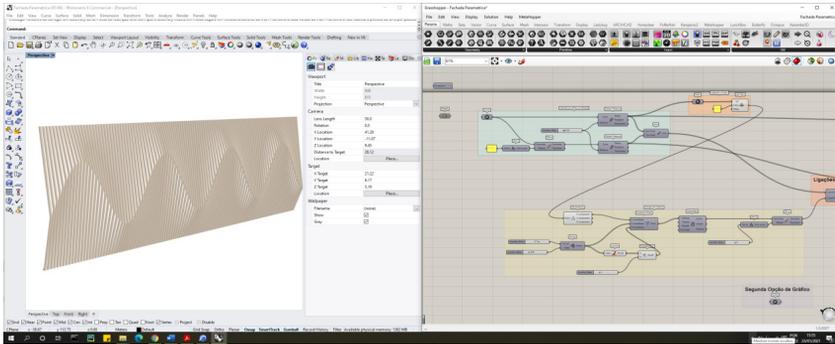


Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

Para obter o quantitativo e dimensões dos brises com máximo de precisão, foi realizada a modelagem paramétrica no *software* Rhino 3D com Grasshopper, traçando uma conectividade com o *software* ArchiCAD da Graphisoft.

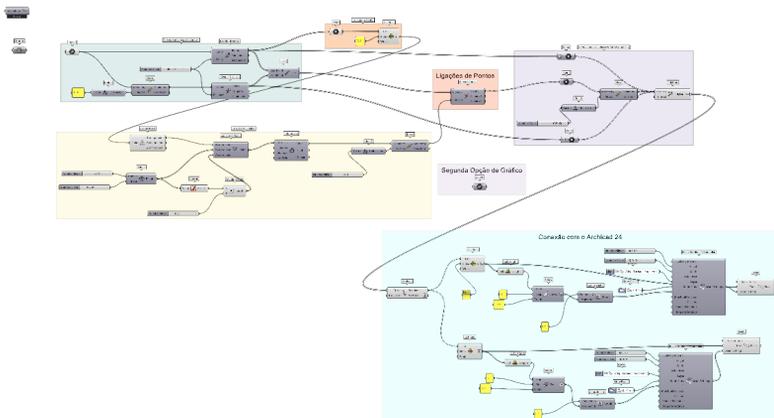
O processo de modelagem das barras retangulares, diferente do que seria feito no Autocad (traçando duas linhas com espessura de metalon), no Grasshopper foi definido um script que surgiu na interligação dos componentes dando forma aos parâmetros, que por sua vez atribui os valores dimensionais da barra. A Figura 04 mostra os programas Rhino e Grasshopper, e a Figura 05 apresenta a definição do script da fachada.

Figura 04 - Rhino e o Grasshopper.



Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

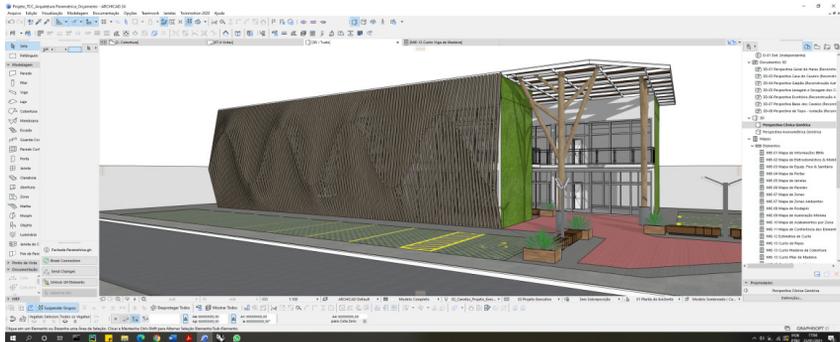
Figura 05 - Definição do Script da Fachada.



Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

Após a modelagem dos brises, é feito a conexão com o *software* ArchiCAD da Graphisoft preenchendo a lacuna no processo de projeto entre o design conceitual e o *Building Information Modeling* (BIM). Com essa conexão, foi possível traduzir as formas geométricas básicas em elementos BIM, permitindo a criação de um mapa de quantitativo e ocasionando um pré-orçamento. A figura 06 mostra o programa ArchiCAD, a Figura 07 o mapa de quantitativos.

Figura 06 - ArchiCAD (Graphisoft)



Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

Figura 07 - Mapa de Quantitativo gerado no ArchiCAD.

Levantamento de Quantitativo e Orçamento do Material Fachada Paramétrica							
Nome Piso de Origem	ID do Elemento	Material de Construção	Largura X Altura	Comprimento	Quantidade de Barras	Custo da Barra	Estimativa de Custo
Férrico							
	MT 119	Aço	0,10	2,19	1,00	64,05	64,05
	MT 120	Aço	0,10	2,30	1,00	64,05	64,05
	MT 121	Aço	0,10	2,43	1,00	64,05	64,05
	MT 122	Aço	0,10	2,73	1,00	64,05	64,05
	MT 123	Aço	0,10	3,04	1,00	64,05	64,05
	MT 124	Aço	0,10	3,38	1,00	64,05	64,05
	MT 125	Aço	0,10	3,76	1,00	64,05	64,05
	MT 126	Aço	0,10	4,15	1,00	64,05	64,05
	MT 127	Aço	0,10	4,54	1,00	64,05	64,05
	MT 128	Aço	0,10	4,91	1,00	64,05	64,05
	MT 129	Aço	0,10	5,25	1,00	64,05	64,05
	MT 130	Aço	0,10	5,54	1,00	64,05	64,05
	MT 131	Aço	0,10	5,77	1,00	64,05	64,05
	MT 132	Aço	0,10	5,94	1,00	64,05	64,05
	MT 133	Aço	0,10	6,03	1,00	64,05	64,05
	MT 134	Aço	0,10	6,05	1,00	64,05	64,05
	MT 135	Aço	0,10	5,98	1,00	64,05	64,05
	MT 136	Aço	0,10	5,84	1,00	64,05	64,05
	MT 137	Aço	0,10	5,63	1,00	64,05	64,05
	MT 138	Aço	0,10	5,36	1,00	64,05	64,05
	MT 139	Aço	0,10	5,04	1,00	64,05	64,05
	MT 140	Aço	0,10	4,67	1,00	64,05	64,05
	MT 141	Aço	0,10	4,29	1,00	64,05	64,05
	MT 142	Aço	0,10	3,90	1,00	64,05	64,05
	MT 143	Aço	0,10	3,51	1,00	64,05	64,05
	MT 144	Aço	0,10	3,16	1,00	64,05	64,05
	MT 145	Aço	0,10	2,84	1,00	64,05	64,05
	MT 146	Aço	0,10	2,57	1,00	64,05	64,05
	MT 147	Aço	0,10	2,36	1,00	64,05	64,05
	MT 148	Aço	0,10	2,22	1,00	64,05	64,05
	MT 149	Aço	0,10	2,16	1,00	64,05	64,05
	MT 150	Aço	0,10	2,17	1,00	64,05	64,05
	MT 151	Aço	0,10	2,25	1,00	64,05	64,05
	MT 152	Aço	0,10	2,40	1,00	64,05	64,05
	MT 153	Aço	0,10	2,59	1,00	64,05	64,05
	MT 224	Aço	0,10	2,40	1,00	64,05	64,05
	MP235	Aço	0,10	3,77	1,00	64,05	64,05
	MP236	Aço	0,10	4,16	1,00	64,05	64,05
	MP237	Aço	0,10	4,53	1,00	64,05	64,05
	MP237	Aço	0,10	4,92	1,00	64,05	64,05
					120,00		7.686,00 m
					240,00		15.372,00 m

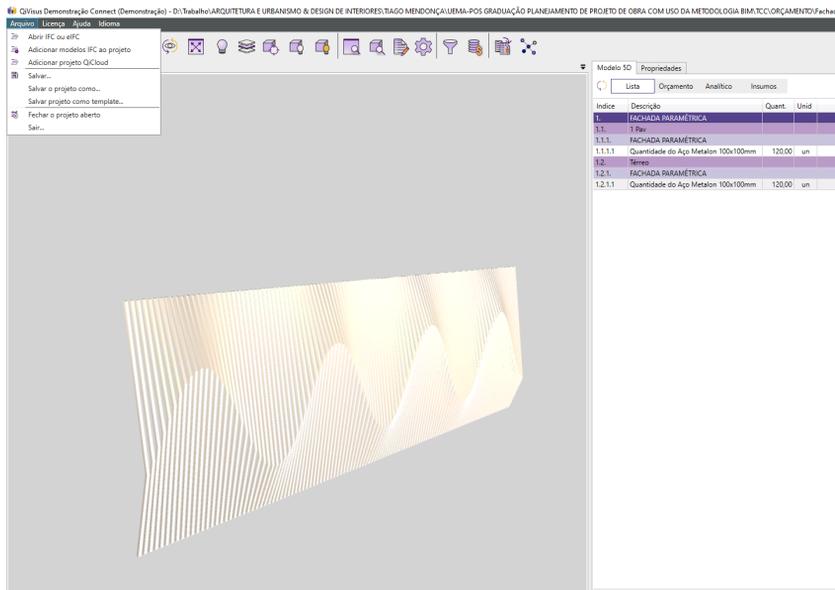
Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

Elaboração do Orçamento

Com o processo de colaboração entre a Linguagem de Programação Visual e o BIM concluído, iniciou-se a etapa de orçamentação elaborado no tipo analítico, tendo como base os valores

unitários da tabela do SINAPI e Fornecedor local. Após a importação do arquivo IFC gerado no *software* ArchiCAD, acessou-se a interface do programa QVisus (AltoQI), no qual realizou-se o procedimento orçamental (Figura 08).

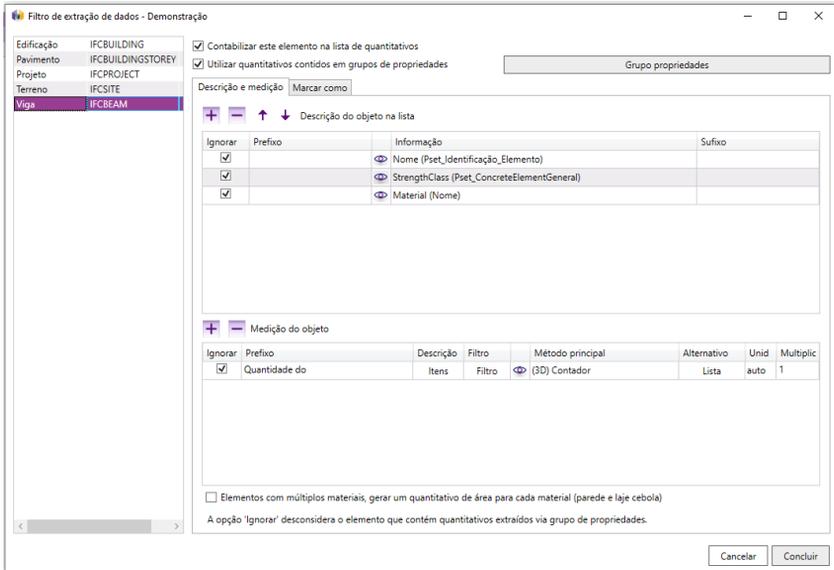
Figura 08 - Software de Orçamento QVisus.



Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

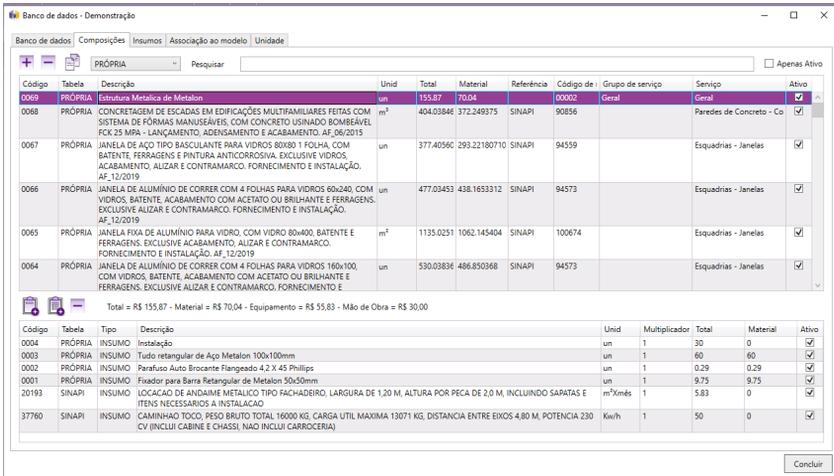
Antes do processo, configurado os dados da obra e a estrutura analítica, em seguida para definir os quantitativos, foi necessário ir em filtro, colocando extração de dados a opção viga (IFCBEAM) e depois, atribuiu-se uma medição do objeto denominado contador. Concluída esta etapa, foi possível contabilizar de forma precisa quantidade das barras (Figura 09). Em seguida, estabeleceu-se na ferramenta banco de dados a composição, tendo informações da categoria, o código, a tabela com opção de sinapi ou própria, a descrição em Estrutura Metálica de Metalon e a unidade de medida trabalhada. Também foi inserido o Insumo com itens que fazem parte da composição (Figura 10).

Figura 09 - Configurando Filtro de Dados



Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

Figura 10 - Banco de Dados Composição e Insumos.



Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

Com a configuração definida e a inserção de insumos em composição, automaticamente o custo unitário é calculado pela

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

quantidade de unidade, levando ao valor total do orçamento que tem como itens materiais e mão de obra (Figura 11). Finalizando o processo, gerou-se um relatório que constam os dados da obra, resumo do custo por tipo e a tabela de orçamento (Figura 12).

Figura 11 - Custo Unitário.

Índice	Descrição	Quant.	Unid.	Custo un	Total	Tabela	Código	Tipo
FACHADA PARAMÉTRICA								
1.1	19AV				R\$ 38.718,11			
1.1.1	FACHADA PARAMÉTRICA				R\$ 19.359,05			
1.1.1.1	Estrutura Metálica de Metalon	120,00	un	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05	PRÓPRIA	0069	COMPOSIÇÃO
1.1.1.1.1	Instalação	120,00	un	R\$ 31,05	R\$ 3.726,00	PRÓPRIA	0004	INSUMO
1.1.1.1.2	Tubo retangular de Aço Metalon 100x100mm	120,00	un	R\$ 62,10	R\$ 7.452,00	PRÓPRIA	0003	INSUMO
1.1.1.1.3	Parafuso Auto Brocante Flangeado 4,2 X 45 Phillips	120,00	un	R\$ 30,30	R\$ 3.636,00	PRÓPRIA	0002	INSUMO
1.1.1.1.4	Flangeador para Barra Retangular de Metalon 50x50mm	120,00	un	R\$ 10,09	R\$ 1.210,95	PRÓPRIA	0001	INSUMO
1.1.1.1.5	LOCALIZAÇÃO DE ANCLAGEM METÁLICA TIPO SACADURO: LARGURA DE 130 M, ALTURA POR PREÇA DE 3,0 M, INCLUINDO SANGRIAS E ITENS NECESSÁRIOS A INSTALAÇÃO	120,00	m2/m	R\$ 6,00	R\$ 720,00	SINAPI	20193	INSUMO
1.1.1.1.6	CAMINHÃO TÓCO, PESSO BRUTO TOTAL: 16000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 13071 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,60 M, POTÊNCIA 230 CV (INCLUI CABINE E CHASSI, NÃO INCLUI CARROCEIRO)	120,00	km/h	R\$ 51,75	R\$ 6.210,00	SINAPI	37760	INSUMO
1.2	RAV TERREJO				R\$ 19.359,05			
1.2.1	FACHADA PARAMÉTRICA				R\$ 19.359,05			
1.2.1.1	Estrutura Metálica de Metalon	120,00	un	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05	PRÓPRIA	0069	COMPOSIÇÃO
1.2.1.1.1	Instalação	120,00	un	R\$ 31,05	R\$ 3.726,00	PRÓPRIA	0004	INSUMO
1.2.1.1.2	Tubo retangular de Aço Metalon 100x100mm	120,00	un	R\$ 62,10	R\$ 7.452,00	PRÓPRIA	0003	INSUMO
1.2.1.1.3	Parafuso Auto Brocante Flangeado 4,2 X 45 Phillips	120,00	un	R\$ 30,30	R\$ 3.636,00	PRÓPRIA	0002	INSUMO
1.2.1.1.4	Flangeador para Barra Retangular de Metalon 50x50mm	120,00	un	R\$ 10,09	R\$ 1.210,95	PRÓPRIA	0001	INSUMO
1.2.1.1.5	LOCALIZAÇÃO DE ANCLAGEM METÁLICA TIPO SACADURO: LARGURA DE 130 M, ALTURA POR PREÇA DE 3,0 M, INCLUINDO SANGRIAS E ITENS NECESSÁRIOS A INSTALAÇÃO	120,00	m2/m	R\$ 6,00	R\$ 720,00	SINAPI	20193	INSUMO
1.2.1.1.6	CAMINHÃO TÓCO, PESSO BRUTO TOTAL: 16000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 13071 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,60 M, POTÊNCIA 230 CV (INCLUI CABINE E CHASSI, NÃO INCLUI CARROCEIRO)	120,00	km/h	R\$ 51,75	R\$ 6.210,00	SINAPI	37760	INSUMO

Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

Figura 12 - Relatório Final do Orçamento.

DADOS												
Título	ORÇAMENTO											
Obra	Fachada Paramétrica											
Cliente	Judício											
Cidade	São Luís											
Endereço	Rua dos Perdizes, Ponta do Farol											
Descrição	Levanteamento Orçamentário da Fachada											
Tabela	SIC 2020-UNIMQ-DESIGNAÇÃO											
UF	MA											
RESUMO												
Custo por Tipo	Valor	Observação	BDI Aplicado									
Total	R\$ 38.718,11	Custo total da edificação	4%									
Total Sem BDI	R\$ 37.409,80	Custo total da edificação sem a aplicação do BDI	-									
Material	R\$ 17.397,94	Custo de material	4%									
Mão de obra	R\$ 7.452,00	Custo de mão de obra	4%									
Execução	R\$ 21.320,17	Custo considerando Mão de Obra, Transporte, Terceirizado, Comiss., Verba e Outro.	-									
Transporte	R\$ 13.868,17	Custo de transporte	4%									
Terceirizado	R\$ -	Custo de terceirizado	4%									
Verba	R\$ -	Custo de bonificação ou verba	4%									
Comissionamento	R\$ -	Custo de administração ou comissionamento	4%									
Outro	R\$ -	Custos de outros tipos	4%									
TABELA DE ORÇAMENTO												
Item	Referência	Tipo	Código	Descrição	Unid.	Quantidade	Custo Material		Custo Execução		Custo Total	
							Unitário	Total	Unitário	Total	Unitário	Total
1.1				FACHADA PARAMÉTRICA			R\$ 161,33	R\$ 19.359,05	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05
1.1.1				19AV			R\$ 161,33	R\$ 19.359,05	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05
1.1.1.1	PRÓPRIA	COMPOSIÇÃO	0069	FACHADA PARAMÉTRICA	un	120	R\$ 72,49	R\$ 8.698,97	R\$ 88,83	R\$ 10.660,09	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05
1.1.1.1.1				Estrutura Metálica de Metalon			R\$ 8,98	R\$ 1.077,60	R\$ 8,98	R\$ 1.077,60	R\$ 8,98	R\$ 1.077,60
1.2				RAV TERREJO			R\$ 161,33	R\$ 19.359,05	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05
1.2.1				FACHADA PARAMÉTRICA			R\$ 161,33	R\$ 19.359,05	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05
1.2.1.1	PRÓPRIA	COMPOSIÇÃO	0069	Estrutura Metálica de Metalon	un	120	R\$ 72,49	R\$ 8.698,97	R\$ 88,83	R\$ 10.660,09	R\$ 161,33	R\$ 19.359,05

Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

RESULTADOS

Serão apresentados de forma comparativa, os quantitativos e os custos obtidos tanto pela metodologia tradicional de projeto como pelo BIM. Para analisar o desempenho de um e do outro método, utilizou-

se duas planilhas de orçamento: a primeira extraída pelo *software* Excel, que foi elaborado recorrendo às técnicas de CAD – via Autocad e outro desenvolvido nesse estudo recorrendo às técnicas BIM com auxílio do *software* Qvisus.

Para comparar apenas as questões orçamentárias e analisar a eficiência a partir disso, buscou-se usar o mesmo padrão de medição para os dois métodos.

Quantitativos

Para comparar e analisar os quantitativos, elaborou-se a Tabela 1, tendo como base o trabalho de (MENDONÇA *et al.*, 2020), que apresenta em ordem decrescente as diferenças dos percentuais dos serviços para os quais se constataram variações em quantitativos, com a finalidade de evidenciar as possíveis divergências entre os métodos. Quando o valor é negativo, o quantitativo da metodologia BIM é menor que o da tradicional e quando o valor é positivo, se torna o inverso, ou seja, o método tradicional é maior do que o BIM.

Tabela 01 - Comparativo de levantamento quantitativo dos serviços.

Serviços				
Descrição dos Serviços	Unidade	Metodologia Tradicional	Metodologia BIM	Diferença %
Tubo Retangular de Aço Metalon 100x100mm	un	254	240	-5,83
Fixador para Barra Retangular de Metalon 50x50mm	un	254	240	-5,83
Parafuso Auto Brocante Flangeado 4,2x4,5 Phillips	un	980	960	-2,08
Deslocação do Material	Km/h	6,6	6,6	0
Locação de Andaime Metálico	m ² x mês	1.900,7	1.794,9	-5,89
Instalação da Estrutura	un	254	240	-5,83

Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

Por meio da Tabela 1, observa-se que o material “tudo retangular” apresenta uma diferença significativa de 5,83%. O quantitativo extraído na metodologia BIM mostra o valor menor que no tradicional, essa variação possivelmente ocorreu, devido:

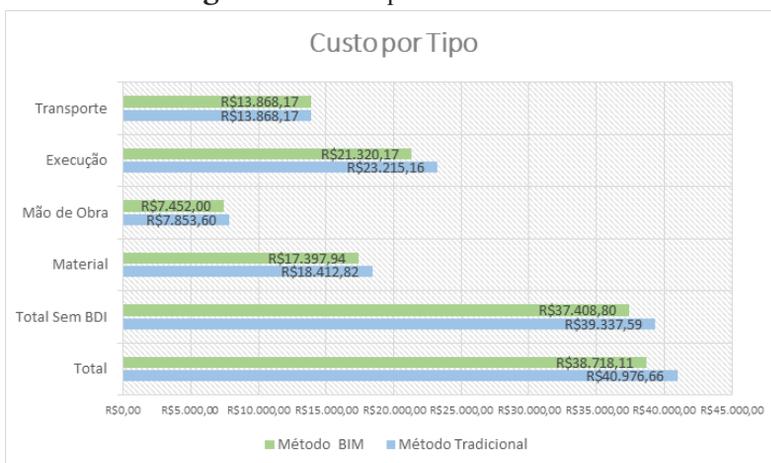
- I. Pelo baixo nível de detalhamento elaborado no CAD, gerando consequentemente uma superestimação dos valores;
- II. Pela complexidade na hora de quantificar.

Além disto, observou-se que com o auxílio da modelagem BIM, alguns serviços precisaram ser ora acrescentados e retirados, apesar de constarem no orçamento, não foi possível localizar no projeto em CAD, mostrando que o processo de levantamento era menos rigoroso em termos de procedimento.

Custos

O custo dos materiais teve como base a tabela do SINAPI e Fornecedor local. Para melhor análise, foi elaborado o gráfico que apresenta um resumo comparativo do método tradicional e BIM, Figura 13. Observou-se que houve diferenças de valores entre as metodologias. Isso mostra que ambas as metodologias apresentam quantitativos distintos e consequentemente levando a alteração nos valores.

Figura 13 - Comparativo de Custos



Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

A Tabela 02 apresenta o resumo do orçamento com os custos totais das metodologias analisadas. O custo total da construção da fachada paramétrica via metodologia tradicional, foi de R\$ 40.976,66, já o custo aqui obtido na metodologia BIM de R\$ 38.718,11, apresentando uma variação entre métodos é de 1,05%.

Tabela 02 - Comparativo de Custo Total das Metodologias.

Metodologia	Custo Total R\$	Diferença %
Tradicional	40.976,66	1,05
BIM	38.718,11	

Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2021)

Percebeu-se que apenas analisando os custos finais obtidos, houve uma pequena diferença entre metodologias, que não necessariamente era o previsto, pois mesmo utilizando os mesmos critérios de orçamentação, ainda assim era esperado uma maior redução por parte da metodologia BIM, visto a precisão que esse proporciona quanto à extração de quantitativos.

Dessa forma, é enfatizada a importância de um bom orçamentista, pois independente da sua ferramenta, os resultados tendem a convergir.

CONCLUSÕES

A partir da análise comparativa do orçamento neste trabalho, é possível tirar algumas conclusões sobre a utilização de métodos de pesquisa no processo orçamentário.

A orçamentação tradicional (em CAD), mostrou-se pouco eficaz em comparação com o processo de orçamentação (em BIM). Seus procedimentos são totalmente manuais e repetitivos, e não alertam sobre possíveis falhas durante a operação, o que requer mais esforço para detectar e corrigir de forma adequada.

Em relação ao método BIM, observou-se uma variação percentual de 1,05% se comparado ao método tradicional. Por este método, é possível vincular a quantidade de itens ao programa de orçamento de forma automatizada, possibilitando uma melhor integração

entre o projeto e o orçamento. Este é um método mais intuitivo e, em última análise, reduz a chance de erro do operador. No entanto, isso só é possível se este método for implementado corretamente: um projeto em que os dados estão devidamente parametrizados e cujo nível de detalhamento é adequado a um bom orçamento.

Diante do exposto, concluiu-se que a utilização da metodologia BIM, apresentou resultados satisfatórios, em quanto que o método tradicional requer processos manuais, a metodologia BIM tende a ser automatizada.

Notas

- (1) QVisus é um programa BIM (*Building Information Modeling*) que utiliza dos arquivos IFC (*Industry Foundation Classes*) para elaboração de orçamentos da construção civil.
- (2) Archicad é um programa BIM (*Building Information Modeling*).
- (3) Rhinoceros é um programa de CAD (*Computer-Aided Design*).
- (4) Grasshopper é um *plug-in* para Rhinoceros de modelagem geométrica por meio de programação.
- (5) AutoCAD é uma ferramenta do tipo CAD (*Computer Aided Design*).
- (6) Excel serve para controlar e organizar as informações, sendo um excelente aliado no cumprimento das rotinas e no melhor aproveitamento do tempo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. S. **A contribuição dos sistemas BIM para o planejamento orçamentário das obras públicas: estudo de caso do auditório e da biblioteca de Planaltina.** Dissertação. Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

GUILHERME, W. D. **A produção do conhecimento nas ciências sociais aplicadas.** Ponta Grossa: Atena Editora, 2019.

KOLAREVIC, B; MALKAWI, A. M. **Performative architecture:** beyond instrumentality. New York: Spon Press, 2005.

MENDONÇA, K. R. M. *et al.* ORÇAMENTAÇÃO DE OBRA: análise comparativa entre metodologia tradicional e bim. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 93096-93119, 2020.

TERZIDIS, K. **Algorithmic Architecture**. London: Elsevier, 2006.

WINTER, L. M. **Método para o planejamento da modelagem bim para fins de elaboração do orçamento analítico**. Monografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ivanildo Lima Ferreira

Igor Mendes Monteiro

Erico Peixoto Araujo

Gladstone Mapurunga e Siva Junior

RESUMO: Com o surgimento do BIM no mercado brasileiro, o mercado teve a preocupação em mudar, e o BIM foi a ferramenta que possibilitaria uma mudança, já que ajuda a reduzir os problemas na construção e acontecem de forma recorrente e buscar melhorias no mercado de construção civil, incluindo qualidade de projeto, velocidade de projeto e construção, redução de custos e desperdícios. Porém, no Brasil ainda pareça uma novidade, mas em muitos países o BIM se tornou uma realidade, o que prova que devemos usar o 5D E 4D e divulgá-lo ao máximo possível para minimizar esse atraso. Com isso, o trabalho almeja demonstrar a relevância da aplicabilidade da metodologia BIM na redução de custo e de incompatibilidade ao orçamento da construção civil.

Palavras-chave: BIM, Orçamento e Quantitativo.

INTRODUÇÃO

O BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem de Informações da Construção) é uma tecnologia que permite a criação de um modelo virtual de um edifício antes da construção, considerando todas as disciplinas do edifício (arquitetura, estrutura, instalação, análise, etc). É notório que a construção civil brasileira ainda carece de tecnologia para auxiliar sua gestão. Ficando sem se atualizar durante muito tempo, com falta de controle de processos e falta de diálogo entre os integrantes de cada etapa de seu desenvolvimento.

O BIM não é apenas uma tecnologia de geração de modelos 3D, mas também uma metodologia que funciona em múltiplas dimensões a partir de recomendações de projetos. De acordo com Neil Calvert (2013), podemos usar as seguintes classificações dimensionais para o BIM: dimensões tridimensionais 3D, planejamento 4D, orçamento 5D, sustentabilidade 6D e gerenciamento de instalações 7D.

Atualmente o orçamento de construção é baseado no projeto básico ou de implantação, e seu nível de detalhamento é alto, portanto, o andamento da obra está avançado. O procedimento ainda é manual, leva tempo e muitas vezes leva a defeitos que não são fáceis de encontrar, como inconsistências na fase de investigação quantitativa. O resultado de pequenos erros nesta fase pode levar a revisões contratuais, que é um dos principais motivos da interrupção de muitas obras e, quando as obras são restauradas, a qualidade de entrega costuma ser inferior à proposta original.

Nesse caso, além de outros defeitos na fase de projeto, a modelagem de informações de construção é um método de projeto que pode fornecer uma solução de orçamento. A modelagem requer conhecimento técnico, principalmente uma visão geral de todo o ciclo de vida do projeto.

Percebe-se que, por meio do uso de processos e ferramentas BIM, a fase de desenvolvimento do projeto requer um planejamento maior do que o Brasil atualmente utiliza ou faz. Com essa falta de planejamento, temos como consequência é que ocorreram imprevistos durante a execução da obra, o orçamento ficou mais confiável e o controle do andamento da execução mais rígido.

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

O BIM não é uma nova tecnologia, porém um novo processo na área de planejamento e execução. De acordo com Covas (2009), “Bim é um método de desenvolvimento de projetos assistido por computador multidisciplinar de nível superior aplicado à cadeia da construção civil”. Já segundo Penttila (2006), BIM “é um método de gestão da natureza do projeto e dos dados prediais ou corporativos em formato digital ao longo do ciclo de vida de um edifício”.

Para Ayres (2009), modelagem é a construção de um fenômeno ou representação de um sistema para melhor compreender sua

natureza e prever seu comportamento. Entretanto, em Bim, o modelo não é composto apenas por figuras geométricas 3D, mas também complementado com informações para convertê-lo em um modelo nD, como peso, resistência, preço e fabricante.

Maedati (2009) afirmava que o BIM proporciona uma estrutura para o desenvolvimento de modelos de produtos ricos em dados projetados para facilitar a integração entre projetos. No que ele disse, os elementos do mundo real são representados como objetos em um modelo digital tridimensional. Relatando que as informações desde a instalação até a desmontagem podem ser integradas ao modelo durante o processo de modelagem e as informações podem ser alteradas, inseridas ou excluídas a qualquer momento, não diferenciando os membros do projeto relacionados ao ciclo de vida da instalação.

O processo de uso do BIM, segundo Succar (2009), tem como objetivo final a entrega abrangente do projeto, orçamento ou planejamento da obra, com o desenvolvimento em conjunto. Sendo exemplificado através de fases:

Tabela 01 – Fases da aplicação da metodologia BIM

Fase de Projeto	Fase de Construção	Fase de Operação
Concepção, programação e planejamento de custo.	Planejamento e detalhamentos construtivo.	Ocupação e operação.
Projeção da arquitetura, estrutura e sistemas.	Construção e fabricação.	Gerenciamento e manutenção.
Análise e especificações.	As-Built e entrega.	Reprogramação.

Fonte: Adaptado de Succar (2009)

Para Succar (2009), na etapa BIM 1 (modelagem baseada em objeto) os usuários usam design, construção e operação para gerar modelos para uma única disciplina, e apenas uma pequena quantidade de processo de troca ocorre. Já na etapa BIM 2 (colaboração baseada em modelo) os participantes de uma disciplina colaboram com os participantes de outras para trocar modelos de maneira ininterrupta ou usam o formato de arquivo IFC. Por fim, a etapa BIM 3 (integração baseada em rede) promove além dos atributos semânticos do objeto, o

produto fornecido por este modelo também contém outras informações, incluindo inteligência de mercado, princípios de construção enxuta, estratégias relacionadas ao meio ambiente e o custo de todo o ciclo de vida.

Assim, dentro de cada etapa, a primeira atividade é a concepção e elaboração do projeto, sem esquecer a estimativa de custo. Sendo após essa atividade executada a próxima somente após a conclusão da primeira atividade inicia-se o segundo momento, que é a construção: planejamento da construção e seus detalhamentos. Em seguida, mas dentro da fase de construção, ocorre a construção em si, fabricação e aquisição, finalizando com a elaboração do as-built, e acabamentos.

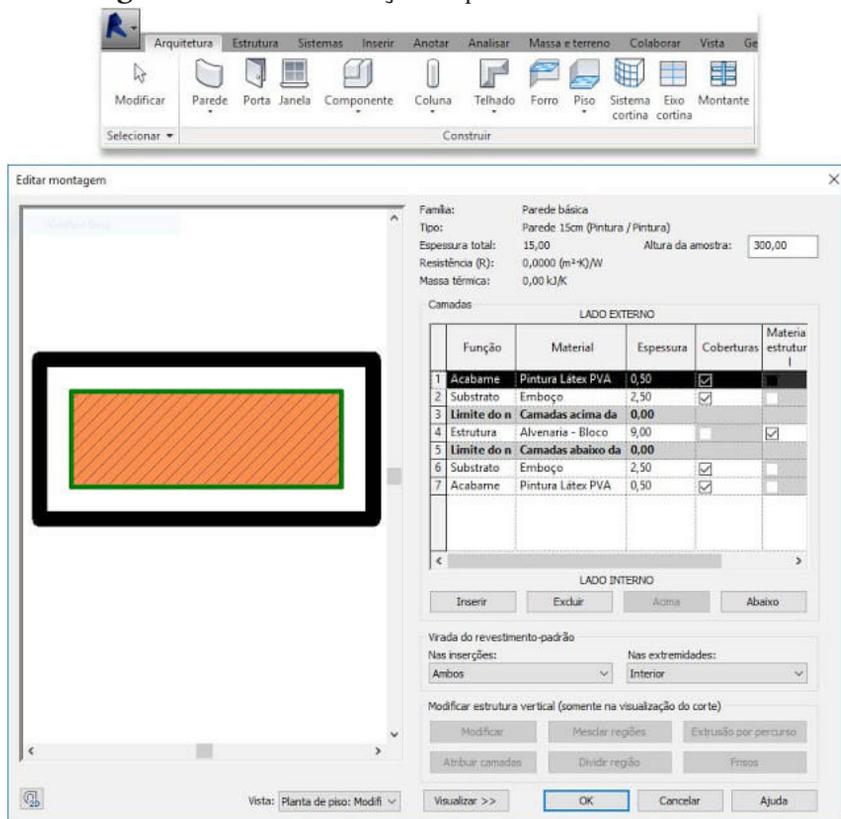
Com isso, é visível que o BIM não é apenas uma nova tecnologia, mas também a introdução de uma nova maneira de pensar sobre o processo de desenvolvimento de projetos. Suas características exigem que projetistas de todos os departamentos iniciem o conceito de projeto alinhado, promovendo a interligação entre o planejamento de instalações, fundações, estruturas, os canteiros de obras e outras demandas, que devem ser pensadas e projetadas desde o início. Esse design integrado é possível pela conexão de três frentes: modelagem de objetos, colaboração baseada em modelos e integração baseada na rede.

Parametrização

Os projetos BIM são construídos usando elementos chamados famílias. Esses elementos têm parâmetros que podem ser alteradas ou não de acordo com as necessidades do projetista, quando esses parâmetros são elementos do fabricante, como modelos de portas ou tipos de vidro, são predefinidas.

Eastman (2014) já afirmava, no projeto paramétrico, que o designer define uma série de modelos ou um conjunto de elementos, ao invés de projetar instâncias de elementos arquitetônicos, como paredes ou portas, sendo um conjunto de relações e regras para controlar os parâmetros e pode gerar instâncias de elementos, porém, cada instância mudará de acordo com seu contexto.

Figura 01 – Parametrização de parede no software Revit



Fonte: Autodesk Revit (2019)

Dimensões

Segundo Neil Calvert (2013), a metodologia BIM possui múltiplas camadas de informações, chamadas de dimensões, onde um modelo pode ser 4D, 5D, 6D, 7D, até nD, depende a complexidade de informações necessárias.

Figura 02 – Representação das dimensões do BIM



Fonte: Garibaldi (2020)

A classificação das dimensões do BIM consiste, de acordo com Neil Calvert (2013):

- A. 2D Gráfico: representa a dimensão plana, representada em planta.
- B. 3D Modelagem: demonstra a dimensão espacial, sendo atribuído a cada elemento 3D atributos parametrizados, ampliando a visibilidade virtual do empreendimento.
- C. 4D Planejamento: inclui a organização da obra, promovendo a inclusão do tempo ao modelo, sendo um fator relevante quando é analisada a compra, instalação, utilização, manutenção e armazenamento.
- D. 5D Orçamento: contribui para a análise crítica do impacto financeiro dos recursos do empreendimento, promovendo a relação de custo ao modelo projetado.
- E. 6D Sustentabilidade: representa a correlação entre a utilização energética ao modelo, com o objetivo de adquirir benefícios econômicos e menor impacto físico.

- F. 7D Gestão de Instalações: essa dimensão está relacionada com os procedimentos de manutenção, dispondo sobre as diversas informações do empreendimento e suas particularidades.

Projeto em BIM

A compreensão da projeção no projeto em BIM enfatiza as etapas de concepção com o preenchimento de uma variedade de informações., onde é possível analisar as compatibilidades entre os diversos projetos e simular os custos da execução, através da utilização da parametrização durante a composição.

Eastman (2014) destacava os impactos da metodologia BIM ao executar os projetos. Inicialmente, o anteprojeto em Bim já permite a análise de tomada de decisões durante a concepção, ocorrendo a integração de serviços ao ser a base para o fluxo de informações, algo que permite a modelagem dos projetos em um grande nível de detalhamento e especificações, ao ponto de demonstrar a representação similar a construção. Não obstante, a integração entre projeto e construção é o alicerce no BIM no processo colaborativo.

Isso demonstra que a metodologia BIM propaga inúmeras vantagens, como:

- A. Compreensão visual mais detalhada em 3D;
- B. Planejamento mais eficiente e combatível com a realidade da construção;
- C. Parametrização dos objetos, com ênfase nas propriedades físicas;
- D. Informações interligadas e alteração em tempo real do modelo;
- E. Ampliação da identificação das incompatibilidades;
- F. Ganho na produtividade;
- G. Possibilidade de intervenções futuras sem grandes retrabalhos;
- H. Execução do orçamento durante a concepção dos projetos, promovendo uma redução de custos.

Entretanto, existem algumas resistências a implementação, visto que algumas desvantagens são vistas como empecilhos, como:

- A. Alto investimento inicial com a aquisição de softwares e da qualificação profissional;
- B. Dificuldade de aprendizagem, pois além compreensão do software é necessário o desenvolvimento do senso crítico que essa metodologia representa uma remodelagem da maneira de projetar, planejar e orçar;
- C. Resistência na migração das antigas plataformas para essa atual demanda.

Metodologia BIM na elaboração do orçamento

A elaboração de orçamento através da metodologia BIM pode ser executada de diversas formas, como Eastman (2008) já defendia, onde a escolha do procedimento depende das especificações necessárias. Assim, há várias maneiras de encontrar o mesmo resultado, exportando quantitativos da edificação para um software de orçamentação, correlacionar diretamente o BIM ao software de orçamentação ou usar o BIM no levantamento de quantitativos, por exemplos.

Exportando quantitativos da edificação para um software de orçamentação: um dos softwares mais usuais é o Excel, nesse caso é retirado e quantificado propriedades dos elementos BIM para o programa externo.

Correlacionar diretamente o BIM ao software de orçamentação: com a utilização do plug-in é possível transferir informações, promovendo resultados mais eficientes.

Usar o BIM no levantamento de quantitativos: retirar o quantitativo através da metodologia BIM, com economia de tempo e possíveis conferências manuais., observando que futuras alterações no projeto são gerados novos dados com as modificações conectadas.

A visão da integração de execução de orçamento em conjunto com os projetos já é relatada por Forgues (2012), onde a parametrização dos objetos permite a estimativa de custo do modelo, uma vez que, é ineficiente a elaboração do orçamento somente ao final da concepção dos projetos, pois ocorre a perda das particularidades do empreendimento e a redução de custos. Porém, a adesão dos engenheiros orçamentistas

ao BIM ainda é escassa, o que reduz a bibliografia que correlaciona BIM a elaboração de orçamento. Talvez, essa resistência ocorra pelos obstáculos de adesão à metodologia BIM, pois haverá mudança no procedimento de execução do orçamento, pelas exigências que as aplicações dos softwares exigem.

As vantagens da aplicação da metodologia BIM são vastas, não sendo diferente durante o processo orçamentista, como a atualização e mudança automática dos objetos parametrizados, algo que proporciona benefícios de economia de tempo, além da melhora das retiradas do quantitativo do projeto, com atenção a possíveis itens do empreendimento que não estejam representados na modelagem. Algo que Eastman (2008) que comentava “toda ferramenta BIM tem a capacidade de extrair o número de componentes, áreas e volumes espaciais, quantidade de materiais e informar vários relatórios sobre o empreendimento”.

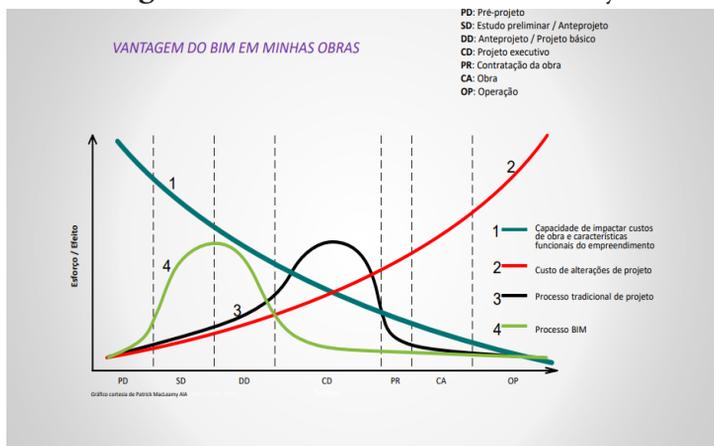
Com isso, a possibilidade de erros ao extrair dados é reduzida, quando comparado ao sistema orçamentário antigo da retirada manual do modelo 2D, acrescida da economia de tempo. Olatunji (2010) destacava que para implantação do BIM ao processo orçamentário é necessário ter um conhecimento da metodologia construtiva, com o objetivo de modelar com precisão e recursos coerentes, fornecendo propostas mais próximas da realidade da obra.

Ou seja, as vantagens da metodologia BIM ao orçamento são inúmeras, como:

1. Retirada eficaz dos quantitativos de matérias, com atualizações automáticas;
2. Ganho na representação visual dos elementos construtivos;
3. Compatibilização entre o orçamento e os projetos, onde é possível verificar os custos durante as fases iniciais da concepção do projeto, podendo ser alterada em conjunto;
4. Identificar diversas maneiras de alimentar os orçamentos;
5. Economia de tempo no levantamento de quantitativos.

O gráfico de Patrick MacLeamy demonstra a relação entre o custo da modificação dependendo em qual etapa ele é executado, promovendo um comparativo da utilização da metodologia BIM com a forma tradicional.

Figura 03 – Gráfico de Patrick MacLeamy



Fonte: Comissão de Obras Industriais e Corporativas (COIC) (2019)

Sendo verificado que o avanço da execução dos projetos é diretamente proporcional ao custo de realizações de mudanças, ou seja, promover mudanças próximas a execução do empreendimento acarretarão despesas mais onerosas, sendo assim, mais vantajoso executar mudanças nos projetos nas fases iniciais, como pré-projeto, estudo preliminar ou projeto básico.

Portanto, a metodologia BIM desenvolve um ganho financeiro e de tempo na aplicação conjunta entre as etapas, o que permite o controle orçamentário e as mudanças mais eficaz a realidade do empreendimento sem gerar grandes gastos. Para isso é necessário compatibilizar os projetos de forma antecipada, acabando com os imprevistos de execução.

Não obstante, o BIM fornece benefícios quando aplicado no procedimento licitatório, uma vez que tornará o orçamento mais eficaz e coerente com a execução do empreendimento. Promovendo a manutenção das qualidades tanto dos projetos quanto do orçamento, que serão confeccionados juntos, obedecendo parâmetros de qualidade.

Porém, aplicar a metodologia BIM requer ultrapassar alguns desafios, como a escolha coerente entre os diferentes softwares para chegar ao orçamento, erros na troca de informação ou dados entre softwares e a dependência de alguns aplicativos em relação as bases de dados.

Gray (2013) já relatava que o software Revit, da Autodesk, foi criado em seu próprio formato para dificultar a utilização de um mesmo arquivo em outro software, caso houvesse a entrada no mercado de um software similar. Sendo o IFC (Industry Foundation Classes) uma das possibilidades, por ser um formato de dados que proporciona a interligação entre os softwares sem inconformidades das informações, assim Eastman (2008) relata que o IFC permite a troca de informações entre diferentes fabricantes de programas. Onde é um formato de dados neutro e aberto, buscando que as empresas de softwares exportem com a compatibilidade.

Processo de Orçamentação pela Metodologia BIM

No método tradicional para gerar um orçamento consiste na retirada dos quantitativos de um projeto em 2D, depois os bancos de preços são consultados, sendo posteriormente utilizado um software para elaborar a planilha final. Nesse antigo formato os quantitativos só são extraídos após a finalização do projeto executivo, o que pode gerar dúvidas e acréscimos de serviços durante a execução do empreendimento, além do fato caso ocorra alterações no projeto o orçamento será reexecutado, promovendo um retrabalho, logo, excesso de gastos.

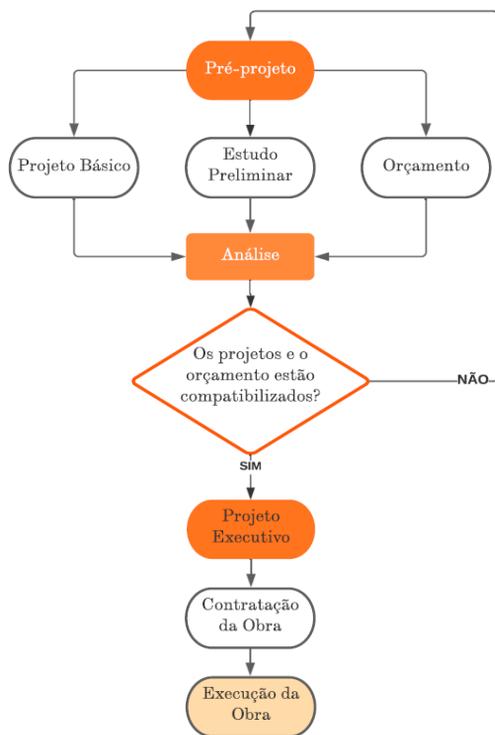
Figura 04 – Representação do Fluxo de Atividades pelo método tradicional



Fonte: Própria

Já na metodologia BIM o orçamento é executado em conjunto com os projetos, proporcionando um aproveitamento melhor do tempo e a redução de custos caso ocorram mudanças, mas para isso o projeto necessita de parametrização e comunicação entre as diversas áreas (Estrutura, Arquitetura e Complementares) e o orçamento, sem esquecer o planejamento da execução do empreendimento. Esse desenrolar de atividades promove uma economia de custos e uma execução mais eficiente.

Figura 05 – Representação resumida do Fluxo de Atividades pela Metodologia BIM



Fonte: Própria

Assim, a orçamentação vinculada na modelagem em BIM proporciona informações parametrizadas, onde extrair quantidades é realizado de forma automatizada através de diversos softwares. Onde antes da extração dos dados ocorrem várias etapas, como:

- **Cooperação entre os projetistas e o proprietário do empreendimento:** buscando identificar os objetivos do cliente e idealizar algo combatível com a realidade, seja econômica, ambiental ou social.
- **Concepção da modelagem de forma adequada:** onde há a compatibilização orçamentária e a identificação paramétrica dos serviços e materiais.
- **Alimentação do software com as especificações de preço:** ocorre a reestruturação do software com informações de bancos de dados, com o intuito de gerar custos unitários, algo que será base para a construção final do orçamento.
- **Identificação de informação adversas:** compatibilização entre os projetos, o orçamento e o planejamento da obra, analisando a execução do cronograma físico-financeiro do empreendimento mais vantajoso.

Olatunji e Sher (2010) relatava algumas atividades desenvolvidas na metodologia BIM:

- **Modelagem das instalações do empreendimento:** possibilita que o cliente visualize a maquete digital, assim verificando os critérios demonstrativos do empreendimento.
- **Simulação do cronograma da obra:** relação com a construção da obra, verificação do andamento do projeto e proporciona o sequenciamento de serviços.
- **Identificação dos custos:** correlacionar os projetos com o controle de custos de serviços, com o intuito de eliminar desperdícios, promovendo uma redução de custos.
- **Modelagem da construção e das instalações:** promover informações relevantes para a integração entre os projetos e a método construtivo.
- **Uso do 5D:** desenvolver o orçamento utilizando a forma parametrizada do software, sem esquecer as normas técnicas e as informações de bancos de dados usuais.
- **Finalização da proposta pelo término dos modelos:** trabalho em conjunto dos orçamentistas com os projetistas, agregando conhecimento ao produto final.

Com isso, a geração de preço de forma automática possibilita um ganho significativo de tempo e de qualidade do produto final, algo que proporciona um destaque positivo do profissional que aplica essa metodologia, uma vez que já possui o conhecimento do software adequado para essa finalidade.

Entretanto, Olatunji e Sher (2010) relatou as dificuldades enfrentadas pelo profissional orçamentista em atividade, como o desenvolvimento das ferramentas de habilidade em BIM e a interação com os projetistas para desenvolver um produto parametrizado e de fácil alteração e atualização. Onde, a mudança de mentalidade é algo crucial para o desenvolvimento coerente das informações construtivas, utilizando estratégias onde haja também a perspectiva do cliente, promovendo o alimento em relação a qualidade, ao prazo e aos custos do produto.

Ao final, o orçamentista nesse processo desenvolve, de forma crítica, a organização cotidiana da metodologia BIM, onde essas etapas são claras e a cooperação é algo constante, proporcionando uma compatibilidade eficaz. Algo que irá refletir no produto final do empreendimento, seja ele a entrega do orçamento para licitação ou a execução final do empreendimento.

METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia adotada consiste em analisar a compatibilidade do orçamento com os projetos desenvolvidos em BIM, logo, inicialmente, ocorre a análise da modelagem dos projetos, após essa etapa será utilizado o software Naviswork, com a finalidade de geração dos quantitativos de acordo com os serviços orçados.

Então, foi utilizada o Estudo de Caso para desenvolver a metodologia de pesquisa, visto que foi elaborado um projeto fictício de um empreendimento popular para o lançamento do software BIM buscando desenvolver o orçamento de acordo com o vínculo entre os programas, de acordo com a dimensão 5D.

O estudo de caso promove a análise detalhada do tema abordado, sendo de suma relevância o contexto das variáveis envolvidas, segundo Yin (2005). Já Robson (2002) evidencia a necessidade do conhecimento amplo sobre o caso estudo e o assunto abordado, para que com isso seja possível desenvolver algo coerente.

Algumas indagações nortearam a elaboração da pesquisa, como:

- Quais softwares serão utilizados para elaboração tanto dos projetos como do orçamento?
- Qual será o nível de modelagem adequada para a exemplificação da metodologia?
- Quais tabelas de referência de preços e custos serão alicerce para as composições orçamentárias?

Para a elaboração da pesquisa foram utilizados o Autodesk Revit e o Autodesk Navisworks, aquele foi a base para a construção da modelagem adequada para os diversos projetos, desde do arquitetônico até os complementares, sem esquecer o estrutural, já o Navisworks é um software que coordenação, ele compatibilizará todos os projetos e será alimentado pelas tabelas de referência de preços e custos, com a finalidade de retirar os quantitativos e gerar o orçamento.

O nível de modelagem está correlacionado com as necessidades do empreendimento, para esta pesquisa será utilizado um projeto de uma casa popular fictícia, com a finalidade de demonstrar a aplicabilidade da dimensão 5D, com isso proporcionado uma vivência na interação entre o orçamento e os projetos.

Para a criação das composições próprias unitárias foram utilizadas 3 tabelas de referência de preços e custos: SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), ORSE (Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe) e SEINFRA (Secretaria da Infraestrutura do Governo do Ceará).

O SINAPI é de competência do CEF (Caixa Econômica Federal) e do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), esta é responsável pela pesquisa de preços e divulgação dos índices, já aquela proporciona o embasamento técnico para as composições. Os insumos são disponibilizados com os encargos sociais desonerados e não desonerados, para a pesquisa foram utilizados os não desonerados. O SINAPI está disponível para cada unidade da Federação, com link direto pelo site da CEF, no caso foi utilizada a tabela referente ao Maranhão.

O ORSE é um banco de dados do Sergipe, desenvolvido pela CEHOP (Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe), onde é disponibilizado de forma gratuita, assim como o SINAPI. Sendo uma ferramenta muito relevante na elaboração

de orçamentos. Já a tabela de custo proporcionado pela SEINFRA também é gratuita e pode ser utilizada tanto sem desoneração quanto com desoneração, sendo que foi utilizado somente o sem desoneração, além do fato de ser um referencial do Ceará.

Com as soluções dos questionamentos é possível desenvolver o experimento do orçamento em BIM, utilizando tanto os softwares quanto os bancos de preços. Entretanto, para a eficiência é necessário um conhecimento técnico e vivência na elaboração de orçamentos, buscando a adequação coerente com a finalidade do empreendimento.

ETAPAS DA PESQUISA

Para a elaboração do produto final, o orçamento do empreendimento, é preciso desenvolver algumas etapas, nessa perspectiva foram listados alguns procedimentos:

- Elaboração dos Projetos em Autodesk Revit;
- Criação das Composições Próprias Unitárias;
- Alimentação do Autodesk Navisworks com os preços dos insumos;
- Finalização dos vínculos e geração do orçamento.

Elaboração dos Projetos em Autodesk Revit

Foi utilizado o Autodesk Revit na elaboração dos projetos, com a finalidade de parametrizar as etapas construtivas. Através desse software é possível elaborar as diversas modelagens, além de vincular os projetos complementares e estrutural de acordo com o projeto arquitetônico.

Nessa etapa o projeto Arquitetônico é a base para a criação dos complementares e do estrutural. Assim como foi escolhido o desenvolvimento de um empreendimento fictício houve a necessidade da compreensão da modelagem de acordo com a necessidade de gerar os quantitativos para a elaboração do orçamento, pois esse é o objetivo do trabalho.

O terreno para a construção tem área de 150,00 m² e perímetro de 50,00 metros, já a casa tem padrão popular, possuindo 40,07 m² e perímetro de 25,40 metros, com um banheiro, dois quartos, uma sala e uma cozinha.

A superestrutura do empreendimento será em concreto armado, assim como o radie para a infraestrutura, já a alvenaria de vedação será em tijolo cerâmico furado, as portas em madeira e as janelas em alumínio e vidro. Para a cobertura será estrutura pontaletada de madeira com telha cerâmica colonial. Em relação ao piso, será adotado o piso cerâmico esmaltado extra, para a pintura será em tinta látex acrílico.

No projeto elétrico foi utilizado cabo de cobre flexível isolado de 2,5 mm², além dos interruptores, tomadas, disjuntores e eletroduto flexível corrugado de pvc adequado para cada tipo de situação do empreendimento.

O projeto hidrossanitário é dimensionado com uma caixa d'água de 1000 litros, sendo utilizado tubos soldáveis de 20 mm e 25 mm para água fria, além do vaso sanitário, lavatório de louça branca, pia de cozinha e tanque simples. Sem esquecer, dos tubos soldáveis de 100 mm e 50 mm, para o esgoto, além das conexões, caixa sifonada, ralo sifonado e caixa de gordura.

Todos os itens estão descritos tanto no orçamento como nos devidos projetos, de acordo com o nível adequado de detalhamento e representativa, além do fato dos itens obedecerem às composições próprias unitárias criadas para inter-relacionar com as conexões através dos coeficientes.

Criação das Composições Próprias Unitárias

Para ter uma compreensão ampla dos serviços, materiais e mão de obras utilizadas no orçamento foi necessário promover a criação das composições próprias unitárias. Através dessas é possível identificar os itens necessários para alimentar o Autodesk Navisworks, tanto com os coeficientes quanto com os preços.

Para auxiliar a criação das composições foi preciso usufruir do software Excel, pois ele é um editor de planilhas do pacote Office, pertencente a Microsoft. Utilizando o Excel é possível organizar informações de forma eficiente e promovendo uma organização dos procedimentos e serviços necessários, de acordo com o tipo de empreendimento.

As composições próprias seguem uma estrutura lógica, onde cada serviço é composto por mão de obra, material e serviço, há serviços que possuem os três itens, outros só dois ou um dos itens.

Tabela 02 – Exemplo de Composição Própria Unitária (CPU)

CPU 007		IMPERMEABILIZAÇÃO DE VIGA BALDRAME COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 2 CM.		M2	
SERVIÇOS		UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S87298	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA CONTRAPISO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	M3	0,025000	R\$ 529,28	R\$ 13,23
SUBTOTAL					R\$ 13,23
MÃO DE OBRA		UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,730000	R\$ 19,07	R\$ 13,92
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,148000	R\$ 14,12	R\$ 2,09
SUBTOTAL					R\$ 16,01
MATERIAL		UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S0000123	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA NORMAL PARA ARGAMASSAS E CONCRETOS SEM ARMACAO, LIQUIDO E ISENTO DE CLORETOS	L	0,559000	R\$ 6,96	R\$ 3,89
SUBTOTAL					R\$ 3,89
VALOR TOTAL					R\$ 33,13

Fonte: Própria

Porém, a logística consiste em determinar os itens pertencentes aquele serviço, de acordo com os bancos de consulta de preços e custos, para isso foi determinado códigos que identificam quando está sendo utilizado cada uma das tabelas de preço. Quando for o SINAPI será utilizado o código que começa com a letra “S”, já quando a referência for o ORSE será utilizado um código começando com a palavra “ORSE”,

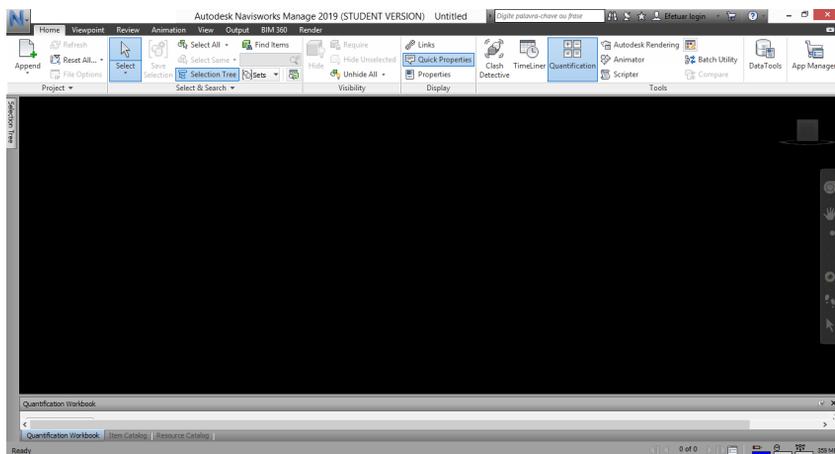
por fim, o SEINFRA é identificado no código iniciado por “C” ou “I”. Vale salientar que cada tabela tem uma referência de data, no SINAPI foi utilizado a tabela identificada como 2021/04, publicada em maio de 2021, já a tabela atual do ORSE é identificada como 2021/03, publicada em junho de 2021, assim a tabela da SEINFRA utilizada é identificada como 027, publicada em maio de 2021.

Alimentação do Autodesk Navisworks com os preços dos insumos

Após a determinação dos insumos nas composições próprias, embasadas nas tabelas de preços e custos, é possível alimentar o software Navisworks de acordo com os coeficientes de rendimento de cada serviço, já pré-determinado.

O Autodesk Navisworks é software de compatibilização de projetos, sendo possível também o planejamento e a orçamentação dos projetos. Contudo, para a elaboração eficiente dos procedimentos é necessário possuir um conhecimento prévio da logística executiva do empreendimento, visto que de acordo com as especificações técnicas pertinentes é possível detalhar as necessidades construtivas, buscando uma orçamentação coerente.

Figura 06 – Software Autodesk Navisworks Manage



Fonte: Própria

A partir da imagem acima é possível identificar os parâmetros utilizados no software Navisworks, visto que durante a execução do estudo de caso os comandos mais utilizados serão:

- “Append”: Para acrescentar os projetos ao programa,
- “Refresh”: Consistindo na atualização dos projetos quanto houver alguma alteração,
- “Selection Tree”: Organização dos diversos projetos compatibilizados, de acordo com o nível de detalhamentos da modelagem.
- “Hide”: Ocultar elementos ou até o projeto por completo.
- “Quantification”: Criação de itens, quantificação de serviços, vinculação entre modelagem e composições.

Finalização dos vínculos e geração do orçamento

Os projetos necessitam ser desenvolvidos em vínculos para criação das etapas construtivas da execução da obra, esses são os parâmetros quantitativos dos serviços que serão executados no empreendimento. Com isso, os serviços serão correlacionados com as modelagens executadas no software Autodesk Revit.

Após todo os procedimentos de vinculação, geração de custo, criação das composições pelos coeficientes unitários anteriormente determinados e finalização das quantificações, será possível a geração de uma planilha orçamentária no software Excel. Assim, de acordo com as necessidades pretendidas pelo orçamentista é possível modificar o arquivo gerado.

ESTUDO DE CASO

O estudo de caso consiste na execução dos projetos e orçamento de uma casa unifamiliar, padrão popular, com a finalidade de demonstrar a execução do orçamento de acordo com os quantitativos gerados em metodologia BIM, demonstrando tanto a busca pelo combate ao desperdício quanto a praticidade caso haja adequações aos projetos.

Elaboração dos Projetos

Os projetos foram elaborados utilizando o software Revis, que permite a modelagem dos projetos de acordo com a necessidade pretendida no produto final. Para isso deve ser determinado qual o nível de desenvolvimento pretendido no projeto.

Na metodologia BIM existe uma ferramenta para melhorar a qualidade de comunicação entre os usuários BIM, no caso o LOD (Nível de Desenvolvimento) BIM determina o parâmetro de desenvolvimento do projeto, correlacionado com a evolução da modelagem dos elementos, de acordo com a necessidade do empreendimento o LOD aumenta ou diminui.

Escalas de LOD:

LOD 100: Elementos modelados de forma genérica, indicando área, altura e volume, mas não tem tamanho, forma ou localização definidas.

LOD 200: Objetos reconhecíveis, com tamanho, forma e localização já consideradas.

LOD 300: Elementos modelados com características precisas, como quantidade, tamanho, forma e localização, além do fato que informações não gráficas poderão ser correlacionadas com os elementos. Já permitindo a elaboração de verificação dos preços, buscando solucionar questionamentos na construção do empreendimento.

LOD 350: Os elementos são representados como um sistema, com especificações de quantidade, tamanho, localização e orientação, permite a coordenação entre os diferentes sistemas, inclusive conexões e outros detalhes, permitindo a compatibilização entre projetos e execução de empreendimentos minimizando desperdícios executivos.

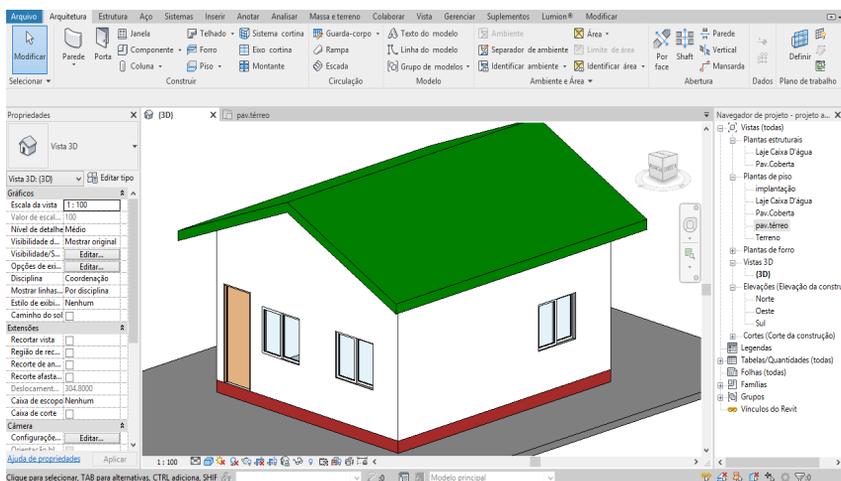
LOD 400: Possuem um nível de detalhamentos que permite a fabricação dos componentes construtivos, utilizado em fábricas, onde a necessidade de especificações e dados técnico é completo e extremamente necessário.

LOD 500: Verificação na execução in loco, adquirindo informações coerente para manutenção e operação, pós obra.

No estudo de caso o LOD adotado foi o LOD 350, uma vez que os elementos são parametrizados, permite a compatibilização dos sistemas, gera informações que possibilitam a geração de custos e os detalhes construtivos são eficientes para a execução do empreendimento.

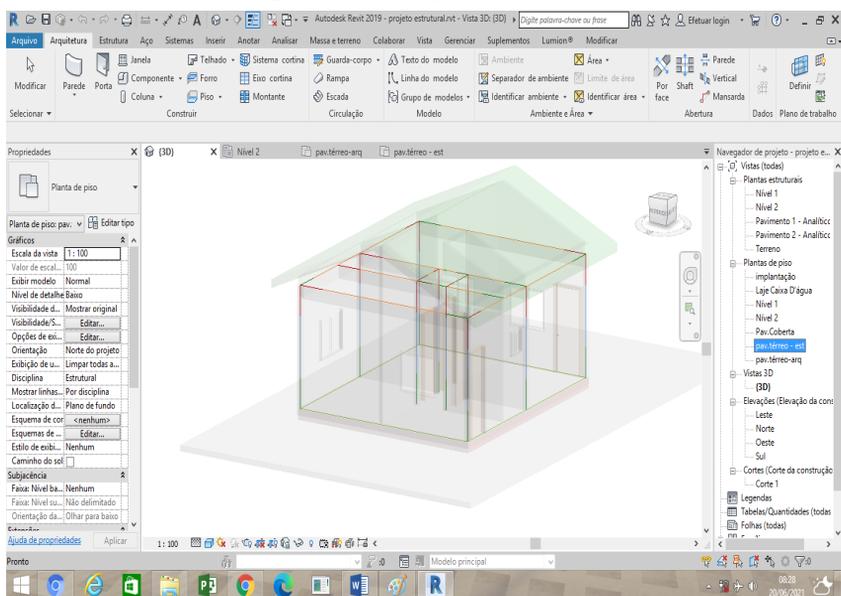
Então os projetos foram executados através do software Revit, como é possível verificar abaixo:

Figura 07 – Projeto Arquitetônico



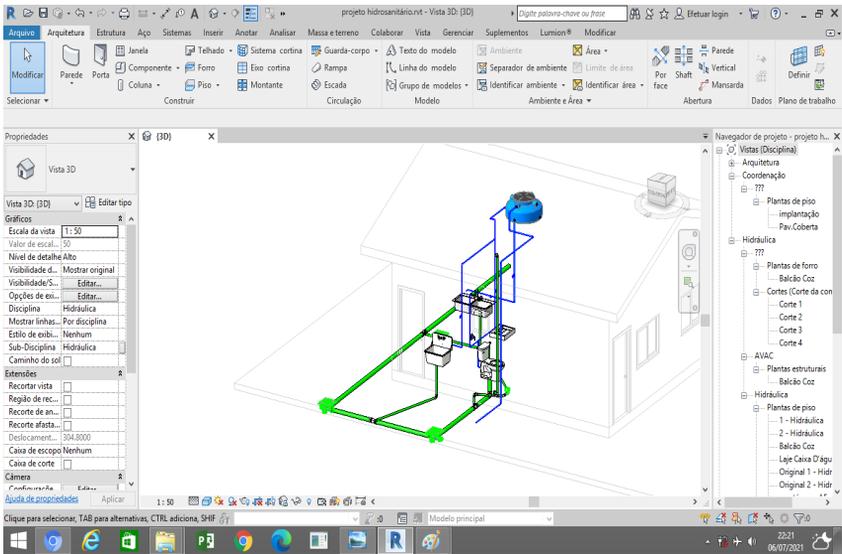
Fonte: Própria

Figura 08 – Projeto Estrutural



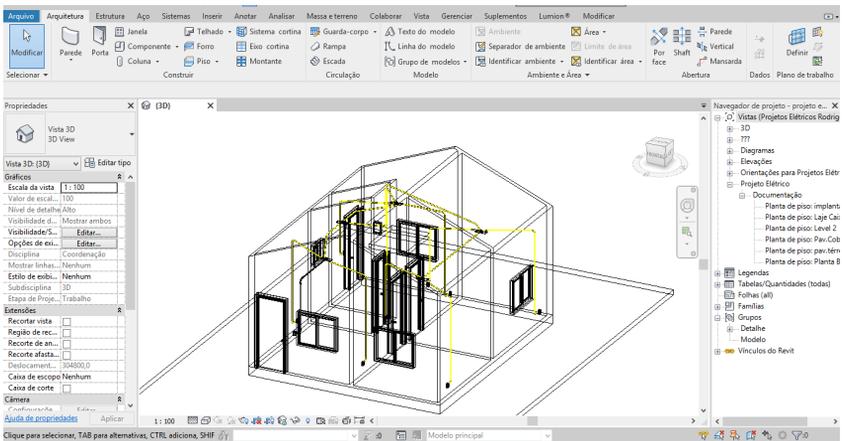
Fonte: Própria

Figura 09 – Projeto Hidrosanitário



Fonte: Própria

Figura 10 – Projeto Elétrico



Fonte: Própria

Elaboração da Composições Próprias Unitárias

Após as elaborações dos projetos é possível criar as composições unitárias de acordo com os elementos modelados no empreendimento, não obstante, poderá ocorrer adequações dos projetos de acordo com o custo benefício dos sistemas adotados, assim o orçamento e os projetos são elaborados em conjunto, permitindo a eficiência dos procedimentos e evitando custos desnecessários durante a execução.

Tabela 03 – Composições Próprias Unitárias (CPUs)

CPU 001	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA	M2			
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,071800	R\$ 14,12	R\$ 1,01
S88441	JARDINEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,071800	R\$ 18,34	R\$ 1,32
				SUBTOTAL	R\$ 2,33
				VALOR TOTAL	R\$ 2,33
CPU 002	TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA E= 6mm C/ABERTURA E PORTÃO	M2			
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,800000	R\$ 14,12	R\$ 11,30
S88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,800000	R\$ 18,86	R\$ 15,09
				SUBTOTAL	R\$ 26,38
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
I0527	CHAPA COMPENSADO RESINADO 6MM (1.10 X 2.20M)	M2	1,100000	R\$ 15,10	R\$ 16,61
I1160	FERRAGEM PARA PORTAO DE TAPUME	KG	0,500000	R\$ 7,86	R\$ 3,93

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

S00004491	PONTALETE *7,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	3,150000	R\$ 7,26	R\$ 22,87
S00040304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,150000	R\$ 22,47	R\$ 3,37
				SUBTOTAL	R\$ 46,78
				VALOR TOTAL	R\$ 73,16
CPU 003	ESCAVAÇÃO MANUAL COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M	M3			
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	3,956000	R\$ 14,12	R\$ 55,86
				SUBTOTAL	R\$ 55,86
				VALOR TOTAL	R\$ 55,86
CPU 004	REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE.	M3			
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,398600	R\$ 14,12	R\$ 33,87
				SUBTOTAL	R\$ 33,87
				VALOR TOTAL	R\$ 33,87
CPU005	EXECUÇÃO DE RADIER, ESPESSURA DE 10 CM, FCK = 30 MPA, COM USO DE FORMAS EM MADEIRA SERRADA.	M2			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S96624	LASTRO COM MATERIAL GRANULAR (PEDRA BRITADA N.2), APLICADO EM PISOS OU LAJES SOBRE SOLO, ESPESSURA DE *10 CM*.	M3	0,100000	R\$ 100,35	R\$ 10,04

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

S97082	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VIGA DE BORDA PARA RADIER.	M3	0,035000	R\$ 41,00	R\$ 1,44
S97083	COMPACTAÇÃO MECÂNICA DE SOLO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, COM COMPACTADOR DE SOLOS A PERCUSSÃO.	M2	1,000000	R\$ 2,26	R\$ 2,26
S97086	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES.	M2	0,040000	R\$ 92,78	R\$ 3,71
S97087	CAMADA SEPARADORA PARA EXECUÇÃO DE RADIER, EM LONA PLÁSTICA.	M2	1,000000	R\$ 2,31	R\$ 2,31
S97092	ARMAÇÃO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, COM USO DE TELA Q-196.	KG	6,220000	R\$ 10,54	R\$ 65,56
S97094	CONCRETAGEM DE RADIER, PISO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK 30 MPA, PARA ESPESURA DE 10 CM - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	M3	0,100000	R\$ 491,53	R\$ 49,15
				SUBTOTAL	R\$ 134,46
				VALOR TOTAL	R\$ 134,46
CPU006	VIGA BALDRAME, CONCRETO FCK 30 MPA, COM FORMA E ARMAÇÃO	M			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM	KG	5,880000	R\$ 14,30	R\$ 84,08
S96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM	KG	13,327000	R\$ 17,41	R\$ 232,02

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

S96557	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA – LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	M3	0,364000	R\$ 484,16	R\$ 176,23
S96536	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES.	M2	0,872000	R\$ 59,46	R\$ 51,85
				SUBTOTAL	R\$ 544,19
				VALOR TOTAL	R\$ 544,19
CPU 007	IMPERMEABILIZAÇÃO DE VIGA BALDRAME COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 2 CM.	M2			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S87298	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA CONTRAPISO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	M3	0,025000	R\$ 529,28	R\$ 13,23
				SUBTOTAL	R\$ 13,23
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,730000	R\$ 19,07	R\$ 13,92
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,148000	R\$ 14,12	R\$ 2,09
				SUBTOTAL	R\$ 16,01
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S0000123	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA NORMAL PARA ARGAMASSAS E CONCRETOS SEM ARMACAO, LIQUIDO E ISENTO DE CLORETOS	L	0,559000	R\$ 6,96	R\$ 3,89
				SUBTOTAL	R\$ 3,89
				VALOR TOTAL	R\$ 33,13

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

CPU 008	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA FORRO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+3)	M2			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S92273	FABRICAÇÃO DE ESCORAS DO TIPO PONTALETE, EM MADEIRA, PARA PÉ-DIREITO SIMPLES.	M	0,970000	R\$ 12,60	R\$ 12,22
S92723	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES PREMOLDADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	M3	0,044000	R\$ 461,24	R\$ 20,29
S92783	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 4,2 MM	KG	0,991000	R\$ 17,35	R\$ 17,19
				SUBTOTAL	R\$ 49,71
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,501000	R\$ 18,86	R\$ 9,45
S88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,354000	R\$ 14,12	R\$ 5,00
				SUBTOTAL	R\$ 14,45
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

S00003736	LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA FORRO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 100 KG/M2, VAO ATE 4,00 M (SEM COLOCACAO)	M2	1,000000	R\$ 45,75	R\$ 45,75
S00006193	TABUA NAO APARELHADA *2,5 X 20* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	1,870000	R\$ 15,54	R\$ 29,06
S00040304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,040000	R\$ 22,47	R\$ 0,90
				SUBTOTAL	R\$ 75,71
				VALOR TOTAL	R\$ 139,87
CPU009	PILARES E VIGAS SUPERESTRUTURA	M3			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
ORSE/00139	Aço CA - 25 Ø 6,3 a 12,5mm, inclusive corte, dobragem, montagem e colocação de ferragens nas formas, para superestruturas e fundações	KG	0,213000	R\$ 12,59	R\$ 2,68
ORSE/00141	Aço CA - 60 Ø 4,2 a 9,5mm, inclusive corte, dobragem, montagem e colocação de ferragens nas formas, para superestruturas	KG	8,517000	R\$ 12,15	R\$ 103,48
ORSE/03346	Concreto simples usinado fck=30mpa, bombeado, lançado e adensado em superestrutura	M3	1,103000	R\$ 409,46	R\$ 451,63
C1401	FORMA DE TÁBUAS DE 1" DE 3A. P/SUPERESTRUTURA - UTIL. 2X	M2	1,913000	R\$ 140,22	R\$ 268,24
				SUBTOTAL	R\$ 826,04
				VALOR TOTAL	R\$ 826,04

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

CPU 010	ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO (9x19x19) cm C/ARGAMASSA MISTA DE CAL HIDRATADA	M2			
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,000000	R\$ 19,07	R\$ 19,07
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,120000	R\$ 14,12	R\$ 15,81
				SUBTOTAL	R\$ 34,88
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
I0109	AREIA MEDIA	M3	0,015000	R\$ 67,50	R\$ 1,01
I0441	CAL HIDRATADA	KG	2,180000	R\$ 1,10	R\$ 2,40
I0805	CIMENTO PORTLAND	KG	2,180000	R\$ 0,50	R\$ 1,09
I2081	TIJOLO CERÂMICO FURADO 9X19X19CM	UN	25,000000	R\$ 0,68	R\$ 17,00
				SUBTOTAL	R\$ 21,50
				VALOR TOTAL	R\$ 56,38
CPU 011	VERGAS E CONTRAVERGAS EM CONCRETO ESTRUTURADO COM AÇO E FORMAS	M3			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S92270	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM.	M2	0,350000	R\$ 136,81	R\$ 47,88
S92792	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES.	KG	0,490000	R\$ 12,55	R\$ 6,15
S94970	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L.	M3	0,018000	R\$ 351,14	R\$ 6,32
				SUBTOTAL	R\$ 60,35
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

S88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,376000	R\$ 19,07	R\$ 7,17
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,188000	R\$ 14,12	R\$ 2,65
				SUBTOTAL	R\$ 9,82
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S00002692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,006000	R\$ 6,69	R\$ 0,04
S00004491	PONTALETE *7,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,352000	R\$ 7,26	R\$ 2,56
S00039017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	6,000000	R\$ 0,18	R\$ 1,08
				SUBTOTAL	R\$ 3,68
				VALOR TOTAL	R\$ 73,85
CPU012	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 90X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S90806	BATENTE PARA PORTA DE MADEIRA, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA. PADRÃO MÉDIO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 314,68	R\$ 314,68
S90823	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 90X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 354,37	R\$ 354,37

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

S90830	FECHADURA DE EMBUTIR COM CILINDRO, EXTERNA, COMPLETA, ACABAMENTO PADRÃO MÉDIO, INCLUSO EXECUÇÃO DE FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 111,32	R\$ 111,32
S100659	ALIZAR DE 5X1,5CM PARA PORTA FIXADO COM PREGOS, PADRÃO MÉDIO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	10,200000	R\$ 8,17	R\$ 83,33
				SUBTOTAL	R\$ 863,70
				VALOR TOTAL	R\$ 863,70
CPU013	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S90806	BATENTE PARA PORTA DE MADEIRA, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA, PADRÃO MÉDIO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 314,68	R\$ 314,68
S90822	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 285,67	R\$ 285,67
S90830	FECHADURA DE EMBUTIR COM CILINDRO, EXTERNA, COMPLETA, ACABAMENTO PADRÃO MÉDIO, INCLUSO EXECUÇÃO DE FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 111,32	R\$ 111,32

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

S100659	ALIZAR DE 5X1,5CM PARA PORTA FIXADO COM PREGOS, PADRÃO MÉDIO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	10,000000	R\$ 8,17	R\$ 81,70
				SUBTOTAL	R\$ 793,37
				VALOR TOTAL	R\$ 793,37
CPU 014	JANELA DE CORRER EM ALUMINIO, 100 X 120 CM (A X L), 2 FL	UND			
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,747700	R\$ 19,07	R\$ 14,26
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,373100	R\$ 14,12	R\$ 5,27
				SUBTOTAL	R\$ 19,53
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S00036896	JANELA DE CORRER EM ALUMINIO, 100 X 120 CM (A X L), 2 FLS, SEM BANDEIRA, ACABAMENTO ACET OU BRILHANTE, BATENTE/ REQUADRO DE 6 A 14 CM, COM VIDRO, SEM GUARNICAO	UN	1,000000	R\$ 354,90	R\$ 354,90
S00004377	PARAFUSO DE ACO ZINCADO COM ROSCA SOBERBA, CABECA CHATA E FENDA SIMPLES, DIAMETRO 4.2 MM, COMPRIMENTO * 32 * MM	UN	14,000000	R\$ 7,26	R\$ 101,64
S00039961	SILICONE ACETICO USO GERAL INCOLOR 280 G	UN	0,900000	R\$ 22,05	R\$ 19,85
				SUBTOTAL	R\$ 476,39
				VALOR TOTAL	R\$ 495,91
CPU 015	JANELA BASCULANTE EM ALUMINIO, 80 X 60 CM (A X L)	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S100464	ARGAMASSA TRAÇO 1:0,5:4,5 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA),	M3	0,005500	R\$ 432,43	R\$ 2,38
				SUBTOTAL	R\$ 2,38
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

S88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,300000	R\$ 19,07	R\$ 5,72
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,200000	R\$ 14,12	R\$ 16,94
				SUBTOTAL	R\$ 22,67
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S00034377	JANELA BASCULANTE EM ALUMINIO, 80 X 60 CM (A X L), ACABAMENTO ACET OU BRILHANTE, BATENTE/ REQUADRO DE 3 A 14 CM, COM VIDRO, SEM GUARNICAO/ ALIZAR	UN	1,000000	R\$ 203,77	R\$ 203,77
				SUBTOTAL	R\$ 203,77
				VALOR TOTAL	R\$ 228,81
CPU 016	VIDRO LISO INCOLOR 3mm COM MASSA	M2			
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88325	VIDRACEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,684000	R\$ 15,64	R\$ 10,70
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,781000	R\$ 14,12	R\$ 11,03
				SUBTOTAL	R\$ 21,73
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S00010498	MASSA PARA VIDRO	KG	0,278000	R\$ 10,59	R\$ 2,94
S00010490	VIDRO LISO INCOLOR 2 A 3 MM	M2	1,050000	R\$ 125,00	R\$ 131,25
				SUBTOTAL	R\$ 134,19
				VALOR TOTAL	R\$ 155,92
CPU 017	VIDRO CANELADO OU MARTELDO 4mm COM MASSA	M2			
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

S88325	VIDRACEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,684000	R\$ 15,64	R\$ 10,70
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,781000	R\$ 14,12	R\$ 11,03
				SUBTOTAL	R\$ 21,73
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S00010498	MASSA PARA VIDRO	KG	0,278000	R\$ 10,59	R\$ 2,94
S00010499	VIDRO MARTELADO OU CANELADO, 4 MM	M2	1,050000	R\$ 138,88	R\$ 145,82
				SUBTOTAL	R\$ 148,77
				VALOR TOTAL	R\$ 170,49
CPU 018	ESTRUTURA PONTALETADA DE MADEIRA NÃO APARELHADA PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, COM TELHA CERÂMICA E CUMEEIRA	M2			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S93281	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO.	CHP	2,332000	R\$ 17,17	R\$ 40,04
S93282	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO.	CHI	3,234300	R\$ 16,33	R\$ 52,82
S87370	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO	M3	0,009500	R\$ 453,50	R\$ 4,31
				SUBTOTAL	R\$ 97,16
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,138000	R\$ 15,43	R\$ 2,13

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

S88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,373000	R\$ 18,86	R\$ 7,03
S88323	TELHADISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	9,456000	R\$ 22,00	R\$ 208,03
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	26,080000	R\$ 14,12	R\$ 368,25
				SUBTOTAL	R\$ 585,45
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S00004425	VIGA NAO APARELHADA *6 X 12* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,222000	R\$ 23,26	R\$ 5,16
S00004430	CAIBRO NAO APARELHADO *5 X 6* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,556000	R\$ 11,00	R\$ 6,11
S00004472	VIGA NAO APARELHADA *6 X 16* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,185000	R\$ 29,06	R\$ 6,11
S00005075	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 30 (2/3/4 X 10)	KG	0,240000	R\$ 18,21	R\$ 4,37
S00007173	TELHA DE BARRO / CERAMICA, NAO ESMALTADA, TIPO COLONIAL, CANAL, PLAN, PAULISTA, COMPRIMENTO DE *44 A 50* CM, RENDIMENTO DE COBERTURA DE *26* TELHAS/ M2	MIL	1,681000	R\$ 1.000,00	R\$ 1.681,00
S00007181	CUMEEIRA PARA TELHA CERAMICA, COMPRIMENTO DE *41* CM, RENDIMENTO DE *3* TELHAS/M	UN	24,270000	R\$ 2,59	R\$ 62,86
				SUBTOTAL	R\$ 1.765,61
				VALOR TOTAL	R\$ 2.448,22

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

CPU 019	CONCRETO PARA LASTRO	M3			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S94974	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MANUAL.	M3	1,129700	R\$ 372,13	R\$ 420,40
				SUBTOTAL	R\$ 420,40
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	5,436500	R\$ 19,07	R\$ 103,67
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,483200	R\$ 14,12	R\$ 20,94
				SUBTOTAL	R\$ 124,62
				VALOR TOTAL	R\$ 545,01
CPU 020	CONTRAPISO, ESPESSURA 2,5 CM	M2			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S87373	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA CONTRAPISO, PREPARO MANUAL. AF_08/2019	M3	0,025000	R\$ 531,03	R\$ 13,28
				SUBTOTAL	R\$ 13,28
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,024000	R\$ 19,07	R\$ 0,46
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,012000	R\$ 14,12	R\$ 0,17
				SUBTOTAL	R\$ 0,63
				VALOR TOTAL	R\$ 13,90

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

CPU 021	PISO CERÂMICO	M2			
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88256	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,884000	R\$ 22,98	R\$ 20,31
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,442000	R\$ 14,12	R\$ 6,24
				SUBTOTAL	R\$ 26,56
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S00001287	PISO EM CERAMICA ESMALTADA EXTRA, PEI MAIOR OU IGUAL A 4, FORMATO MENOR OU IGUAL A 2025 CM2	M2	1,200000	R\$ 34,00	R\$ 40,80
ORSE/ I02540	Rejunte colorido flexível para revestimentos cerâmicos	KG	0,189900	R\$ 5,50	R\$ 1,04
S00001381	ARGAMASSA COLANTE AC I PARA CERAMICAS	KG	1,070000	R\$ 0,73	R\$ 0,78
				SUBTOTAL	R\$ 42,63
				VALOR TOTAL	R\$ 69,18
CPU022	REBOCO, EMBOÇO E CHAPISCO EM PAREDES	M2			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
C3034	REBOCO C/ ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA S/ PENEIRAR, TRAÇO 1:2:8, ESP=20 mm	M2	1,000000	R\$ 39,33	R\$ 39,33
S89173	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE EMBOÇO/MASSA ÚNICA, APLICADO MANUALMENTE, TRAÇO 1:2:8, EM BETONEIRA DE 400L	M2	1,000000	R\$ 26,63	R\$ 26,63
C0776	CHAPISCO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA S/PENEIRAR TRAÇO 1:3 ESP= 5mm P/ PAREDE	M2	1,000000	R\$ 6,66	R\$ 6,66
				SUBTOTAL	R\$ 72,62
				VALOR TOTAL	R\$ 72,62

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

CPU023	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS, COM FUNDO SELADOR E MASSA ACRÍLICA	M2			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS.	M2	1,000000	R\$ 12,01	R\$ 12,01
S96135	APLICAÇÃO MANUAL DE MASSA ACRÍLICA EM PAREDES DE CASAS, DUAS DEMÃOS.	M2	1,000000	R\$ 18,86	R\$ 18,86
S88485	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	M2	1,000000	R\$ 1,81	R\$ 1,81
				SUBTOTAL	R\$ 32,68
				VALOR TOTAL	R\$ 32,68
CPU024	FIANÇA ELÉTRICA, 2,5 MM2	M			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S91927	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV	M	1,200000	R\$ 5,26	R\$ 6,31
				SUBTOTAL	R\$ 6,31
				VALOR TOTAL	R\$ 6,31
CPU025	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE EMBUTIR, COM DISJUNTORES	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S101876	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA EM PVC, DE EMBUTIR, SEM BARRAMENTO, PARA 6 DISJUNTORES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 64,38	R\$ 64,38

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

S101890	DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO NEMA, CORRENTE NOMINAL DE 10 ATÉ 30A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	6,000000	R\$ 13,16	R\$ 78,96
				SUBTOTAL	R\$ 143,34
				VALOR TOTAL	R\$ 143,34
CPU026	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR 2P+T 20 A	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S91997	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 25,26	R\$ 25,26
				SUBTOTAL	R\$ 25,26
				VALOR TOTAL	R\$ 25,26
CPU027	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR 2P+T 20 A (2 MÓDULOS)	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S92004	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 38,47	R\$ 38,47
				SUBTOTAL	R\$ 38,47
				VALOR TOTAL	R\$ 38,47

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

CPU028	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO)	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S91953	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 19,75	R\$ 19,75
				SUBTOTAL	R\$ 19,75
				VALOR TOTAL	R\$ 19,75
CPU029	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4") FORRO	M			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S91834	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	1,000000	R\$ 6,40	R\$ 6,40
				SUBTOTAL	R\$ 6,40
				VALOR TOTAL	R\$ 6,40
CPU030	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4") PAREDE	M			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S91854	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	1,000000	R\$ 6,37	R\$ 6,37
				SUBTOTAL	R\$ 6,37
				VALOR TOTAL	R\$ 6,37

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

CPU031	CAVALETE E HIDRÔMETRO	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S97741	KIT CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA INDIVIDUALIZADA, EM PVC DN 25 (3/4"), PARA 1 MEDIDOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO (EXCLUSIVE HIDRÔMETRO).	UN	1,000000	R\$ 133,16	R\$ 133,16
ORSE/06163	Fornecimento e assentamento de hidrômetro dn 1/2", vazão 3,0m³/h	UN	1,000000	R\$ 110,13	R\$ 110,13
				SUBTOTAL	R\$ 243,29
				VALOR TOTAL	R\$ 243,29
CPU032	TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 20 MM	M			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S91784	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 20 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES	M	1,000000	R\$ 33,31	R\$ 33,31
				SUBTOTAL	R\$ 33,31
				VALOR TOTAL	R\$ 33,31
CPU033	CAIXA D'ÁGUA POLIETILENO 1000 L	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
ORSE/05048	Caixa d'água de polietileno - instalada, cap. 1000 litros	UN	1,000000	R\$ 682,84	R\$ 682,84
				SUBTOTAL	R\$ 682,84
				VALOR TOTAL	R\$ 682,84

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

CPU034	TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 25 MM	M			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S91785	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 25 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES	M	1,000000	R\$ 33,11	R\$ 33,11
				SUBTOTAL	R\$ 33,11
				VALOR TOTAL	R\$ 33,11
CPU035	REGISTRO DE PRESSÃO 20 MM	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
C2172	REGISTRO DE PRESSÃO C/ CANOPLA CROMADA D= 20mm (3/4")	UN	1,000000	R\$ 78,50	R\$ 78,50
				SUBTOTAL	R\$ 78,50
				VALOR TOTAL	R\$ 78,50
CPU036	REGISTRO DE GAVETA 25 MM	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
C2167	REGISTRO DE GAVETA C/ CANOPLA CROMADA D= 25mm (1")	UN	1,000000	R\$ 94,37	R\$ 94,37
				SUBTOTAL	R\$ 94,37
				VALOR TOTAL	R\$ 94,37

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

CPU037	VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA BRANCA	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S86932	VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA BRANCA - PADRÃO MÉDIO, INCLUSO ENGATE FLEXÍVEL EM METAL CROMADO, 1/2 X 40CM, PARAFUSS, VEDAÇÃO E REJUNTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 454,76	R\$ 454,76
				SUBTOTAL	R\$ 454,76
				VALOR TOTAL	R\$ 454,76
CPU038	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA SUSPENSO	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S86943	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA SUSPENSO, 29,5 X 39CM OU EQUIVALENTE, PADRÃO POPULAR, INCLUSO SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA E ENGATE FLEXÍVEL 30CM EM PLÁSTICO E TORNEIRA CROMADA DE MESA, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 186,72	R\$ 186,72
				SUBTOTAL	R\$ 186,72
				VALOR TOTAL	R\$ 186,72

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

CPU039	PIA DA COZINHA EM GRANITO	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S93441	BANCADA GRANITO CINZA 150 X 60 CM, COM CUBA DE EMBUTIR DE AÇO, VÁLVULA AMERICANA EM METAL, SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, ENGATE FLEXÍVEL 30 CM, TORNEIRA CROMADA LONGA, DE PAREDE, 1/2" OU 3/4", P/ COZINHA, PADRÃO POPULAR - FORNEC. E INSTALAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 836,07	R\$ 836,07
				SUBTOTAL	R\$ 836,07
				VALOR TOTAL	R\$ 836,07
CPU040	TANQUE SIMPLES EM MÁRMORE SINTÉTICO	UND			
	MÃO DE OBRA	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,970000	R\$ 18,58	R\$ 18,02
S88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,460000	R\$ 14,12	R\$ 6,50
				SUBTOTAL	R\$ 18,02
	MATERIAL	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S00037589	TANQUE SIMPLES EM MÁRMORE SINTÉTICO COM COLUNA, CAPACIDADE *22* L, *60 X 46* CM	UN	1,000000	R\$ 221,37	R\$ 221,37
S00004351	PARAFUSO NIQUELADO 3 1/2" COM ACABAMENTO CROMADO PARA FIXAR PEÇA SANITÁRIA, INCLUI PORCA CEGA, ARRUELA E BUCHA DE NYLON TAMANHO S-8	UN	6,000000	R\$ 8,55	R\$ 51,30

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

S00037329	REJUNTE EPOXI, QUALQUER COR	KG	0,125000	R\$ 90,28	R\$ 11,29
				SUBTOTAL	R\$ 221,37
				VALOR TOTAL	R\$ 239,39
CPU041	CHUVEIRO PLÁSTICO	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
C0797	CHUVEIRO PLÁSTICO (INSTALADO)	UN	1,000000	R\$ 10,93	R\$ 10,93
				SUBTOTAL	R\$ 10,93
				VALOR TOTAL	R\$ 10,93
CPU042	TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ESGOTO, DN 100 MM	M			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S91795	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INST. TUBO PVC, SÉRIE N, ESGOTO PREDIAL, 100 MM (INST. RAMAL DESCARGA, RAMAL DE ESG. SANIT., PRUMADA ESG. SANIT., VENTILAÇÃO OU SUB-COLETOR AÉREO), INCL. CONEXÕES E CORTES, FIXAÇÕES, P/ PRÉDIOS.	M	1,000000	R\$ 58,65	R\$ 58,65
				SUBTOTAL	R\$ 58,65
				VALOR TOTAL	R\$ 58,65

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

CPU043	TUBOS DE PVC DE VENTILAÇÃO, SOLDÁVEL, ESGOTO, DN 50 MM	M			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S89798	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_12/2014	M	1,000000	R\$ 11,73	R\$ 11,73
				SUBTOTAL	R\$ 11,73
				VALOR TOTAL	R\$ 11,73
CPU044	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S89803	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO.	UN	1,000000	R\$ 13,55	R\$ 13,55
				SUBTOTAL	R\$ 13,55
				VALOR TOTAL	R\$ 13,55
CPU045	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM	M			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S89711	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	M	1,000000	R\$ 15,54	R\$ 15,54
				SUBTOTAL	R\$ 15,54
				VALOR TOTAL	R\$ 15,54

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

CPU046	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S89728	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	UN	1,000000	R\$ 9,01	R\$ 9,01
				SUBTOTAL	R\$ 9,01
				VALOR TOTAL	R\$ 9,01
CPU047	JUNÇÃO DE REDUÇÃO PVC P/ ESGOTO 100X50	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
C1576	JUNÇÃO SIMPLES DE REDUÇÃO PVC P/ESGOTO 100X50mm (4"X2")-C/ANÉIS	UN	1,000000	R\$ 41,21	R\$ 41,21
				SUBTOTAL	R\$ 41,21
				VALOR TOTAL	R\$ 41,21
CPU048	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S89707	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	UN	1,000000	R\$ 24,88	R\$ 24,88
				SUBTOTAL	R\$ 24,88
				VALOR TOTAL	R\$ 24,88

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

CPU049	RALO SIFONADO, PVC, DN 100 X 40 MM	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S89709	RALO SIFONADO, PVC, DN 100 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	UN	1,000000	R\$ 9,36	R\$ 9,36
				SUBTOTAL	R\$ 9,36
				VALOR TOTAL	R\$ 9,36
CPU050	CAIXA DE GORDURA	UND			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
S98110	CAIXA DE GORDURA PEQUENA (CAPACIDADE: 19 L), CIRCULAR, EM PVC, DIÂMETRO INTERNO= 0,3 M. AF_12/2020	UN	1,000000	R\$ 422,93	R\$ 422,93
				SUBTOTAL	R\$ 422,93
				VALOR TOTAL	R\$ 422,93
CPU051	LIMPEZA FINAL DE OBRAS	M2			
	SERVIÇOS	UNID.	COEF	PREÇO	SUBTOTAL
C1628	LIMPEZA GERAL	M2	1,000000	R\$ 12,00	R\$ 12,00
				SUBTOTAL	R\$ 12,00
				VALOR TOTAL	R\$ 12,00

Fonte: Própria

Como é possível verificar, o modelo adotado da CPU dividiu as atividades em serviços, mão de obra e material, onde ocorrer a descrição das unidades adotadas, coeficiente para a execução unitário da atividade, preço unitário e valor total unitário da atividade descrita.

As CPUs são os parâmetros para a determinação dos valores dos serviços adotados nos orçamentos, mas para isso foram utilizados bancos de preços de referência, no caso o SINAPI será utilizado quando o código que começa com a letra “S”, já quando a referência for o ORSE será utilizado um código começando com a palavra “ORSE”, por fim, o SEINFRA é identificado no código iniciado por “C” ou “I”, aquele para serviços e o outro para insumos.

Vinculação do Orçamento Sintético

Com a identificação dos valores unitários é possível organizar o orçamento de uma forma sintética, dando ênfase nas atividades da execução do empreendimento. Isso compreende uma alternativa de visualização mais geral do valor global da obra.

Entretanto, para apresentar o valor geral do empreendimento é necessário gerar os quantitativos, vincular com os preços unitários, promover a multiplicação e o somatórios das atividades, de acordo com cada tipo de serviço.

No procedimento atual, os projetos ainda não foram vinculados no Naviswork, como pode ser visível abaixo na tabela referente ao orçamento sintético da obra, faltando o quantitativo, uma vez que esse será gerado de software já citado, nas próximas etapas.

Tabela 04 – Orçamento, sem quantitativos

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
01	000100	SERVIÇOS PRELIMINARES				
01.01	CPU 001	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA	M2		2,33	0,00
01.02	CPU 002	TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA E= 6mm C/ABERTURA E PORTÃO	M2		73,16	0,00
		TOTAL DO ITEM - 01				0,00

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

02	000200	INFRAESTRUTURA				
02.01	CPU 003	ESCAVAÇÃO MANUAL COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M	M3		55,86	0,00
02.02	CPU 004	REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE.	M3		33,87	0,00
02.03	CPU005	EXECUÇÃO DE RADIER, ESPESSURA DE 10 CM, FCK = 30 MPA, COM USO DE FORMAS EM MADEIRA SERRADA.	M2		134,46	0,00
02.04	CPU006	VIGA BALDRAME, CONCRETO FCK 30 MPA, COM FORMA E ARMAÇÃO	M		544,19	0,00
02.05	CPU 007	IMPERMEABILIZAÇÃO DE VIGA BALDRAME COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 2 CM.	M2		33,13	0,00
		TOTAL DO ITEM - 02				0,00
03	000300	SUPERESTRUTURA				
03.01	CPU 008	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA FORRO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+3)	M2		139,87	0,00
03.02	CPU009	PILARES E VIGAS SUPERESTRUTURA	M3		826,04	0,00
		TOTAL DO ITEM - 03				0,00
04	000400	PAREDES E PAINÉIS				
04.01	CPU 010	ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO (9x19x19)cm C/ARGAMASSA MISTA DE CAL HIDRATADA	M2		56,38	0,00
04.02	CPU 011	VERGAS E CONTRAVERGAS EM CONCRETO ESTRUTURADO COM AÇO E FORMAS	M3		73,85	0,00
		TOTAL DO ITEM - 04				0,00

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

05	000500	ESQUADRIAS				
05.01	CPU012	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 90X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO	UND		863,70	0,00
05.02	CPU013	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO	UND		793,37	0,00
05.03	CPU 014	JANELA DE CORRER EM ALUMINIO, 100 X 120 CM (A X L), 2 FL	UND		495,91	0,00
05.04	CPU 015	JANELA BASCULANTE EM ALUMINIO, 80 X 60 CM (A X L)	UND		228,81	0,00
		TOTAL DO ITEM - 05				0,00
06	000600	VIDROS				
06.01	CPU 016	VIDRO LISO INCOLOR 3mm COM MASSA	M2		155,92	0,00
06.02	CPU 017	VIDRO CANELADO OU MARTELDO 4mm COM MASSA	M2		170,49	0,00
		TOTAL DO ITEM - 06				0,00
07	000700	COBERTURA				
07.01	CPU 018	ESTRUTURA PONTALETADA DE MADEIRA NÃO APARELHADA PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, COM TELHA CERÂMICA E CUMEEIRA	M2		2.448,22	0,00
		TOTAL DO ITEM - 07				0,00
08	000800	PISO				
08.01	CPU 019	CONCRETO PARA LASTRO	M3		545,01	0,00
08.02	CPU 020	CONTRAPISO, ESPESSURA 2,5 CM	M2		13,90	0,00
08.03	CPU 021	PISO CERÂMICO	M2		69,18	0,00
		TOTAL DO ITEM - 08				0,00

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

09	000900	REVESTIMENTO				
09.01	CPU022	REBOCO, EMBOÇO E CHAPISCO EM PAREDES	M2		72,62	0,00
09.02	CPU023	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS, COM FUNDO SELADOR E MASSA ACRÍLICA	M2		32,68	0,00
		TOTAL DO ITEM - 09				0,00
10	001000	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				
10.01	CPU024	FIANÇA ELÉTRICA, 2,5 MM2	M		6,31	0,00
10.02	CPU025	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE EMBUTIR, COM DISJUNTORES	UND		143,34	0,00
10.03	CPU026	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR 2P+T 20 A	UND		25,26	0,00
10.04	CPU027	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR 2P+T 20 A (2 MÓDULOS)	UND		38,47	0,00
10.05	CPU028	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO)	UND		19,75	0,00
10.06	CPU029	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4") FORRO	M		6,40	0,00
10.07	CPU030	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4") PAREDE	M		6,37	0,00
		TOTAL DO ITEM - 10				0,00
11	001100	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS				
11.01	CPU031	CAVALETE E HIDRÔMETRO	UND		243,29	0,00
11.02	CPU032	TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 20 MM	M		33,31	0,00
11.03	CPU033	CAIXA D'ÁGUA POLIETILENO 1000 L	UND		682,84	0,00
11.04	CPU034	TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 25 MM	M		33,11	0,00
11.05	CPU035	REGISTRO DE PRESSÃO 20 MM	UND		78,50	0,00
11.06	CPU036	REGISTRO DE GAVETA 25 MM	UND		94,37	0,00
		TOTAL DO ITEM - 11				0,00

**DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**

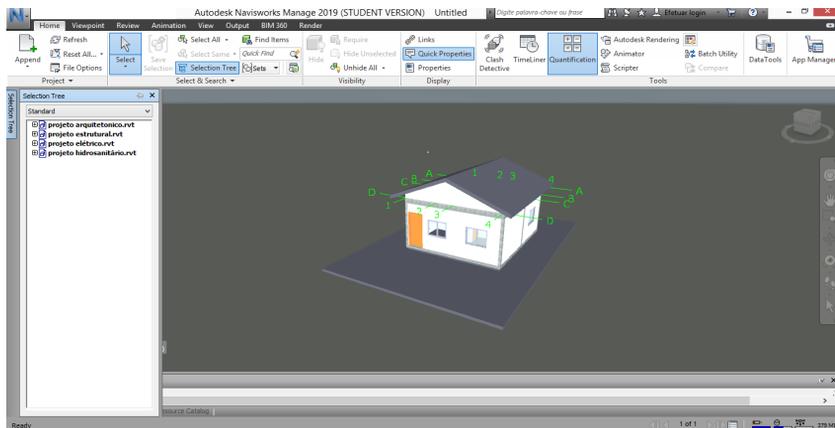
12	001200	LOUÇAS E METAIS				
12.01	CPU037	VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA BRANCA	UND		454,76	0,00
12.02	CPU038	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA SUSPENSO	UND		186,72	0,00
12.03	CPU039	PIA DA COZINHA EM GRANITO	UND		836,07	0,00
12.04	CPU040	TANQUE SIMPLES EM MÁRMORE SINTÉTICO	UND		239,39	0,00
12.05	CPU041	CHUVEIRO PLÁSTICO	UND		10,93	0,00
		TOTAL DO ITEM - 12				0,00
13	001300	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS				
13.01	CPU042	TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ESGOTO, DN 100 MM	M		58,65	0,00
13.02	CPU043	TUBOS DE PVC DE VENTILAÇÃO, SOLDÁVEL, ESGOTO, DN 50 MM	M		11,73	0,00
13.03	CPU044	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM	UND		13,55	0,00
13.04	CPU045	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM	M		15,54	0,00
13.05	CPU046	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM	UND		9,01	0,00
13.06	CPU047	JUNÇÃO DE REDUÇÃO PVC P/ESGOTO 100X50	UND		41,21	0,00
13.07	CPU048	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM	UND		24,88	0,00
13.08	CPU049	RALO SIFONADO, PVC, DN 100 X 40 MM	UND		9,36	0,00
13.09	CPU050	CAIXA DE GORDURA	UND		422,93	0,00
		TOTAL DO ITEM - 13				0,00
14	001400	LIMPEZA GERAL				
12.01	CPU051	LIMPEZA FINAL DE OBRAS	M2		12,00	0,00
		TOTAL DO ITEM - 14				0,00
		TOTAL DO ORÇAMENTO				0,00

Fonte: Própria

Alimentação do Navisworks com os projetos

As definições dos parâmetros orçamentários são de suma relevância para a compreensão da futura execução do empreendimento, assim permitindo a correta distribuição dos serviços no software Autodesk Navisworks, obedecendo tanto as CPUs quanto as vinculações entre os serviços descritos e a modelagem gerada no software Autodesk Revit.

Figura 11 – Recepção dos Projetos no Navisworks

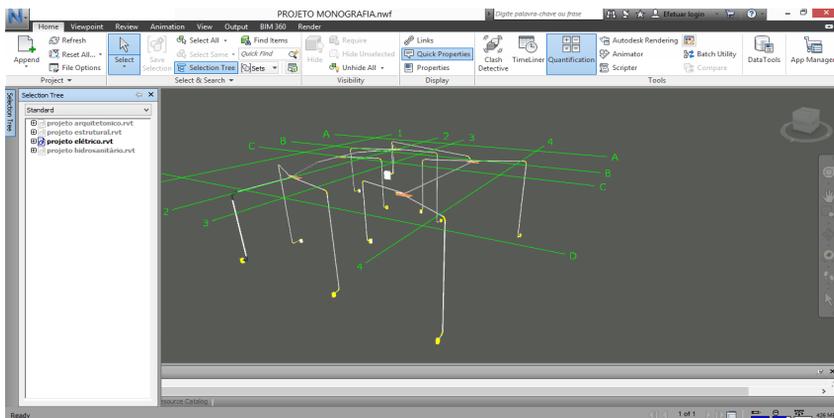


Fonte: Própria

É possível visualizar quando é selecionado o “Selection Tree” os diferentes projetos que foram vinculados ao Navisworks, são projetos modelados no Revit com colaboração entre eles, sempre representando da forma construtiva usual.

É possível ocultar algo dos projetos para visualizar somente o outro, objetivando a percepção detalhada daquele sistema, como é demonstrado abaixo na “Figura 12”, onde o sistema elétrico fica em evidência pela ocultação dos outros projetos utilizando o comando “Hide”.

Figura 12 – Ocultação dos outros projetos para enfatizar o Projeto Elétrico



Fonte: Própria

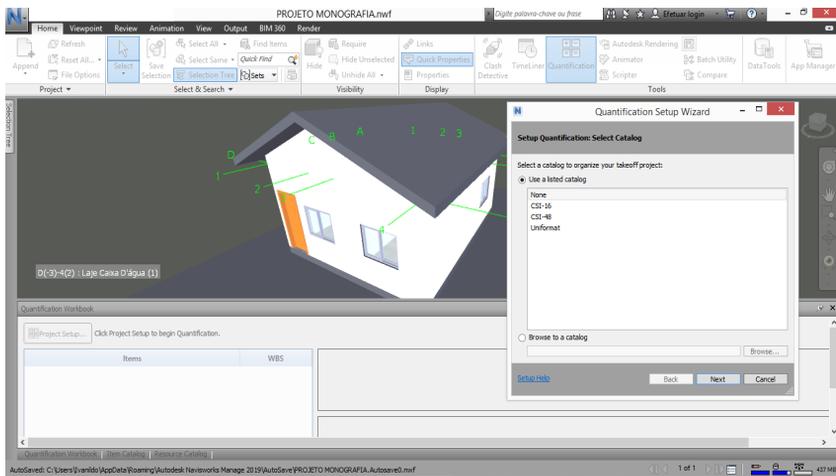
Configuração do Navisworks

O software necessita de uma configuração inicial de acordo com os parâmetros adotados para quantificação dos serviços e análise da vinculação dos preços adotados, de acordo com as unidades. Assim o sistema que será adotado pelo Navisworks será o sistema métrico.

Para isso é preciso habilitar o comando “Quantification”, com a finalidade de configurar a forma como será gerado a quantificação dos serviços. Primeiro é selecionado os catálogos disponíveis, podendo ser carregado outro catálogo de sua preferência, depois é adotado escolhido o sistema métrico, por fim ocorre a análise das unidades de acordo com o parâmetro de medição do item, ou seja, se o serviço necessita a análise da área do terreno, como a limpeza geral, a unidade utilizada será metro quadrado, já se a análise for o comprimento, como a tubulação de água fria, será utilizada como unidade o metro linear, isso será analisado de acordo com a necessidades dos itens abordados na modelagem.

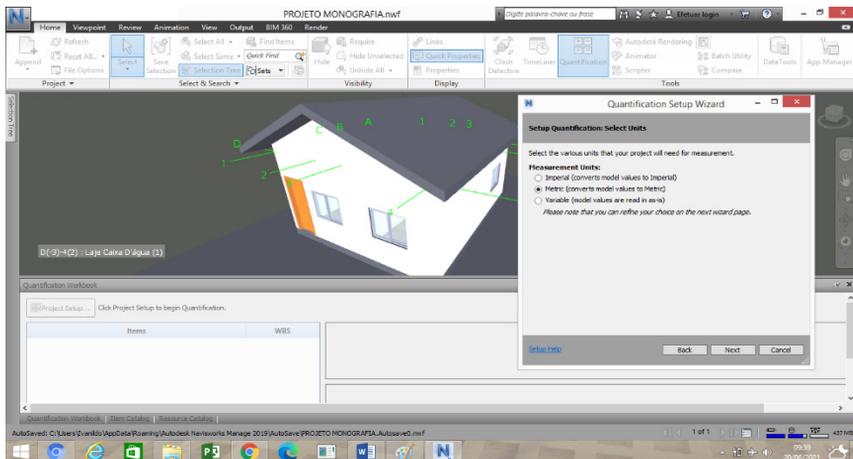
Na “Figura 13” é possível verifica a primeira análise após a ativação do comendo “Quantification”, que será a verificação dos catálogos abordados pelo software. Já na “Figura 14” ocorre a escolha do sistema métrico que serve como princípio para a verificação das unidades de medidas. Terminado a configuração com as análises das unidades de medidas de acordo com cada item de mensuração, demonstrado na “Figura 15”.

Figura 13 – Verificação dos Catálogos



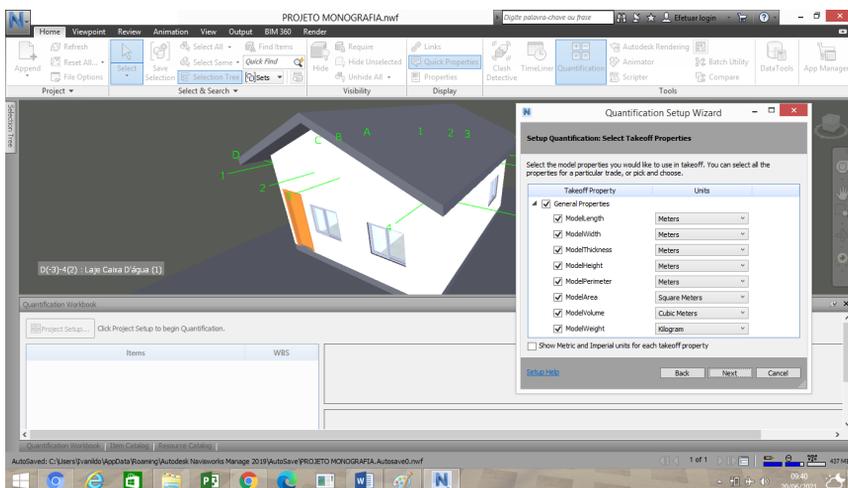
Fonte: Própria

Figura 14 – Adoção do Sistema Métrico



Fonte: Própria

Figura 15 – Unidades de Medidas

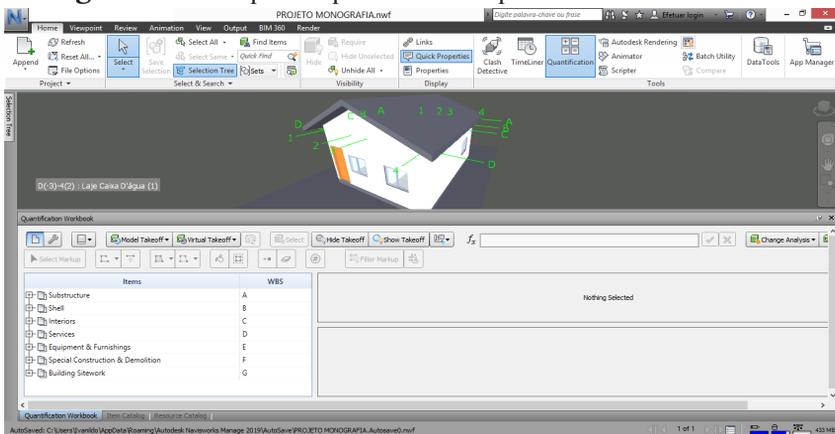


Fonte: Própria

Criação dos Grupos e Itens

Será necessário a criação dos grupos de atividades de acordo com os serviços que serão executados, para isso, inicialmente, os grupos que já eram fornecidos pelo software serão excluídos. Na aba “Quantification Workbook” é possível visualizar os grupos disponibilizados pelo Naviswork, como é visível na “Figura 16”.

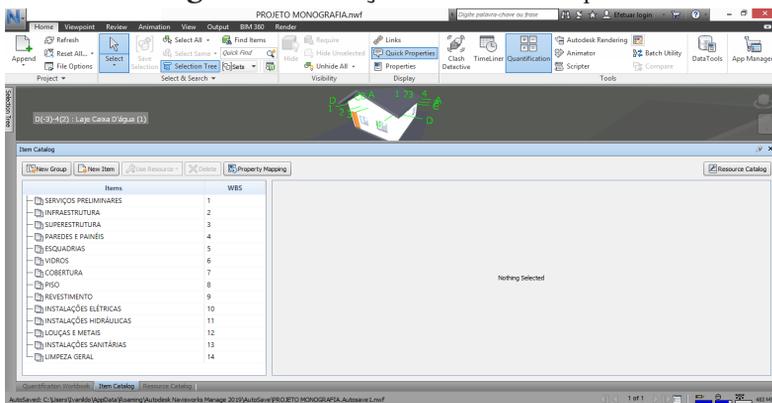
Figura 16 – Grupos disponibilizados pelo software Naviswork



Fonte: Própria

Após a exclusão é possível criar novos grupos de acordo com o que será utilizado na orçamentação, através da compreensão das atividades de execução do empreendimento. Nesse caso na aba “Item Catalog” é possível estruturar os novos grupos, utilizando o comando “New Group”, como é notório na “Figura 17”.

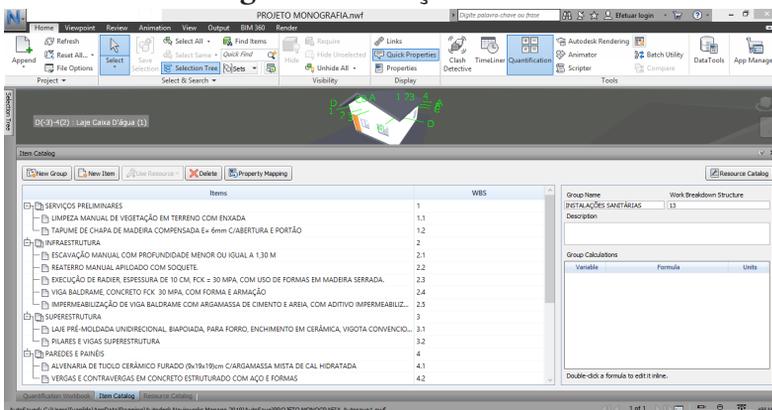
Figura 17 – Criação de Novos Grupos



Fonte: Própria

Já com os grupos é necessário a criação dos itens, correlacionados com os grupos. Ainda na aba “Item Catalog” é possível criar os itens, utilizando o comando “New Item”, como é evidente na “Figura 18”, é possível destacar a necessidade de uma compreensão da gestão de obras, objetivando a análise eficaz durante a nutrição de dados no software Navisworks.

Figura 18 – Criação dos Itens

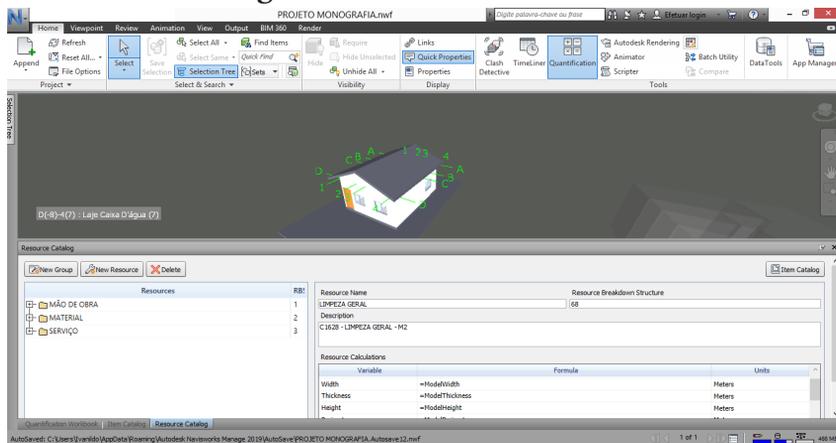


Fonte: Própria

Alimentação com os Recursos

Posterior a finalização da estruturação dos grupos com os itens, ocorre a alimentação do software Navisworks com os recursos retirados dos bancos de preço escolhidos anteriormente – SINAPI, ORSE e SEINFRA. Para isso foi necessário a divisão dos recursos em três classes – Mão de Obra, Material e Serviço – promovendo uma assimilação eficaz de acordo com o insumo, com a utilização do comando “New Group” na aba “Resource Catalog”, demonstrado na “Figura 19”.

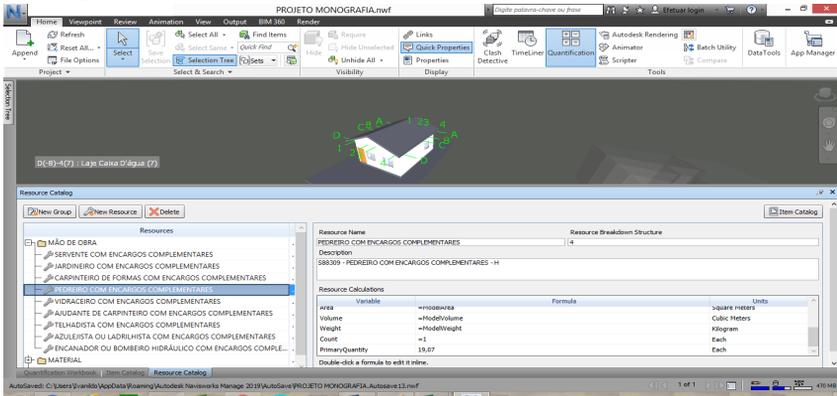
Figura 19 – Classes de Recursos



Fonte: Própria

Em seguida, utilizando o comando “New Resource”, na aba “Resource Catalog”, ocorre a alimentação dos recursos, observando a necessidade de embutir o preço unitário dos insumos na variável “PrimaryQuantity”, de acordo com os bancos de preço, além da descrição do insumo, com o respectivo código e unidade. Assim como na “Figura 20”, onde o recurso pedreiro com encargos complementares possui a descrição “S88309 – PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES – H”, sendo “S88309” o código de referência do SINAPI e “H” a unidade de utilização do insumo.

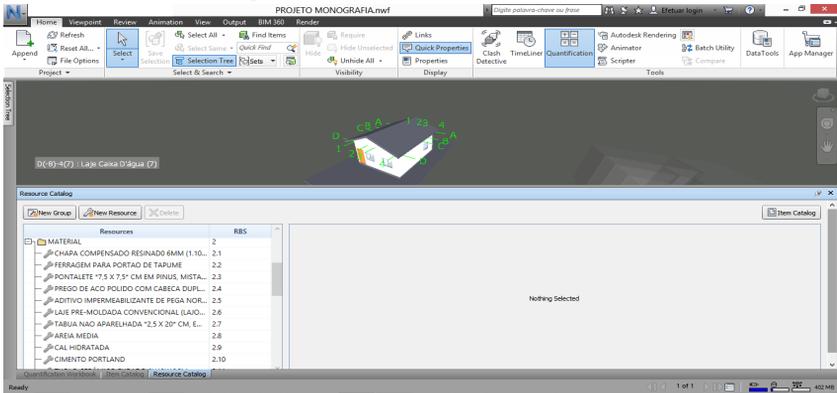
Figura 20 – Recurso Pedreiro com Encargos Complementares



Fonte: Própria

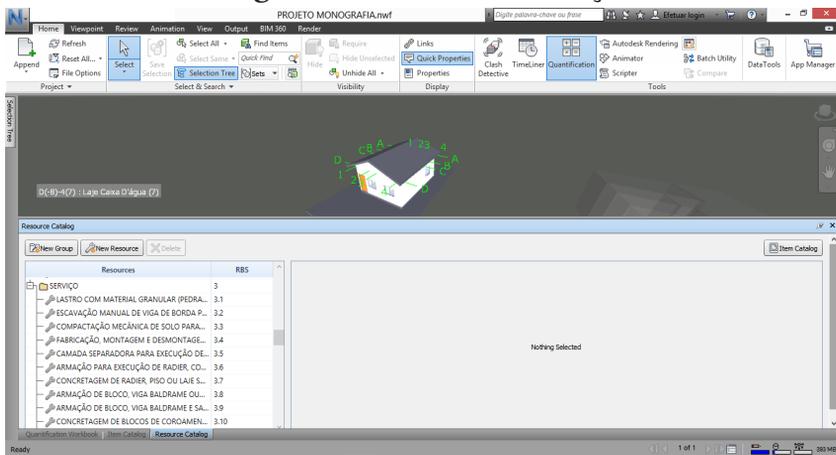
Também é necessário alimentar o Navisworks com os recursos referentes aos materiais e aos serviços, de acordo com a utilização no orçamento do empreendimento, buscando a aplicabilidade eficiente, como é visível na “Figura 21” e na “Figura 22”.

Figura 21 – Recursos de Material



Fonte: Própria

Figura 22 – Recursos de Serviço

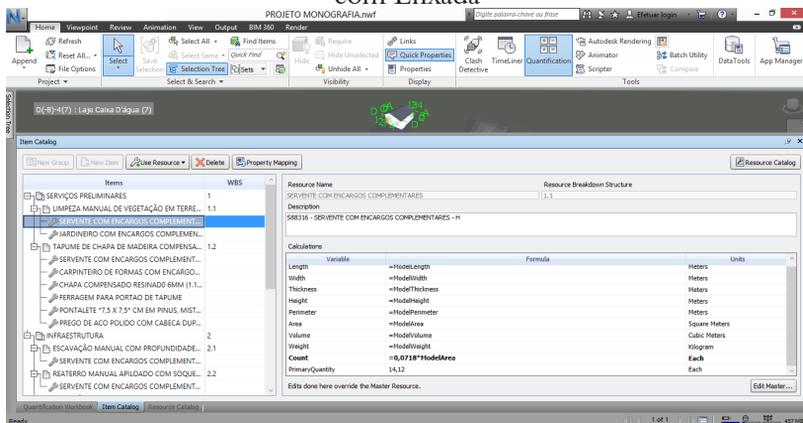


Fonte: Própria

Inserção dos Recursos nas Composições

Com a inserção dos recursos é possível criar as composições no software Navisworks, obedecendo os coeficientes adotados de acordo com as CPUs já elaboradas, visível na “Figura 23”, onde o serviço “Limpeza Manual de Vegetação em Terreno com Enxada” é composto pelos recursos “Servente com Encargos Complementares” e “Jardineiro com Encargos Complementares”, visto que para a execução de um metro quadrado da limpeza será necessário 0,0718 horas de trabalho do servente.

Figura 23 – Composição Limpeza Manual de Vegetação em Terreno com Enxada



Fonte: Própria

configurados durante a utilização do Navisworks. Isso demonstra a necessidade da análise crítica ao utilizar o software, além do fato das particularidades de cada empreendimento.

Figura 27 – Planilha Exportada

1	WBS/RBS	Description	Comments	Group	Item	Resource	Object	Description1	Description2
2		SERVIÇOS PRELIMINARES							
4	1.1	CPU 001 - LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO E SERVIÇOS PRELIMINARES							
5	1.1.1	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENCADA							
6	1.2	CPU 002 - TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COM SERVIÇOS PRELIMINARES							
7	1.2.1	TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA E= 6mm C/ABERTURA E PORTÃO							
8		SERVIÇOS PRELIMINARES TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA E= 6mm							
9	1.1	S88316 - SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEXOS							
10	1.1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES LIMPEZA MANUAL DE VEI SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES							
11	1.1.2	S88441 - JARDINEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES							
12	1.1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES LIMPEZA MANUAL DE VEI JARDINEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES							
13	1.1	S88316 - SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEXOS							
14	1.1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES TAPUME DE CHAPA DE M SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES							
15	1.3	S88262 - CARPITEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES							
16	1.3.1	SERVIÇOS PRELIMINARES TAPUME DE CHAPA DE CARPITEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES							
17	2.1	RD527 - CHAPA COMPENSADO RESÍDUO 6MM							
18	2.1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES TAPUME DE CHAPA DE CHAPA COMPENSADO RESÍDUO 6MM (1.10 X 2,20M)							
19	2.2	I1160 - FERRAGEM PARA PORTÃO DE TAPUME							
20	2.2.1	SERVIÇOS PRELIMINARES TAPUME DE CHAPA DE M FERRAGEM PARA PORTÃO DE TAPUME							
21	2.3	S00004491 - PORTALETE "7,5 X 7,5" CM EM							
22	2.3.1	SERVIÇOS PRELIMINARES TAPUME DE CHAPA DE PORTALETE "7,5 X 7,5" CM EM PIRUS, MESTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO - BRUTA							
23	2.4	S00040304 - PREGO DE AÇO POLIDO COM CAI							
24	2.4.1	SERVIÇOS PRELIMINARES TAPUME DE CHAPA DE PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)							
25		SERVIÇOS PRELIMINARES TAPUME DE CHAPA DE M PREGO DE AÇO POLIDO 17x27							
26		INFRAESTRUTURA							
27									
28	2.1	CPU 003 - ESCAVAÇÃO MANUAL COM PROFUNDIDADE							
29	2.1.1	INFRAESTRUTURA ESCAVAÇÃO MANUAL COM PROFUNDIDADE MELHOR OU IGUAL A 1,30 M							
30	2.2	CPU 004 - REATERRO MANUAL APLIADO COM							
31	2.2.1	INFRAESTRUTURA REATERRO MANUAL APLIADO COM SOQUETE. Radiers analíticos							
32		INFRAESTRUTURA REATERRO MANUAL APLIADO COM SOQUETE. Radiers analíticos							
33		INFRAESTRUTURA REATERRO MANUAL APLIADO COM SOQUETE. Radiers analíticos							

Fonte: Própria

Orçamento

Após todos a interação entre a modelagem e os parâmetros orçamentários, ocorre a finalização do orçamento, com os detalhamentos adequados. Demonstrando que o produto final está interagindo com os projetos, ou seja, qualquer alteração executada nos projetos pode ser atualizada no software Navisworks, através do comando “Refresh”, havendo a necessidade de gerar uma nova planilha orçamentária, mas evitando um retrabalho, uma vez que o software já está alimentado com os insumos das composições que serão utilizadas no orçamento, tanto com os coeficientes quanto com o preço unitário.

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Tabela 05 – Orçamento

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
01	000100	SERVIÇOS PRELIMINARES				
01.01	CPU 001	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA	M2	150,00	2,33	349,59
01.02	CPU 002	TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA E= 6mm C/ABERTURA E PORTÃO	M2	100,00	73,16	7.316,35
		TOTAL DO ITEM - 01				7.665,94
02	000200	INFRAESTRUTURA				
02.01	CPU 003	ESCAVAÇÃO MANUAL COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M	M3	30,00	55,86	1.675,76
02.02	CPU 004	REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE.	M3	36,00	33,87	1.219,26
02.03	CPU005	EXECUÇÃO DE RADIER, ESPESSURA DE 10 CM, FCK = 30 MPA, COM USO DE FORMAS EM MADEIRA SERRADA.	M2	38,69	134,46	5.202,37
02.04	CPU006	VIGA BALDRAME, CONCRETO FCK 30 MPA, COM FORMA E ARMAÇÃO	M	36,37	544,19	19.792,21
02.05	CPU 007	IMPERMEABILIZAÇÃO DE VIGA BALDRAME COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 2 CM.	M2	30,29	33,13	1.003,61
		TOTAL DO ITEM - 02				28.893,21
03	000300	SUPERESTRUTURA				
03.01	CPU 008	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA FORRO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+3)	M2	1,26	139,87	176,23
03.02	CPU 009	PILARES E VIGAS SUPERESTRUTURA	M3	1,97	826,04	1.627,30
		TOTAL DO ITEM - 03				1.803,53
04	000400	PAREDES E PAINÉIS				
04.01	CPU 010	ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO (9x19x19) cm C/ARGAMASSA MISTA DE CAL HIDRATADA	M2	132,78	56,38	7.486,79

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

04.02	CPU 011	VERGAS E CONTRAVERGAS EM CONCRETO ESTRUTURADO COM AÇO E FORMAS	M3	0,45	73,85	33,23
		TOTAL DO ITEM - 04				7.520,02
05	000500	ESQUADRIAS				
05.01	CPU 012	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 90X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO	UND	1,00	863,70	863,70
05.02	CPU 013	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO	UND	4,00	793,37	3.173,48
05.03	CPU 014	JANELA DE CORRER EM ALUMINIO, 100 X 120 CM (A X L), 2 FL	UND	4,00	495,91	1.983,65
05.04	CPU 015	JANELA BASCULANTE EM ALUMINIO, 80 X 60 CM (A X L)	UND	1,00	228,81	228,81
		TOTAL DO ITEM - 05				6.249,64
06	000600	VIDROS				
06.01	CPU 016	VIDRO LISO INCOLOR 3mm COM MASSA	M2	6,14	155,9195	957,35
06.02	CPU 017	VIDRO CANELADO OU MARTELDO 4mm COM MASSA	M2	0,54	170,49	92,07
		TOTAL DO ITEM - 06				1.049,41
07	000700	COBERTURA				
07.01	CPU 018	ESTRUTURA PONTALETADA DE MADEIRA NÃO APARELHADA PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, COM TELHA CERÂMICA E CUMEEIRA	M2	61,12	2.448,22	149.635,45
		TOTAL DO ITEM - 07				149.635,45
08	000800	PISO				
08.01	CPU 019	CONCRETO PARA LASTRO	M3	10,50	545,01	5.722,63
08.02	CPU 020	CONTRAPISO, ESPESSURA 2,5 CM	M2	40,07	13,90	557,09
08.03	CPU 021	PISO CERÂMICO	M2	44,08	69,18	3.049,49

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA BIM 5D NA ELABORAÇÃO
ORÇAMENTÁRIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

		TOTAL DO ITEM - 08				9.329,21
09	000900	REVESTIMENTO				
09.01	CPU 022	REBOCO, EMBOÇO E CHAPISCO EM PAREDES	M2	265,56	72,62	19.284,97
09.02	CPU 023	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS, COM FUNDO SELADOR E MASSA ACRÍLICA	M2	265,56	32,68	8.678,50
		TOTAL DO ITEM - 09				27.963,47
10	001000	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				
10.01	CPU 024	FAIXA ELÉTRICA, 2,5 MM2	M	112,05	6,31	707,26
10.02	CPU 025	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE EMBUTIR, COM DISJUNTORES	UND	1,00	143,34	143,34
10.03	CPU 026	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR 2P+T 20 A	UND	4,00	25,26	101,04
10.04	CPU 027	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR 2P+T 20 A (2 MÓDULOS)	UND	1,00	38,47	38,47
10.05	CPU 028	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO)	UND	5,00	19,75	98,75
10.06	CPU 029	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4") FORRO	M	26,00	6,40	166,40
10.07	CPU 030	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4") PAREDE	M	19,65	6,37	125,17
		TOTAL DO ITEM - 10				1.380,43
11	001100	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS				
11.01	CPU 031	CAVALETE E HIDRÔMETRO	UND	1,00	243,29	243,29
11.02	CPU 032	TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 20 MM	M	5,67	33,31	188,87
11.03	CPU 033	CAIXA D'ÁGUA POLIETILENO 1000 L	UND	1,00	682,84	682,84
11.04	CPU 034	TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 25 MM	M	18,34	33,11	607,24
11.05	CPU 035	REGISTRO DE PRESSÃO 20 MM	UND	1,00	78,50	78,50
11.06	CPU 036	REGISTRO DE GAVETA 25 MM	UND	2,00	94,37	188,74
		TOTAL DO ITEM - 11				1.989,48
12	001200	LOUÇAS E METAIS				
12.01	CPU 037	VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA BRANCA	UND	1,00	454,76	454,76
12.02	CPU 038	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA SUSPENSO	UND	1,00	186,72	186,72

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS NO MARANHÃO: a utilização do método BIM

12.03	CPU 039	PIA DA COZINHA EM GRANITO	UND	1,00	836,07	836,07
12.04	CPU 040	TANQUE SIMPLES EM MÁRMORE SINTÉTICO	UND	1,00	239,39	239,39
12.05	CPU 041	CHUVEIRO PLÁSTICO	UND	1,00	10,93	10,93
		TOTAL DO ITEM - 12				1.727,87
13	001300	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS				
13.01	CPU 042	TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ESGOTO, DN 100 MM	M	15,27	58,65	895,59
13.02	CPU 043	TUBOS DE PVC DE VENTILAÇÃO, SOLDÁVEL, ESGOTO, DN 50 MM	M	3,77	11,73	44,22
13.03	CPU 044	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM	UND	5,00	13,55	67,75
13.04	CPU 045	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM	M	6,29	15,54	97,75
13.05	CPU 046	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM	UND	7,00	9,01	63,07
13.06	CPU 047	JUNÇÃO DE REDUÇÃO PVC P/ ESGOTO 100X50	UND	3,00	41,21	123,63
13.07	CPU 048	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM	UND	2,00	24,88	49,76
13.08	CPU 049	RALO SIFONADO, PVC, DN 100 X 40 MM	UND	1,00	9,36	9,36
13.09	CPU 050	CAIXA DE GORDURA	UND	1,00	422,93	422,93
		TOTAL DO ITEM - 13				1.774,05
14	001400	LIMPEZA GERAL				
12.01	CPU 051	LIMPEZA FINAL DE OBRAS	M2	150,00	12,00	1.800,00
		TOTAL DO ITEM - 14				1.800,00
		TOTAL DO ORÇAMENTO				248.781,72

Fonte: Própria

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É aparente o déficit, dentre os profissionais de engenharia civil, de conhecimento das plataformas BIM, desde do esclarecimento sobre a metodologia até o domínio dos softwares. Assim, os incentivos nas mudanças da mentalidade são de suma relevância para o desenvolvimento profissional, logo, a promoção de estratégias são caminhos vantajosos para a implementação dessa metodologia.

Esses obstáculos dificultam a divulgação dessa metodologia, além da resistência pessoal de alguns profissionais, como o orçamentista que, às vezes, encontra-se alheio a execução inicial da implementação da metodologia, algo que desvirtua a ideologia empregada, pelo fato de não acrescentar a compatibilidade de preços com os serviços retirados da modelagem dos projetos.

Assim o surgimento de bibliografias sobre o tema é de suma relevância, pois promove uma visão mais ampla das necessidades do mercado promoverá um incentivo aos profissionais, tanto no âmbito da qualificação quanto a implementação de novos procedimentos, algo que beneficiará a qualidade do produto final.

Entretanto, o Brasil se encontra em uma situação de deficiência de implementação da metodologia BIM, segundo relatos de Smith (2014) na Austrália, mesmo sem incentivo inicial do governo, houve a implementação do BIM através de ferramentas que elaboram padrões de modelagem e parametrizações, assim como no Reino Unido onde as pesquisas sobre a metodologia demonstraram o ganho econômico caso o governo utilizasse o BIM, principalmente nas licitações e análise de projetos, algo que incentivou essa implementação.

Então, o brasileiro necessita desenvolver pesquisas e estímulo para efetivação da utilização da metodologia BIM, uma vez que promoverá o ganho financeiro e a fidelidade entre a execução e o projeto. Visto que, o BIM proporciona a suavização dos imprevistos na execução, compatibilização entre os projetos, comunicação com os profissionais envolvidos e a veracidade orçamentária do empreendimento. Com a necessidade de uma mudança de mentalidade, deslumbrando a alteração do contexto atual de orçamento e planejamento orçamentário, visto que no cenário tradicional os aditivos e baixa qualidade dos procedimentos é uma realidade constante.

REFERÊNCIAS

ALSHAREEF, A.W; LACOUTURE, C. D. **Potential Impacts of BIM-Based Cost Estimation in Conceptual Building Design: A University Building Renovation case Study.** Congresso. Construction Research Congress, 2016.

ANDRADE, L. **A Contribuição dos Sistemas BIM para o Planejamento Orçamentário das Obras Públicas: Estudo de Caso do Auditório e da Biblioteca de Planaltina.** Fevereiro de 2012. Dissertação – Universidade de Brasília.

CAIXA, **Referências de preços e custos.** Disponível em: < <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>> Acesso em: 25 jun. 2021.

CALVERT, N. **10 points and the benefits of bim.** Synchro Software. Disponível em: < <http://blog.synchrold.com/10-points-and-the-benefits-of-bim>> Acesso em: 27 jan. 2021.

CBIC. **Implementação BIM – Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/Câmara Brasileira da Indústria da Construção – Brasília: CBIC. Coletânea. 2016.**

COIC. **BIM – Fator de sucesso do Projeto / Comissão de Obras Industriais e Corporativas – Rio de Janeiro: COIC. Encontro Nacional da Indústria da Construção. 2019.** Disponível em: < <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2019/05/9h20-10h00-BIM-Fator-de-sucesso-do-Projeto-Angelo-Rech.pdf>> Acesso em: 25 jan. 2021.

COVAS, N. **Bim: Building Information Modeling no Projeto Estrutural: Impactos e benefícios potenciais.** Associação Brasileira de Construção Industrializada de Concreto. São Paulo: ABCIC, 2009.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.** Livro. Indianápolis: Wiley Publishing, 2008.

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R., LISTON, K. **Manual de BIM**. 1ª ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2014

FORGUES, D. et al. **Rethinking the Cost Estimating Process through 5D BIM: A case Study**. Congresso. Construction research Congress. 2012.

GARIBALDI, B. **Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM**. 2020 - Artigo. Sienge, Brasil. Disponível em: < <https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/> > Acesso em; 25 jan. 2021.

GARIBALDI, B. **LOD BIM (Level of Development): tudo que você precisa saber sobre o assunto**. 2020 Artigo. Sienge, Brasil. Disponível em: < <https://www.sienge.com.br/blog/lod-bim/> > Acesso em: 29 jun. 2021.

GRAY, M. et al. **Building Information Modelling: An International survey**, 2013- Artigo. Queensland University of Technology, Austrália

MAEDATI, P. **BIM Extension into Later Stages of Project Life Cycle**. 2009- Artigo. Southern Polytechnic State University.

MANZIONE, L. **Aprenda o que é o IFC e qual a sua importância para o BIM**. 2017- Artigo. MakeBIM, Brasil. Disponível em: < <https://www.makebim.com/2017/02/14/aprenda-o-que-e-o-ifc-e-qual-a-sua-importancia-para-o-bim/> > Acesso em; 25 jan. 2021.

OLATUNJI, O. A. **Information Modelling on Estimating Practice**. Novembro de 2012. Tese. University of Newcastle.

OLATUNJI, O. A.; SHER, W.; GU, N. **Building Information Modelling and Quantity Surveying Practice**. Artigo. Emirates Journal for Engineering Research, Vol. 15, No. 1, 2010.

ORSE, **Orçamento de Obras de Sergipe**. Disponível em: <<http://orse.cehop.se.gov.br/>> Acesso em: 29 jun. 2021.

PENTTILA, H. **Describing the Changes in Architectural Information Technology to Understand Design Complexity and Free-Form Architectural Expression.** Journal of Information Technology in Construction, v. 11, 2006.

RAFAEL, **Tabela Orse (Grátis e Online): Entenda como funciona a Tabela De Preços.** Disponível em: < <https://www.i9orcamentos.com.br/tabela-orse/>> Acesso em: 29 jun. 2021.

ROBSON, C. **Real world research.** Blackwel Publishing, 2002.

SANTOS, A. P. L.; WITICOVSKI, L. C.; GARCIA, L. E. M.; SCHEER, S. **A utilização do BIM em projetos de construção civil.** Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Vol. 1, n° 2, p., dez. 2009.

SEINFRA, **À Secretaria da Infraestrutura compete.** Disponível em: < <https://www.seinfra.ce.gov.br/institucional/competencias/>> Acesso em: 29 jun. 2021.

STUNDON, D. et al. **Building Information Modelling Energy Performance Assessment on Domestic Dwellings: A Comparative Study.** Congresso. 2015.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stake holders.** 2009. Artigo. University of Newcastle, Australia.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos.** 3 ed. Porto Alegre: Bookman. p. 212. 2005.

ORGANIZADOR

Fernando Jorge Cutrim Demetrio

Possui Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (1999), Mestrado em Engenharia de Eletricidade pela Universidade Federal do Maranhão (2005). Ministrou aulas no Curso de Sistemas de Informação na Universidade Ceuma, onde foi coordenador de Sistemas de Informação, Coordenador de Pós-Graduação e Pró-Reitor Adjunto de Pós Graduação. Ainda na área de Ciência da Computação, com ênfase em Computação Gráfica e Banco de Dados, atuando principalmente nos seguintes temas: banco de dados georreferenciados e desenvolvimento sustentável. Participou da implantação do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia da Computação e Sistemas da UEMA onde foi coordenador adjunto por 4 anos. Doutorado em Engenharia pela Universidade Paulista, onde adquiriu mais experiência na área de Engenharia Ambiental, foi Coordenador de Controle Ambiental na SEMMAM - SLZ, atualmente é professor Adjunto IV do curso de Engenharia Civil da UEMA onde ministra diversas disciplinas, tais como: Introdução à Engenharia, Planejamento e Gestão de Obras, Fundações, Mecânica dos Solos, Sistemas Estruturais (Curso de Arquitetura). Apresentou palestras em São Paulo, na UNIP, UNICAMP, Shanghai Jiao Tong University (SJTU) e Universidade da Flórida em Gainesville – FL. É também Membro Efetivo da Academia de Ciências do Maranhão.

PROFESSORES DO CURSO

Eduardo Aurélio Barros Aguiar

Graduado em Engenharia Civil pela UEMA, Mestre e Doutor em Estruturas pela USP-São Carlos com Doutorado Sanduíche na Universidade do Minho em Portugal. Foi Diretor do Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, onde atua desde 2001 como Professor da área de Estruturas.

Érico Peixoto Araújo

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão, mestre em Engenharia na área de Controle de Processos e Manufaturas pela Universidade Estadual de Campinas, doutor em Urbanismo pelo Programa de Pós Graduação em Urbanismo PROURB da Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ. Atualmente é

Professor Adjunto IV da Universidade Estadual do Maranhão UEMA, Chefe do Laboratório de Informática CAU/CCT UEMA e atua em pesquisas no LABHAB+INOVAÇÃO na área da informática que envolvam levantamento por nuvens de pontos e tecnologia BIM (Building Information Modeling).

Igor Mendes Monteiro

Arquiteto e urbanista (UEMA), Designer de produto(UFMA). Mestre e Doutor em arquitetura e urbanismo(UNB). Professor Adjunto do Curso de arquitetura e urbanismo da UEMA. Coordenador da especialização em praticas integradas BIM para projetos de arquitetura e engenharia da UEMA. Trabalha com projeto e tecnologia aplicadas ao projeto e construção com ênfase em metodologia BIM, HBIM, arquitetura generativa, digitalização da arquitetura, fabricação digital e projeto de arquitetura.

Jorge Creso Cutrim Demétrio

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), mestrado em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, foi sócio e responsável técnico de empresa de construção civil, perito judicial, consultor, docente da Universidade Federal do Maranhão e UNDB, já tendo ocupado o cargo de Vice-Reitor do Centro Universitário do Maranhão - Uniceuma. Possui experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Processos Construtivos. Recebeu a Comenda Simão Estácio da Silveira oferecida pela Câmara de Vereadores de São Luís-MA, também o Título de Cidadão Maranhense concedido pela Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão.

Rodrigo de Azevêdo Neves

Graduado em Engenharia Civil pela UEMA, Mestre e Doutor em Estruturas pela USP-São Carlos com Doutorado Sanduíche na Universidade Blaise Pascal na França. Foi professor da Universidade Estadual de Maringá, Universidade Federal do Paraná, Universidade de São Paulo e outras. e Atualmente é Professor da Universidade Estadual do Maranhão e do Instituto Federal do Maranhão. É Chefe do Laboratório de Concreto e Materiais de Construção na UEMA. Foi Líder de Projetos de estruturas na Ricardo França e Associados, Engenheiro Master na Arcadis e foi Membro do Grupo de Trabalho de Inspeção Predial do CREA-MA.