

AVALIAÇÃO DO USO DO BIM NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DO PRAZO EM UM ESTUDO DE CASO DE UMA OBRA VERTICAL

Cécile Guimarães Ulhôa¹
Maria Carolina Gomes de Oliveira Brandstetter²

RESUMO

Atualmente, na área da construção civil, o principal foco dos gestores é o cumprimento de prazos e a redução de custos das obras e, estas premissas levam os construtores a aumentarem a velocidade de finalização dos serviços, preferindo, em muitas situações, o planejamento e seu controle. Em consequência, estas ações impactam diretamente os indicadores relacionados ao cliente como a insatisfação em relação a atrasos injustificados, orçamentos ineficazes e desgaste na imagem da empresa. Por outro lado, observa-se também que há uma maior preocupação por parte das empresas em desenvolver metodologias capazes de auxiliar os gestores, principalmente, no cumprimento de prazos a partir da estruturação de um planejamento e controle criterioso tornando possível uma gestão mais eficaz das metas planejadas nas obras. Tendo em vista que um dos desafios deste sistema do gerenciamento da construção é a falha na comunicação entre os participantes do processo, o *Building Information Modeling* (BIM) tem sido utilizado para contribuir com este desafio. O objetivo desta pesquisa é avaliar benefícios e limitações da aplicação do BIM no planejamento e controle do prazo a partir da condução de um estudo de caso em uma obra vertical, localizada na cidade de Goiânia, Brasil. Os resultados apontam vantagens como a visualização e compatibilização dos projetos, limitações relacionadas ao controle e acompanhamento de pedidos e, necessidade de qualificação da equipe. Também foram apontadas potencialidades para esta tecnologia, em especial no nível do planejamento de curto prazo. A pesquisa conduz para o entendimento das contribuições do BIM, em especial para o segmento de obras verticais além de como esta tecnologia também pode complementar os métodos tradicionais na área da gestão de prazo de obras.

Palavras-chave: Planejamento e Controle de obras. Gestão do Prazo. Gerenciamento da Construção. BIM.

EVALUATION OF THE USE OF BIM IN PLANNING AND DEADLINE CONTROL IN A CASE STUDY OF A VERTICAL CONSTRUCTION PROJECT

ABSTRACT

Currently, in the construction industry, the main focus of managers is on meeting deadlines and reducing construction costs, and these premises lead builders to increase the speed with which services are completed, often neglecting planning and control. As a result, these actions have a direct impact on customer-related indicators such as dissatisfaction with unjustified delays, ineffective budgets and damage to the company's image. On the other hand, there is also a greater concern on the part of companies to develop methodologies capable of helping managers, especially in meeting deadlines, by structuring careful planning and control, making it possible to manage planned targets more effectively. Given that one of the challenges of this construction management system is the lack of communication between participants in the process, Building Information Modelling (BIM) has been used to contribute to this challenge. The aim of this research is to evaluate the benefits and limitations of applying BIM to planning and schedule control by conducting a case study on a vertical building site located in the city of Goiânia, Brazil. The results point to advantages such as the visualisation and compatibility of projects, limitations related to the control and monitoring of orders and the need to qualify the team. Potential was also pointed out for this technology, especially at the short-term planning level. The research leads to an understanding of the contributions of BIM, especially for the vertical construction segment, and how this technology can also complement traditional methods in the area of construction schedule management.

Keywords: Construction planning and control. Time Management. Construction Management. BIM.

Received on 12 October 2025. Approved on 27 October 2025

¹Doutorado em Construção Civil pela Universidade Federal de Goiás, Brasil (2024). cecileulhoa.gui@gmail.com.

²Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil (2004). Professora Adjunta da Universidade Federal de Goiás. maria_carolina_brandstetter@ufg.br.

INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da construção civil somado ao intenso avanço das tecnologias no mundo, tem impactado nas mudanças culturais da população, apresentando novas realidades e possibilidades de inovações que refletem diretamente na evolução e aperfeiçoamento de conceitos e desenvolvimento de projetos mais ousados (MATTA *et al.*, 2018; HEIGERMOSEN *et al.*, 2019; ABBASI; TAGHIZADE; NOORZAI, 2020; AHMADI; ARASHPOUR, 2020; EL-HABASHY *et al.*, 2023).

Este impacto pode ser observado nos atuais produtos lançados pelas empresas de construção, que possuem como principal intuito não apenas apresentar novas ideias para a área como, também, aproximar novos processos de produção, novas técnicas e maior automação à atual realidade da construção civil (DASHTI *et al.*, 2021; DATTA *et al.*, 2023; NGUYEN; NGUYEN; TRAN, 2024).

Neste cenário, um dos maiores desafios está diretamente relacionado ao atendimento a indicadores extremamente importantes para as obras como o custo, o prazo, a qualidade e a segurança os quais não podem ser negligenciados e devem acompanhar a evolução dos projetos (REHMAN *et al.*, 2020).

Para isso, desafios cada vez maiores são enfrentados pelos gestores da área que buscam encontrar soluções mais otimizadas e complementares a metodologias já existentes para auxiliar em soluções que possam contribuir com a antecipação dos riscos, sendo eles fatores prováveis, incontroláveis ou imprevistos (GLEDSOON, 2015; CIRIBINI; VENTURA; PANERONI, 2016; BTOUSH; HARUN, 2017; DATTA *et al.*, 2023; EL-HABASHY *et al.*, 2023; NGUYEN; NGUYEN; TRAN, 2024).

No entanto, a entrega dos projetos no prazo é um indicador de grande impacto e um dos gargalos enfrentados pelas empresas, sendo o atraso um dos fatores críticos que ocorrem com frequência em projetos de construção em diversas partes do mundo (BTOUSH; HARUN, 2017; CHOU; YANG, 2017; MATTA *et al.*, 2018; HUSIN, 2019; AHMADI; ARASHPOUR, 2020; REHMAN *et al.*, 2020; DASHTI *et al.*, 2021) e, por isso, ao longo dos anos, foram desenvolvidas técnicas para mitigar e controlar seus efeitos (BTOUSH; HARUN, 2017; NGUYEN; NGUYEN; TRAN, 2024).

Neste contexto o BIM (*Building Information Modeling* ou *Building Information Model*) se destaca como uma tecnologia que agrupa uma grande quantidade de informações aos projetos, uma vez que várias disciplinas são integradas em um único modelo, que é compartilhado entre todos os profissionais envolvidos no processo (KIM *et al.*; 2013; MACIEL; OLIVEIRA; SANTOS, 2013; UMAR *et al.*, 2015; YANG; LI, 2015; USTINOVI IUS *et al.*; 2018; HEIGERMOSEN *et al.*, 2019; TIRUNAGARI; KONE, 2019; GOMES *et al.*, 2020; NAWAZ; SU; NASIR, 2021; DATTA *et al.*, 2023; EL-HABASHY *et al.*, 2023; NGUYEN; NGUYEN; TRAN, 2024).

Pode-se dizer que o emprego do BIM tem se destacado pois à medida que os projetos de construção crescem em escala e complexidade, novos métodos e técnicas de construção passam a ser adotados e a quantidade de informações geradas em cada fase da construção se intensifica (KIM *et al.*, 2013; BIOTTO; FORMOSO; ISATTO, 2015; ABBASI; TAGHIZADE; NOORZAI, 2020; AHMADI; ARASHPOUR, 2020).

Portanto, o BIM representa uma tecnologia essencial para a compatibilização dos projetos e interligação de todas as áreas de maneira mais assertiva (TIRUNAGARI; KONE, 2019; REHMAN *et al.*, 2020; NAWAZ; SU; NASIR, 2021). Consequentemente, permite um ponto de partida para apoio no âmbito do planejamento e controle de obras, área na qual esta tecnologia foi utilizada de maneira

mais recorrente, nos últimos anos, contribuindo para uma melhor eficiência no processo de gestão do prazo (KIM *et al.*; 2013; GLEDSON, 2015; BTOUSH; HARUN, 2017; HADAVI; TAVAKOLAN, 2018; TIRUNAGARI; KONE, 2019; AHMADI; ARASHPOUR, 2020; REHMAN *et al.*, 2020; NAWAZ; SU; NASIR, 2021).

Diante deste contexto, este trabalho busca avaliar as vantagens, limitações e potencialidades desta tecnologia, em especial no segmento de obras residenciais verticais, o qual não se observou representatividade nos estudos internacionais. Busca-se entender como esta tecnologia pode contribuir não somente na fase de projeto, como também na fase de planejamento das obras, apoiando a gestão do prazo em empreendimentos residenciais verticais, cujas limitações logísticas e características mercadológicas, como as personalizações de unidades, aumentam o grau de complexidade do planejamento e controle do prazo da obra.

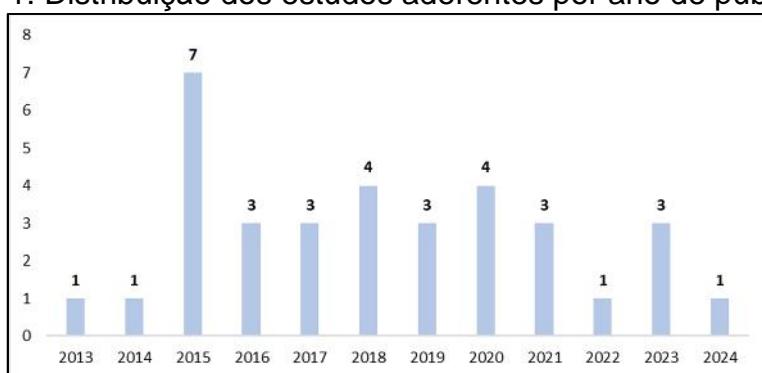
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a etapa de revisão bibliográfica, realizou-se um Mapeamento Sistemático da Literatura em nível nacional e internacional a partir das bases de dados *Scopus*, *Science Direct*, *Web of Science*, *Engineering Village* e *Scielo* com o intuito de selecionar artigos que contribuíssem com o método proposto. Realizou-se um mapeamento a partir do intervalo temporal de 2013 a 2024 com a expectativa de selecionar pesquisas mais atuais sobre o tema deste estudo e, com destaque para o uso do BIM na área de planejamento e controle de obras com foco na gestão de prazos.

Optou-se por realizar o estudo também a nível nacional partindo do princípio de que as metodologias desenvolvidas na construção civil, no Brasil, local de desenvolvimento da pesquisa, possuem especificidades importantes que poderiam complementar de forma mais pontual este estudo. E, embora existam diversas variáveis envolvidas, como características culturais e desenvolvimento tecnológico, pode ser representativa para generalização em situações com alguma similaridade (BRITO; FERREIRA, 2015).

O processo de filtragem e a aplicação dos critérios de qualidade resultaram em 34 artigos aderentes. A partir do levantamento dos dados bibliométricos foi possível levantar as informações apresentadas nas Figuras 1 e 2, respectivamente, sendo que na Figura 1 é possível analisar a distribuição dos estudos aderentes por ano de publicação na área da pesquisa.

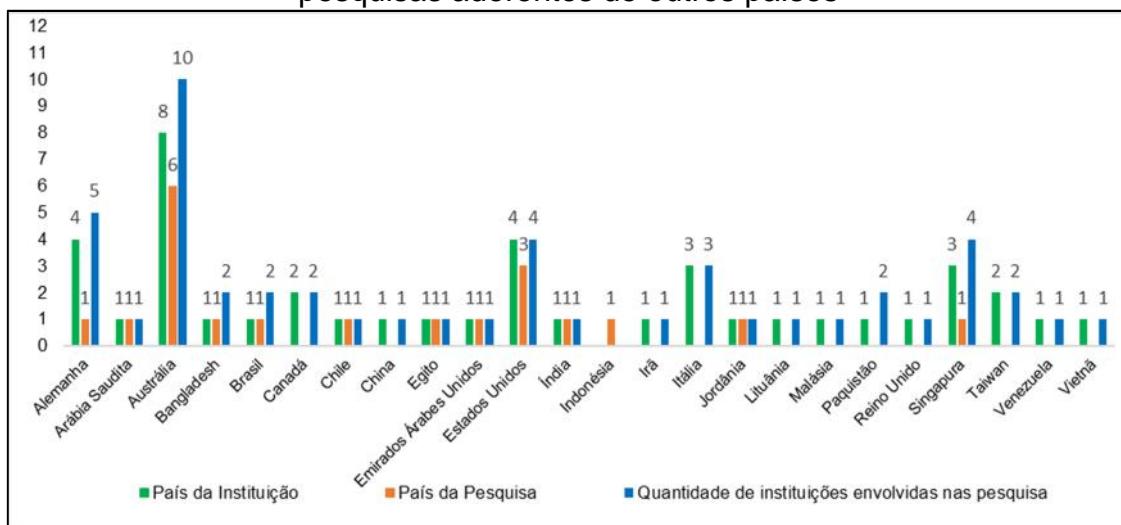
Figura 1: Distribuição dos estudos aderentes por ano de publicação



O fato do mapeamento abranger os trabalhos publicados no nível nacional permitiu verificar a contribuição de estudos de pesquisadores brasileiros ao tema. Na

Figura 2, além do Brasil, a Austrália, Estados Unidos, Irã, Malásia e Reino Unido são os países com maior número de trabalhos aderentes.

Figura 2: Distribuição de publicações aderentes por país da instituição, por país de aplicação da pesquisa e pela quantidade de instituições envolvidas nas pesquisas aderentes de outros países



Dos 34 trabalhos, 22 realizaram estudos de caso e 12 fizeram levantamentos com aplicação de questionários. Dos estudos de caso, somente 7 foram realizados em obras verticais (KIM *et al.*, 2013; SCHEER *et al.*, 2014; CIRIBINI; VENTURA; PANERONI, 2016; MARIANI *et al.*, 2016; HUSIN, 2019; HOSNY; BAKHT; MOSELHI, 2020; REHMAN *et al.*, 2020) o restante ocorreu em obras de cunho comercial ou infraestrutura.

Nos trabalhos que abordaram estudos em empreendimentos verticais, identificou-se uma contribuição relevante no que se refere, principalmente, a estratégia do planejamento desenvolvido, com foco na logística, no sequenciamento e produtividade das atividades e nas condições do canteiro.

Além disso, muitos trabalhos desenvolveram estudos que tiveram como foco o uso do BIM na melhoria do desempenho do tempo e na eficácia da visualização do cronograma da construção (BRITO; FERREIRA, 2015; UMAR *et al.*, 2015; CHOU; YANG, 2017; HADAVI; TAVAKOLAN, 2018; MATTA *et al.*, 2018; HUSIN, 2019; TIRUNAGARI; KONE, 2019; AHMADI; ARASHPOUR, 2020; NAWAZ; SU; NASIR, 2021; BASIR; UJANG; MAJID, 2023, DATTA *et al.*, 2023; NGUYEN; NGUYEN; TRAN, 2024).

Pode-se dizer que o uso do BIM como apoio ao planejamento, permite com que todas as informações relevantes do edifício sejam gerenciadas e projetadas em um modelo tridimensional, contribuindo para que os gestores e as equipes envolvidas na construção entendam rapidamente e de forma mais didática as metas previstas, levando à identificação de problemas potenciais e a uma maior precisão nas tomadas de decisões (BRITO; FERREIRA, 2015; UMAR *et al.*, 2015; MATTA *et al.*, 2018; VARGAS; BATAGLIN; FORMOSO, 2018; HUSIN, 2019; AHMADI; ARASHPOUR, 2020; REHMAN *et al.*, 2020).

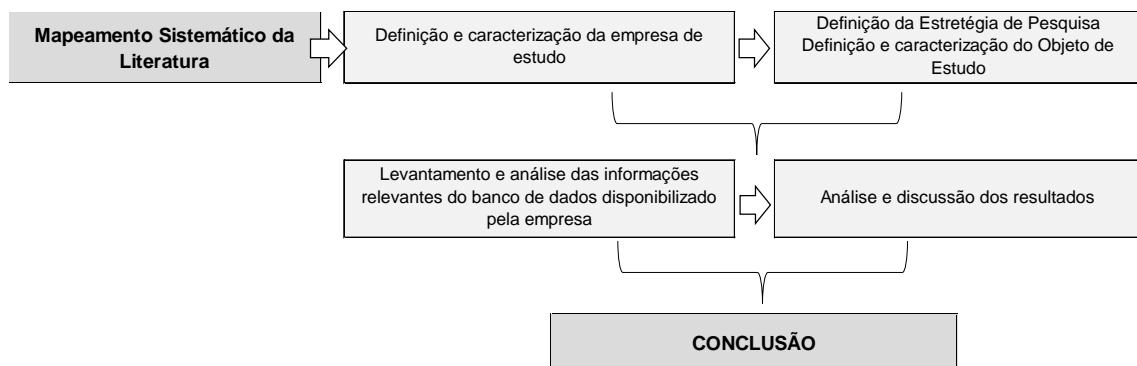
No entanto, é importante ressaltar que para o sucesso no uso do BIM é fundamental que as empresas e profissionais dispostos a sua aplicação, principalmente a nível do planejamento e controle de obras com foco na gestão de prazos, invistam em treinamentos com as equipes envolvidas e em programas

computacionais adequados. Além, principalmente, de garantir que as premissas básicas no desenvolvimento de um cronograma de obra estejam bem estabelecidas (BRITO; FERREIRA, 2015; BTOUSH; HARUN, 2017; USTINOVY IUS *et al.*, 2018; AHMADI; ARASHPOUR, 2020; NGUYEN; NGUYEN; TRAN, 2024).

MATERIAIS E MÉTODOS

O método proposto nesta pesquisa foi desenvolvido a partir das etapas apresentadas no fluxograma da Figura 3.

Figura 3: Fluxograma do método de pesquisa



Após o mapeamento sistemático da literatura e definição do estudo de caso como estratégia de pesquisa, buscou-se o objeto de estudo a partir dos critérios de interesse na pesquisa, experiência na área de planejamento de obras verticais e uso do BIM.

Definição e caracterização da empresa de estudo

A empresa escolhida para o desenvolvimento deste estudo trata-se de uma construtora fundada em Goiânia, Goiás, Brasil, há 28 anos que tem como principal objetivo a busca por soluções construtivas sustentáveis, eficientes e inovadoras.

Além de possuir *know-how* na área de planejamento e controle na região, em 2014 a empresa realizou a implantação do BIM com foco nas etapas de projeto e planejamento e controle de obras, sendo sua implementação em construções de *shoppings*, condomínios horizontais e edifícios residenciais de médio e alto padrão. Estas características também contribuíram para sua importante colaboração e para que ela fosse cenário para o desenvolvimento desta pesquisa.

Caracterização do objeto de estudo

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de um Estudo de Caso com base em informações do banco de dados de um empreendimento já concluído. O sistema de planejamento e controle integrou os processos tradicionais, como planilhas eletrônicas (*Excel*) e o programa computacional *Project* para a elaboração e acompanhamento dos planejamentos de longo, médio e curto prazo e o uso do BIM.

A escolha deste empreendimento justificou-se também pelo entendimento e consideração das contribuições do BIM no sistema de gestão, principalmente no aspecto visual dos cronogramas e nas etapas de execução de uma obra, além do banco de dados fornecido pela empresa.

O banco de dados contemplava todo o período da obra que ocorreu entre abril de 2019 e fevereiro de 2022, resultando em 35 meses de prazo de execução. Alguns

dados fornecidos não englobavam todo este período pelo fato de alguns processos do sistema de planejamento e controle terem sido encerrados até três meses antes da entrega final para os clientes.

O empreendimento selecionado consiste em um edifício residencial de médio padrão, localizado na cidade de Goiânia, Brasil. Constituído por 36 pavimentos e 2 subsolos, sendo 6 apartamentos por andar que variam entre 64,87 m² e 102 m².

Instrumentalização da coleta e análise de dados do estudo

Para todo projeto desenvolvido e, antes do início das obras, é elaborado o Planejamento Meta que reúne as principais informações relacionadas aos controles físico, econômico e financeiro (orçamento inicial, curva ABC, composições unitárias, custos diretos e indiretos, cronograma físico e físico-financeiro, cronograma previsto de desembolso, histogramas, entre outras informações relevantes).

Neste documento é estabelecido o plano mestre que consiste no planejamento de longo prazo da obra, onde são contempladas as metas estabelecidas e previstas do início ao fim da execução do empreendimento. Este cronograma não pode ser alterado uma vez que ele é a premissa inicial de tudo o que foi planejado para determinada obra, e, por isso, é muito importante que ocorram os replanejamentos.

O cronograma de longo prazo da obra de estudo foi inicialmente realizado em uma planilha *Excel* para compor o Planejamento Meta do empreendimento e, posteriormente, foi elaborado no programa *Project*. Durante a execução da obra foi realizado o acompanhamento das metas neste programa, com foco no longo prazo, até seis meses antes da conclusão do empreendimento. Os planejamentos de médio e de curto prazo foram acompanhados por planilha eletrônica (*Excel*) até três meses antes da entrega da obra.

Para permitir a integração do BIM ao planejamento e controle, era preciso que sua aplicação ocorresse na etapa de concepção deste empreendimento. Por isso a contratação dos projetos também ocorreu com a premissa de que fossem desenvolvidos em BIM para que fosse possível implantar os conceitos de planejamento já integrados aos projetos e, consequentemente, fosse possível visualizar as etapas de execução.

Embora a contratação de projetos BIM para o empreendimento de estudo tenha se tornado uma condição prioritária, alguns escritórios de projetos ainda não haviam implantado esta tecnologia internamente, o que gerou algumas limitações nos projetos executivos entregues em 3D, a partir das premissas do BIM, ou seja, premissa de atendimento às relações paramétricas e de interoperabilidade.

Durante o processo de integração do BIM ao sistema de gestão, com foco no prazo, foram utilizados dois programas computacionais para apoio à implementação dos objetivos previstos com o seu uso. Os programas escolhidos pela empresa foram o *Revit* e o *Navisworks*, sendo o primeiro utilizado para a elaboração dos projetos em 3D, realização dos avanços físicos e apoio na elaboração do curto prazo e o segundo, utilizado como ferramenta de visualização da evolução física da obra.

Para sintetizar os dados obtidos do banco de dados do empreendimento, será apresentado no Quadro 1 o resumo das informações do sistema de planejamento e controle da obra utilizados em relação ao período disponível. É importante ressaltar que foram realizadas reuniões com os engenheiros de campo e de planejamento, além do coordenador de obras que participou da execução do empreendimento para obtenção de informações e dúvidas em relação aos dados levantados, por meio de entrevistas não estruturadas.

Quadro 1: Relação de documentos disponibilizados do banco de dados da obra de estudo

Itens	Fonte	Período disponível no banco de dados
Planejamento de longo prazo	Excel	Todo o período da obra
Planilhas com o planejamento de médio prazo	Excel	De maio/2019 a fevereiro/2022
Planilhas com o planejamento de curto prazo	Excel e BIM	De maio/2019 a novembro/2021
Avanço Físico da obra	Excel e BIM	Todo o período da obra

Também foram disponibilizados alguns relatórios de projetos, que faziam parte dos acompanhamentos semanais e mensais da equipe de planejamento e, que contribuíam para a avaliação de possíveis pendências ou incompatibilidades que poderiam impactar na gestão do prazo do empreendimento de estudo.

Estes relatórios foram elaborados a partir da extração de imagens em 3D de incompatibilidades identificadas nos projetos de diversas disciplinas a partir dos modelos em BIM visualizados no Revit.

Como complemento a todos estes documentos auxiliares na implementação do sistema de planejamento e controle de obras, também foi identificado o uso de planilhas para acompanhamento semanal dos pedidos realizados na obra. Este controle tornou-se premissa complementar à gestão dos prazos uma vez que o sucesso no cumprimento das metas do planejamento de médio e, consequentemente, de curto prazo está diretamente ligado à eficiência da gestão de suprimentos.

Após a realização dos pedidos pelos engenheiros, eles são acompanhados durante todo o processo, desde a elaboração, aprovação, cotação, compra até a entrega na obra. E, embora este estudo não teve como objetivo realizar a análise deste controle, identificou-se sua importância e relevância como parte dos processos semanais da equipe uma vez que os pedidos “críticos” poderiam impactar na conclusão das metas previstas.

Deste modo, a partir dos levantamentos de todos os dados fornecidos pela construtora, foram feitas análises considerando o impacto do BIM na gestão da obra, tanto antes do início do empreendimento quanto no acompanhamento dos planejamentos de longo, médio e curto prazo.

RESULTADOS

Análise de compatibilizações e acompanhamento das etapas dos projetos em BIM antes do início do empreendimento

A implementação do BIM no processo de gestão da obra foi iniciada aproximadamente seis meses antes do início da execução do empreendimento. Isso permitiu com que o engenheiro de planejamento, a partir dos projetos entregues em BIM, acompanhasse toda a etapa de desenvolvimento, junto aos projetistas.

E, embora o principal objetivo da empresa para a obra do estudo de caso fosse a implantação do BIM com foco no prazo, para se implementar os conceitos desta tecnologia no nível de planejamento, era imprescindível que os projetos, além de serem elaborados em BIM, apresentassem critérios de modelagem de acordo com as premissas da equipe de gestão de projetos da construtora, visando os objetivos de planejamento e controle que se vislumbrava com o uso desta tecnologia.

Desenvolveu-se então o BIM *Execution Plan* (BEP), documento essencial para padronização dos principais requisitos e conceitos que deveriam ser considerados

pelos projetistas para desenvolvimento dos modelos em 3D (FARIA; BARROS; SANTOS, 2016).

Neste documento é descrito o uso do BIM para todas as etapas de cada projeto e a sua aplicação permite que todo o processo colaborativo seja orquestrado, além de permitir que as responsabilidades das equipes envolvidas sejam delegadas, orientando sua comunicação, o modo de modelagem, os programas computacionais que devem ser utilizados, o *Level of Development* (LOD) a ser atingido, os métodos de colaboração, os modos para o compartilhamento de informações e as convenções de nomenclatura (HADZAMAN *et al.*, 2016; SACKS; GUREVICH; SHRESTHA, 2016).

Ainda, para a melhor gestão deste processo, foi contratado um escritório de gestão de projetos responsável pelo acompanhamento de todas as etapas de elaboração e compatibilização, sendo que os princípios de gestão desta equipe não tinham como foco o BIM, mas sim, o atendimento aos requisitos e conceitos básicos para o desenvolvimento dos projetos em 2D.

Essa característica se justifica pois o arquiteto responsável por esta gestão considerava que, embora os projetos em BIM estivessem cada vez mais em destaque, desde a evolução desta tecnologia no Brasil, nos últimos anos, os projetos em 2D, base para o desenvolvimento dos projetos em BIM, estavam sendo desenvolvidos de forma cada vez mais ineficientes, com muitas falhas técnicas e falta de informações essenciais. Neste caso, com uma base em 2D entregue de forma plena, consequentemente, seria possível que fossem desenvolvidos projetos BIM com eficiência.

As Figuras 4 e 5, respectivamente, apresentam os modelos desenvolvidos pelo escritório de arquitetura contratado e ilustram imagens do *Revit* com os modelos da obra de estudo para o embasamento (estrutura com a área comum, ou seja, térreo e cobertura) e um exemplo do pavimento tipo do empreendimento.

Figura 4: Exemplo da interface do programa *Revit* para o modelo de embasamento da arquitetura

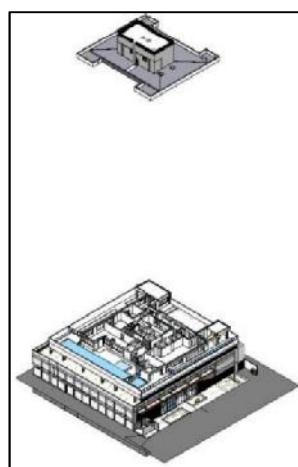
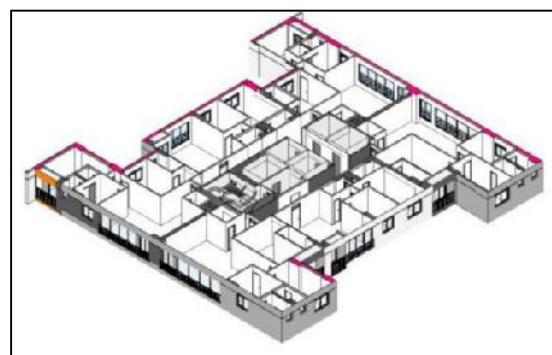


Figura 5: Exemplo da interface do programa *Revit* para o modelo do pavimento tipo da arquitetura



Fonte: Acervo da empresa (2024)

Ainda nessa etapa de projetos, a partir dos modelos de arquitetura e das demais disciplinas entregues pelos projetistas, durante os seis meses de estudo que antecederam o início da obra, foram realizados relatórios com o principal objetivo de agrupar as pendências levantadas durante as análises dos projetos. Estas análises

foram realizadas para cada etapa de entrega pelos projetistas responsáveis das diversas disciplinas do empreendimento.

Nestes relatórios foram agrupadas todas as incompatibilidades, falhas técnicas, falta de informações ou até mesmo dúvidas identificadas pelo engenheiro de planejamento, também responsável pela gestão dos projetos por parte da construtora.

Estabeleceu-se um cronograma interno com cada projetista no qual foi estabelecido o prazo de retorno quanto aos questionamentos apresentados nos relatórios, para que até a data de entrega dos projetos executivos finais, fosse realizado o máximo de ajustes e correções, permitindo com que o nível e qualidade dos projetos disponibilizados para execução fossem os melhores possíveis.

As Figuras de 6 a 12, respectivamente, representam alguns exemplos de incompatibilidades apresentadas nos relatórios de projetos da disciplina de arquitetura e de detalhamento de interiores, além de algumas avaliações mais específicas e detalhadas que, em muitos casos, são identificados apenas após o início dos serviços.

Figura 6: Incompatibilidade entre mureta e esquadria de alumínio

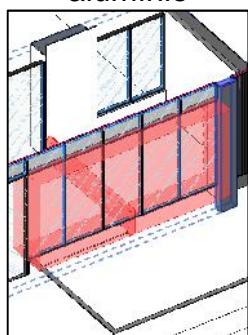
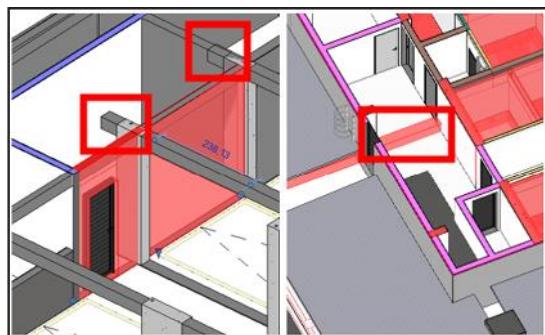


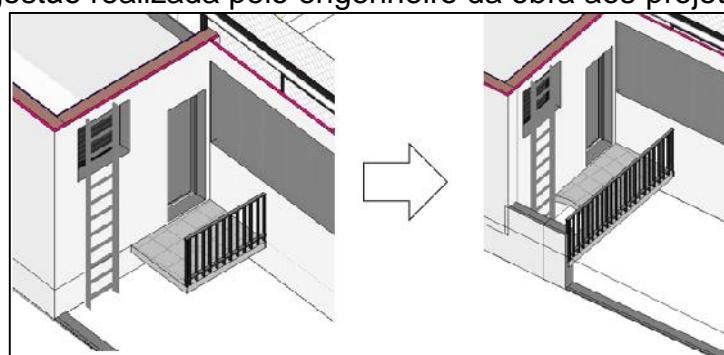
Figura 7: Incompatibilidade no Projeto de Estruturas x Projeto de Arquitetura



Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

Durante a análise das imagens na Figura 6, por exemplo, foi registrado pelo engenheiro de planejamento um conflito entre as esquadrias de alumínio e a mureta que seria executada no mesmo local, assim como também se identificou que seria necessário executar uma outra mureta de apoio, para esta esquadria.

Figura 8: Incompatibilidade no projeto de estruturas x Projeto de Arquitetura - Sugestão realizada pelo engenheiro da obra aos projetistas



Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

Figura 9: Incompatibilidade entre a guia da porta de correr e esquadrias superiores

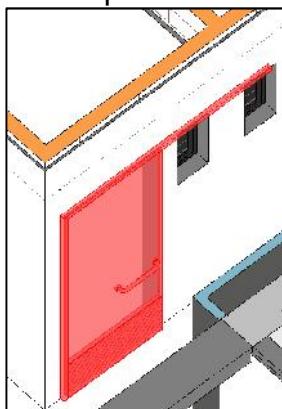
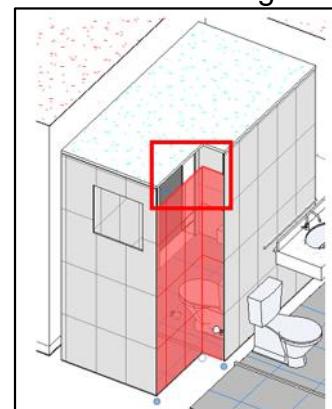
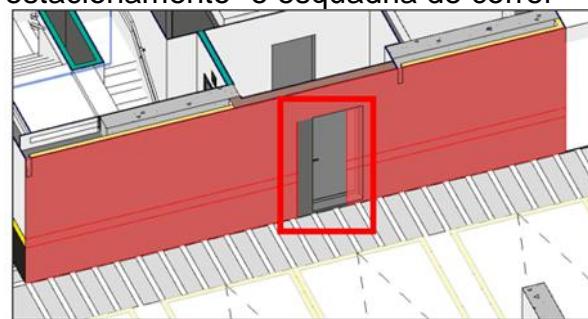


Figura 10: Falha no modelo de revestimento de parede – Deve ser considerado até a altura do forro de gesso



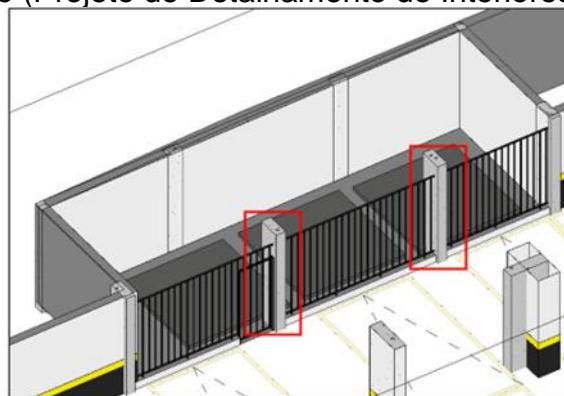
Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

Figura 11: Incompatibilidade entre abertura do vão da porta na camada “pintura de estacionamento” e esquadria de correr



Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

Figura 12: Falta de informações sobre a indicação do acabamento dos pilares do reservatório (Projeto de Detalhamento de Intériores - Revit)



Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

Em alguns casos, foram apresentadas sugestões imediatas pela construtora, como o exemplo indicado na Figura 8 e, em outros, foram necessárias avaliações mais minuciosas, como indicado nas Figuras 6, 7 e 9, respectivamente. Ainda, em outros casos, como falta de informações, exemplo das Figuras 11 e 12, que caracterizaram ajustes simples.

No entanto, para estes casos, alguns ajustes embora representassem simples correções e apenas detalhes que não impactariam de forma crítica a execução da

obra, como o indicado na Figura 10, poderia impactar no levantamento de materiais e, consequentemente, na compra correta deles. Isto se justifica, pois, uma vez que os projetos em 3D seriam utilizados para o nível de planejamento, as corretas parametrizações permitindo o levantamento eficaz, era imprescindível.

Isto é, utilizar os projetos BIM para o nível de planejamento, significava que uma das principais premissas seria “modelar cada disciplina” conforme o passo a passo da execução. É por isso que estes estudos realizados antes do início do empreendimento foram fundamentais pois permitiram que uma análise crítica fosse realizada nos projetos antes de serem utilizados na obra. Sabe-se também que, mesmo assim, é desafiador conseguir levantar, antes do início da construção, absolutamente todas as incompatibilidades ou falhas de projetos, pois muitas são identificadas apenas durante a execução.

Portanto, estes estudos contribuíram para a antecipação de possíveis problemas futuros ou, até mesmo, no agravamento de outros que poderiam surgir. Como complemento, as incompatibilidades que foram encontradas ao longo da obra, foram indicadas nos relatórios de planejamento de curto prazo, realizados semanalmente na obra. Nestes, os projetos em 3D eram analisados minuciosamente para estabelecimento das metas, para contribuição dos novos levantamentos para a compra de materiais, pagamento dos terceirizados e acompanhamento da produtividade dos serviços assim como para a apresentação das metas de forma mais clara para a equipe do mestre de obras, encarregados e equipe de produção.

Análise e acompanhamento dos planejamentos de longo e médio prazo

A partir do planejamento de longo prazo elaborado, inicialmente, em planilha *excel*, a obra elaborou o cronograma no programa *Project*. Como exemplo de parte do cronograma desenvolvido em planilha do *excel*, a Figura 13 destaca os serviços iniciais previstos para a obra de estudo como Locação de Obra, Movimento de Terra, Contenção, Fundação, Estrutura, Alvenaria e Divisórias em *Drywall*. É possível analisar no cronograma apresentado neste programa o Diagrama de *Gantt*, uma ferramenta visual que permite a definição do prazo de execução de cada serviço ao longo do tempo.

No entanto, os desafios do uso desta ferramenta é que, embora ela auxilie na análise do prazo definido para cada atividade assim como o percentual previsto em cada mês, ela não destaca e evidencia de forma objetiva e clara os serviços predecessores e sucessores de cada atividade, assim como aqueles que fazem parte do caminho crítico.

Neste caso, a elaboração deste cronograma no programa *Project* torna-se fundamental para que estas informações sejam apresentadas de forma eficiente permitindo com que sejam identificados de forma mais assertiva e imediata os planos de ataques que deverão ser definidos.

Além disso, a partir do cronograma de longo prazo, foi também desenvolvido, seguindo a mesma itemização de atividades, o acompanhamento físico mensal do empreendimento para que fosse possível realizar uma análise comparativa entre o real executado em relação ao previsto para determinado período. Como exemplo, a Figura 14 apresenta o avanço físico realizado pela obra com os mesmos serviços indicados na Figura 13.

Observa-se neste caso o serviço de estrutura no qual no cronograma de longo prazo indicado na Figura 13 indica um prazo previsto de 14 meses de execução e, de

acordo com o acompanhamento físico, este serviço teve prazo real de execução de 18 meses, isto é, 4 meses a mais do que o previsto.

Para este caso da estrutura, durante reuniões realizadas na obra de estudo durante a pesquisa, o engenheiro de planejamento justificou este atraso a partir de imprevistos relacionados a logística, a novas definições de projetos e decisões gerenciais. Isto ilustra como, mesmo com a análise e estudo minucioso realizado antes do início da obra na etapa de projetos, é possível ocorrer situações que fogem do controle da gestão da obra e que, em alguns casos, acaba envolvendo decisões dos diretores e acionistas.

Embora tenha ocorrido este acréscimo de prazo na execução da estrutura, como ela iniciou antes da data prevista no cronograma de longo prazo, foi possível concluir-la um mês após o previsto, inicialmente, permanecendo para o último mês, principalmente, atividades relacionadas à terminalidade do serviço como desforma, retirada de escoramentos e limpeza.

Figura 13: Cronograma de Longo Prazo da obra de

CRONGRAMA DE LONGO PRAZO												2019	2020
Itens	Descrição	Unid	Data Total	Custo Total								2019	2020
				1	2	3	4	5	6	7	8		
01.01	LORDAÇÃO DA OBRA	HC	2.603,46	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.01.01	LOCADORA GERAL EXECUÇÃO DE CANTARRETO	HC	2.603,46	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.02	MOVIMENTO DE TERRA	HC	17.254,21	175.587,79	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.02.01	ESCAVAMENTO/CARGA/CAT	HC	17.254,21	175.587,79	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03	INFRA-ESTRUTURA												
01.03.01	SARATIA	HC	2.242,40	32.687,46	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.01.01	ESCARVADORA/HAMMAR/ENXAVADEIRO/ATRAS	HC	2.242,40	32.687,46	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.01.02	CONCRETO ESTUFA/RODADOU/ENTRAL/TKC - 4019/42	HC	1.159,47	49.576,28	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.01.03	CONTEDE/DOBRAMENTO/REDUÇÃO/SCM-50A/44B	HC	1.110,04	58.535,57	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.01.04	REATOR/HAMMAR DE FALA	HC	2.344,26	44.402,26	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02	CONTINUA												
01.03.02.01	PROJETO/DESENHOS/DESCRIÇÃO DE EQUIP/COMITÊS/OUTRABANCOS	YB	1,00	3.129,79	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02.02	CANTARRETO/PARES/ESTAQUE/ESTALACA	HC	175,49	1.173,42	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02.03	ESCARVADORA/HAMMAR/ENXAVADEIRO/ATRAS	HC	52.479,98	203.976,47	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02.04	ESFERNDA/PEÇAS/METALÓGICAS	HC	175,49	1.173,42	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02.05	PREPARO/SECAGEM/CALECTIFICA	HC	175,49	1.173,42	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02.06	CONTEDE/REFIL/ITALAU	HC	175,49	1.173,42	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02.07	FRENDÔ/DADES/IMBALHAMENTO/ABRANGÊNCIA/ESTANHA	HC	945,23	225.549,45	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02.08	INTER/CONCE/MENTO	HC	1.159,47	51.194,57	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02.09	EXECUÇÃO DE PAINEL/PROJSSOBIO	H	1.224,69	163.619,72	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02.10	LONGARINA/FER/UVISSE/DUPLO/CONTEND	KG	5.553,22	72.971,62	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02.11	EXECUÇÃO DE CARENAGEM/EMPREGO/PRÓTICO	HC	6.159,00	6.173,74	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.03.02.12	FRETE/TRANSPORTES	YB	1,00	4.571,63	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.04	ESTABILIZA												
01.04.01	CONCRETO/OPERA/PLANEJAMENTO/PLASTIFICADO (NP)	HC	52.940,00	2.713.245,19	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.04.02	CONFE/MAIS/ALGODÃO/PAPEL/ALGUEIR/LEITE DE COPO/ESPISSADOR	YB	1,00	52.131,12	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.04.03	CONTEDE/BOMBA/HORN/AR/ROTA/SH/MA/4B	KG	82.479,32	2.564.526,48	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.04.04	APLICAÇÃO DE MATERIAIS DE CUBA/QUÍMICA/EMPREGO/PRÓTICO	HC	29.277,75	52.248,46	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.04.05	CONCRETO/OP/SPH/IMP	YB	1.146,49	74.429,54	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.04.06	CONCRETO/OP/SPH/IMP/ABALHADO	HC	1.159,47	72.444,64	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.04.07	CONCRETO/OP/SPH/IMP/SOBROSATE/EPW	HC	3.401,20	13.610.255,27	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05	PAREDES/DIRIGORIAS												
01.05.01	CALENDARIO DIRIGORIAS	HC	25.310,70	1.159.421,22	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05.01.01	CALENDARIO/TURBO/415H/19	HC	8.879,94	44.423,40	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05.01.02	IMBACH/DIRIGORIAS	HC	8.750,55	24.217,52	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05.01.03	IMBACH/DIRIGORIAS/URBANA	HC	16.159,42	75.519,52	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05.01.04	IMBACH/DIRIGORIAS/URBANA	HC	16.159,42	75.519,52	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05.01.05	IMBACH/DIRIGORIAS/URBANA	HC	16.159,42	75.519,52	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05.01.06	IMBACH/DIRIGORIAS/URBANA	HC	16.159,42	75.519,52	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05.01.07	IMBACH/DIRIGORIAS/URBANA	HC	16.159,42	75.519,52	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05.01.08	GRUAS DE TERRA/USO/BRIGADEIRO	HC	162,25	7.592,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05.01.09	ELÉTRICO/PRADO/USO/CONCRETO/USO/USO/VERGALHEIRA	YB	2.065,13	19.152,40	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05.01.10	FERNVAL/PLACAR/554	HC	41.814,44	41.814,44	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00
01.05.01.11	LATHINGEAL	HC	2.629,29	53.523,51	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00	194.600,00

Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

Figura 14: Avanço Físico da obra de estudo

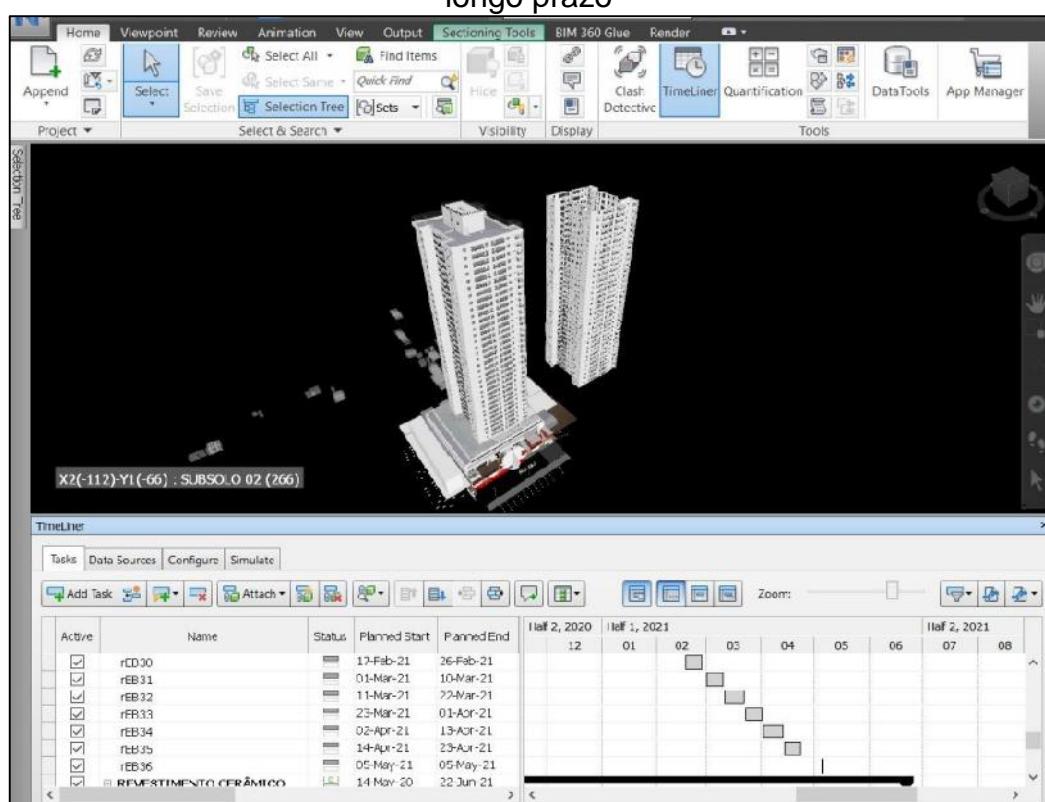
Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

No entanto, no âmbito do planejamento de longo prazo, a contribuição do BIM na obra de estudo influenciou a elaboração de apresentações em 3D no *Navisworks*, programa de gestão e compatibilização de projetos BIM, desenvolvido pela Autodesk. Este recurso é utilizado mensalmente nas reuniões de análise crítica, à diretoria, e, no caso da obra de estudo ela foi realizada desde o primeiro mês de execução. Durante essas reuniões são analisadas a evolução de cada obra durante o mês a partir, principalmente, dos indicadores físicos, econômicos e financeiros.

É importante ressaltar que, para que este recurso visual, em formato de uma animação, seja eficaz, é preciso que o acompanhamento do planejamento de curto prazo seja eficiente para que as datas previstas de cada serviço, no cronograma de longo prazo, elaborado no *Project*, sejam preenchidas corretamente, permitindo sua integração ao programa e, consequentemente, uma análise visual no nível gerencial da evolução da obra como um todo. E ainda, mesmo que represente uma análise mais generalizada das etapas executivas, permite que tomadas de decisões importantes, principalmente a médio prazo, sejam tomadas.

Além disso, este recurso também permite uma melhor visualização da obra no espaço, assim como sua evolução em relação ao tempo previsto. A Figura 15 ilustra a interface do programa *Navisworks* em determinado mês da obra de estudo onde é apresentada a evolução da construção em 3D com destaque para a execução das atividades de acordo com os prazos reais de cada uma desde o início da obra até a data vigente.

Figura 15:Interface do *Navisworks* – Vinculação e integração dos modelos de cada projeto do empreendimento junto as datas de início e término do cronograma de longo prazo



Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

A partir do planejamento de longo prazo da obra de estudo, mensalmente eram realizadas as reuniões de Planejamento de Médio Prazo (PMP) para discussão das principais aquisições e ações gerenciais que deveriam ser definidas, implantadas e solucionadas para o cumprimento do longo prazo. O cumprimento das metas estabelecidas no PMP são garantia das metas semanais estabelecidas no planejamento de curto prazo e, consequentemente, garantia do longo prazo.

Entende-se, portanto, que, sem a eliminação das restrições estabelecidas para cada atividade “macro” do cronograma de longo prazo, que contribui para a elaboração dos pacotes semanais de trabalho de uma obra, há grandes chances de fracasso nos cumprimentos dos prazos das atividades planejadas para cada período. No caso do PMP, as metas são estabelecidas para um horizonte de três meses que devem ser acompanhadas e controladas mensalmente, para que sejam eliminadas.

Neste nível de planejamento, o BIM não teve contribuição direta uma vez que as informações do PMP são descritas num formulário padrão da empresa, em planilha excel, conforme apresentado na Figura 16.

Figura 16: Interface do Navisworks – Vinculação e integração dos modelos de cada projeto do empreendimento junto as datas de início e término do cronograma de longo prazo

PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO							
Obra:	-	Data:	03/11/2020	Engenheiro:	-	Planejamento obra:	-
Período 01/11/2020 30/11/2021							
Participantes (nome e área de atuação):							
Presentes obrigatórios: (1) resp. planejamento; (2) coordenador da obra; (3) eng. residente; (4) resp. planejamento obra;							
Presentes recomendadas: (1) gerente de engenharia; (2) gerente de planejamento							
Checar se os documentos abaixo estão disponíveis para a reunião (marcar com X):							
<input checked="" type="checkbox"/> Cronograma de suprimentos atualizado		<input type="checkbox"/> Caderno de orçamentos		<input checked="" type="checkbox"/> Mídia prazo período anterior			
<input checked="" type="checkbox"/> Cronograma de barras trimestral		<input type="checkbox"/> Projetos de implantação		<input type="checkbox"/> Outros...			
Atividades		Data de início	Data de término	Restrições		Data limite	Status
CONTRATOS							
1	BANCADAS E SOLEIRAS	nov/20	jan/21	MATERIAIS	CONTRATAR EMPRESA PARA FABRICAÇÃO DAS SOLEIRAS E BANCADAS DA OBRA NEV WAY		27/11/2020
2	ESQUADRIA DE ALUMINIO	nov/20	jan/21	EQUIPAMENTOS	CONTRATAR EMPRESA PARA FABRICAÇÃO E MONTAGEM DAS ESQUADRIAS DE ALUMINIO DO EMPREENDIMENTO		16/11/2020
PROJETOS							
3	PROJETO DA SUBESTAÇÃO	nov/20	jan/21	PROJETO	APROVAR PROJETO DA SUBESTAÇÃO JUNTO A ENEL		30/11/2020
4	PERSONALIZADOS	nov/20	jan/21	PROJETO	RECEBER MEMORIAL ASSINADOS DOS APTOS 1405, 2102, 2205 E 2405		13/11/2020
EXECUÇÃO							
5	REFOÇO ESTRUTURAL - CIPLAN	nov/20	jan/21	SERVIÇOS	EXECUTAR REFORÇO DO PILAR P19 E P20, DO 10º PAVIMENTO		30/11/2020
6	ESTRUTURA - TORRE	nov/20	jan/21	SERVIÇOS	FINALIZAR A EXECUÇÃO DOS PAVIMENTOS TIPOS DA TORRE		19/11/2020
7	REFOÇO ESTRUTURAL - V16	nov/20	jan/21	SERVIÇOS	EXECUTAR REFORÇO DA VIGA V16 - 3º PAVIMENTO		30/11/2020
8	PISO DE CONCRETO ARMADO	nov/20	jan/21	SERVIÇOS	FINALIZAR EXECUÇÃO DO PISO DE CONCRETO ARMADO (SOMENTE BGS)		30/11/2020
9	HALL - 4º PAVIMENTO	nov/20	jan/21	SERVIÇOS	FINALIZAR SERVIÇOS DO HALL / CAMINHO DO CLIENTE		30/11/2020
SUPRIMENTOS							
10	FIAÇÃO - 4º AO 13º	nov/20	jan/21	MATERIAIS	RECEBER EM OBRA FIAÇÃO DO 4º AO 13º PAVIMENTO		30/11/2020
11	PISO CERÂMICO	nov/20	jan/21	MATERIAIS	RECEBER EM OBRA PISO ATÉ O 10º PAVIMENTO		10/12/2020
12	HIDROSANITARIO - 20º AO 36º	nov/20	jan/21	MATERIAIS	RECEBER EM OBRA MATERIAL HIDROSANITARIO DO 20º AO 36º		15/11/2020
13	ESQUADRIA DE ALUMINIO - SUBESTAÇÃO	nov/20	jan/21	MATERIAIS	RECEBER A P40, J34 E J35 EM OBRA		07/11/2020
NORMA DE DESEMPENHO							
14	FINALIZAR ITEM DE "LOCAÇÃO DA OBRA, FUNDAÇÃO E CONTENÇÃO"	nov/20	jan/21	SERVIÇOS	CONCLUIR ITEM NO CTE		30/11/2020

Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

Embora o BIM não tenha contribuído diretamente para este nível de planejamento, ele contribuiu indiretamente uma vez que para o sucesso no cumprimento do longo prazo, o médio deve ser muito bem estabelecido, elaborado e acompanhado, com bastante assertividade para que as restrições sejam removidas com eficiência e eficácia. Logo, a visualização da obra no espaço a partir das imagens em 3D nos programas *Navisworks* e *Revit*, utilizados pela construtora, também contribui para a identificação de restrições importantes que fazem parte das categorias

apresentadas e que já deveriam ter sido planejadas ou, até mesmo, solucionadas até a data vigente de análise.

Análise e acompanhamento do planejamento de curto prazo

Para a obra de estudo o BIM teve importante contribuição no nível do Planejamento de Curto Prazo (PCP), no qual são representados os pacotes de trabalhos planejados, semanalmente, para que as metas de cada serviço da obra sejam cumpridas garantindo os planejamentos mensais e, consequentemente, o longo prazo. Sabe-se também que, quando há falhas na execução das atividades previstas no PCP, provavelmente uma das causas imediatas é a não remoção de alguma restrição no PMP para aquele período específico.

Os projetos foram modelados seguindo as premissas corretas de execução de cada atividade da obra, permitindo a extração fiel de quantitativos, além de levantamentos ágeis e do acompanhamento físico das atividades como, por exemplo, estrutura, alvenaria, contrapiso, reboco, revestimentos, entre outros.

No caso do acompanhamento físico dos serviços para atualização do avanço físico da obra, as modelagens de cada projeto foram extraídas do modelo original do *Revit* antes do início de execução de cada um deles para que, nos relatórios semanais do PCP, fossem incluídos como uma forma de otimizar a apresentação das metas para a equipe e contribuir para um melhor entendimento. Sendo assim, as reuniões de Planejamento de Curto Prazo eram organizadas pelo engenheiro de planejamento da obra, semanalmente, com a participação do engenheiro de produção, estagiários, mestre de obra e encarregados.

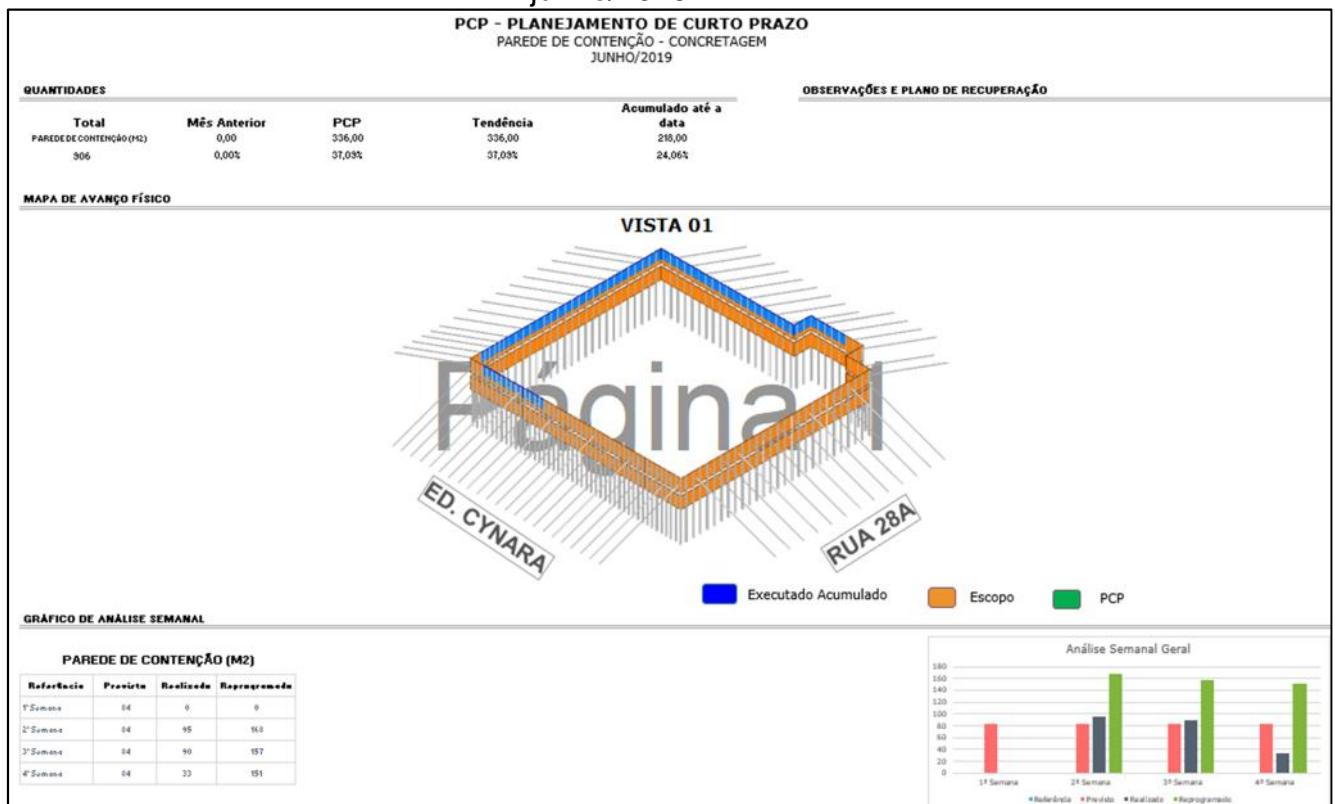
No entanto, antes das reuniões semanais, o engenheiro de planejamento atualizava o avanço físico da obra, até um dia antes da reunião, para verificar as metas cumpridas, permitindo o planejamento daquelas da próxima semana, assim como aquelas não cumpridas. Para estas, foi relatada a importância da realização de uma análise crítica das causas que levaram ao não cumprimento de metas para que fosse possível estabelecer planos de ataque e implantar novas ações, se necessário, para solucionar problemas, principalmente aqueles recorrentes.

É importante ressaltar que nas obras da empresa de estudo, embora seja responsabilidade do engenheiro de planejamento elaborar o PCP, semanalmente, antes da reunião com toda a equipe ele se reunia com o engenheiro de produção para avaliarem, juntos, se as metas estabelecidas estavam coerentes com a realidade da obra e, se haveria itens relevantes para serem priorizados ou, alterados.

É por isso que, para a definição dos pacotes de trabalho, a comunicação e integração entre o planejamento e a produção é imprescindível de modo que atenda não apenas os prazos necessários, mas, os projetos, qualidade, produtividade, logística e a segurança durante a execução das atividades.

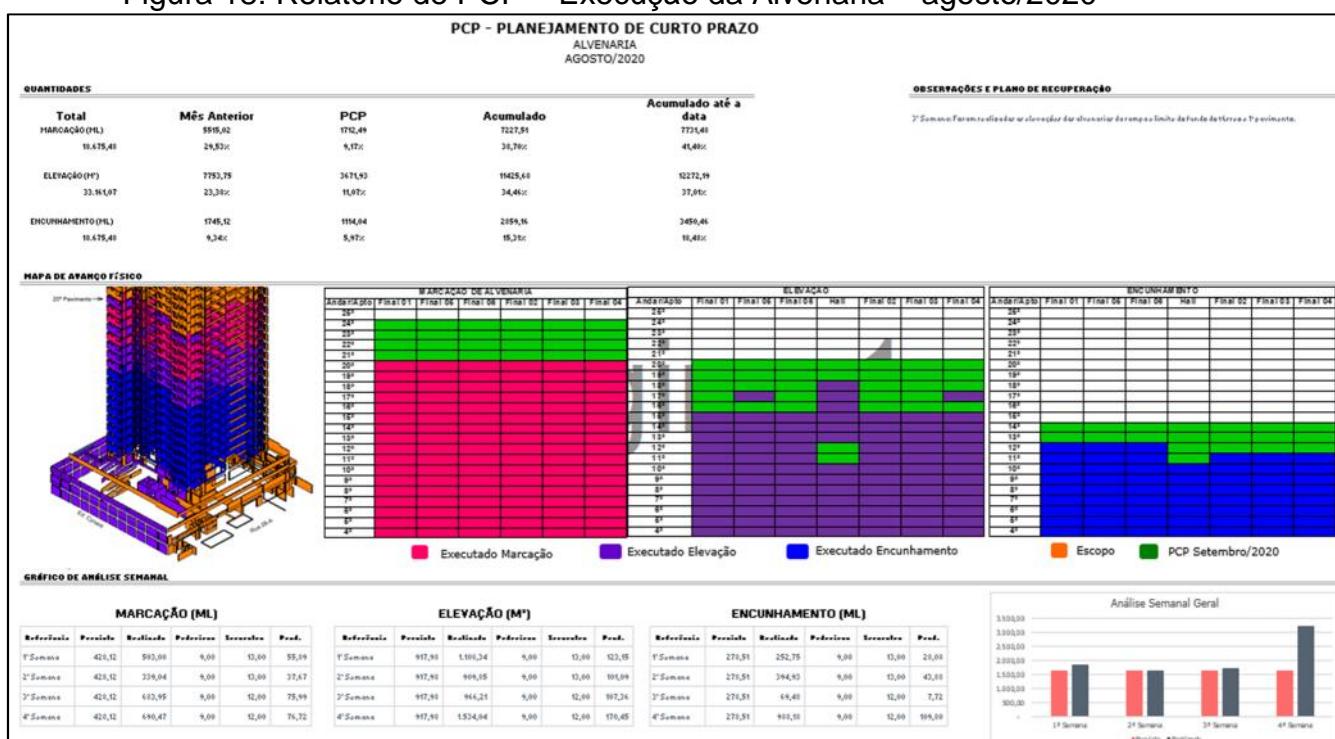
As Figuras 17 a 19, respectivamente, apresentam alguns relatórios semanais escolhidos do banco de dados da obra de estudo, do período de 2019 a 2021, para exemplificar o PCP com as metas estabelecidas e as imagens em 3D do *Revit* como representação de cada serviço.

Figura 17: Relatório de PCP – Serviço de Contenção (Etapa de Concretagem) – junho/2019



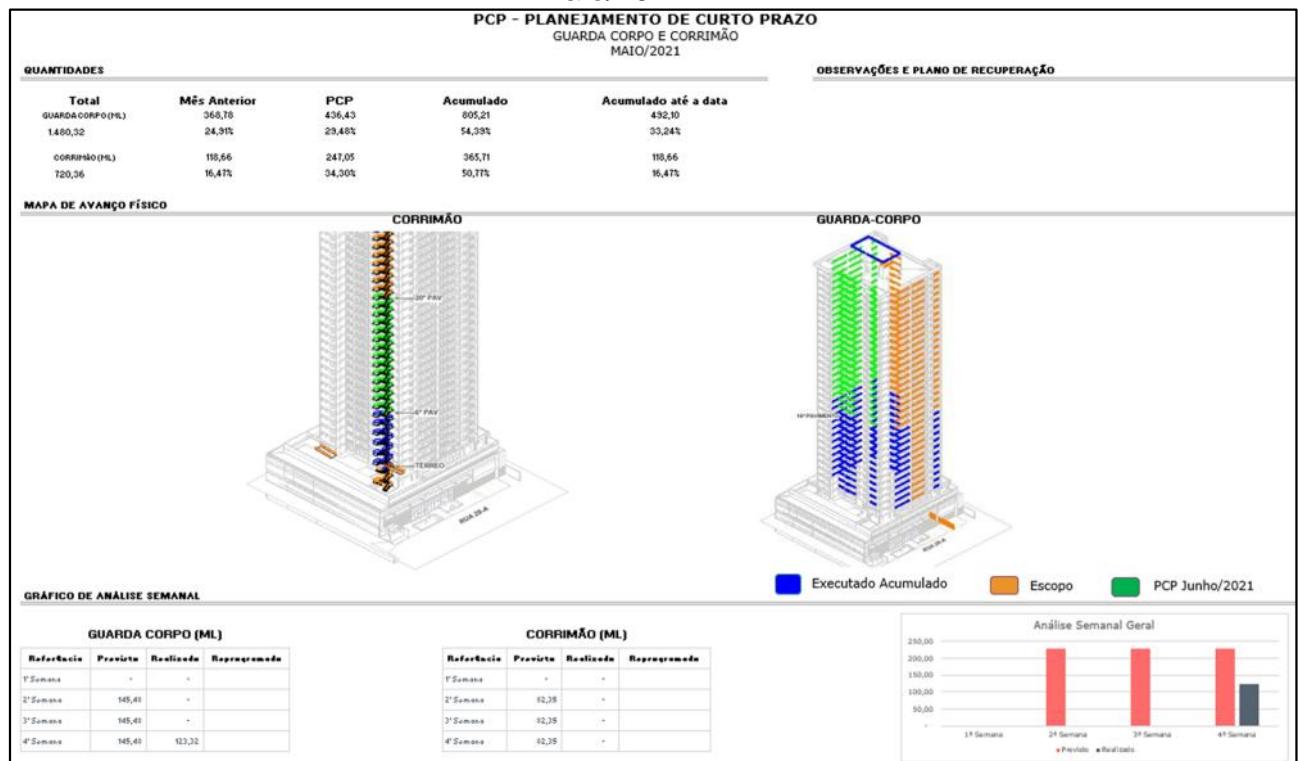
Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

Figura 18: Relatório de PCP – Execução da Alvenaria – agosto/2020



Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

Figura 19: Relatório de PCP – Execução de Serralheria (Corrimão e Guarda-corpo) – maio/2021



Fonte: Acervo da empresa do estudo (2024)

Observa-se que para cada serviço indicado nestes relatórios, no início de cada mês são estabelecidas as metas mensais por semana, deste modo, a cada nova revisão do PCP, semanalmente, elas são atualizadas para que as metas não cumpridas possam ser replanejadas para a semana seguinte ou, até mesmo, dependendo da causa do não cumprimento, para o próximo mês. Em outros casos, metas podem ser antecipadas permitindo que os serviços sucessores a determinada atividade seja antecipado ou que um novo plano de ataque seja estabelecido.

Nos relatórios apresentados, também é possível observar que as atividades planejadas são indicadas nas imagens em 3D a partir de cores que representam em qual meta cada uma delas estará considerada naquela semana.

Neste caso, os elementos marcados em “azul” representam tudo o que já foi executado, até aquela data, da atividade planejada. Em “laranja” são indicados os elementos que não foram executados ainda e que também, não estão previstos para aquele mês, mas que ainda deverão ser executados até que aquela atividade esteja totalmente concluída. E, em “verde”, são representados todos os ambientes e pavimentos em que está prevista a execução daquele serviço no próximo mês.

Na Figura 18 são apresentadas algumas cores extras na indicação das metas do serviço de alvenaria. Estas cores representam outra metodologia implantada pela obra para caracterizar cada etapa que compõe os serviços, ou seja, no caso da alvenaria as suas etapas foram divididas no modelo do Revit em marcação, elevação e encunhamento permitindo que fosse apresentado no relatório cada etapa daquele serviço para que as análises de cada etapa fossem previstas de maneira mais eficiente. O intuito era estabelecer, a partir destas definições, critérios de avanço físico que contribuissem para maior eficiência nas considerações de terminalidade dos serviços.

Além do acompanhamento físico da obra e, como complemento às reuniões de PCP, foi relatado que as imagens em 3D referentes aos serviços previstos para cada semana eram impressas em folha A3 e fixadas nas paredes da sala da engenharia para que todos tivessem acesso.

Além disso, estes mesmos relatórios, após a reunião, eram distribuídos para o mestre de obra e encarregados para o acompanhamento semanal. Durante este controle, a orientação era que caso fosse identificada alguma incompatibilidade de projeto que pudesse impactar no cumprimento das metas ou qualquer imprevisto de outras áreas que refletissem na execução, deveria ser reportado ao engenheiro de produção de imediato ao invés de apenas indicar na próxima reunião de PCP.

Deste modo, com um acompanhamento mais eficiente, haveria mais chances de replanejar as metas semanais ainda dentro da semana vigente com o intuito de manter a programação prevista.

DISCUSSÃO

Após análise do banco de dados da obra de estudo, identificou-se que a construtora já havia como premissa interna a implementação do planejamento e controle em cada obra da empresa, com um acompanhamento rigoroso por parte dos engenheiros responsáveis, a partir, principalmente, de indicadores de prazo e custo.

Isso contribuiu para que a implantação do BIM, neste âmbito, surgisse como um complemento aos processos tradicionais permitindo inovações nas ferramentas utilizadas com o intuito de tornar o acompanhamento das metas previstas mais otimizadas e mais eficientes. Identificou-se que, na realidade, o BIM proporcionou uma melhoria do “processo” e da “rotina” no que tange as ações operacionais que consistiam na elaboração das metas e no acompanhamento e controle.

Embora um dos principais objetivos da construtora fosse a otimização do processo de planejamento e controle já existente na empresa, identificou-se que para o sucesso efetivo da implantação do BIM foi imprescindível que, além do apoio da diretoria e investimento em computadores e programas computacionais necessários, foi fundamental que toda a equipe envolvida na implementação estivesse disposta a se adequar às inovações propostas por esta tecnologia.

No entanto, observou-se como um desafio, principalmente durante a participação de reuniões de planejamento de curto prazo e, em diálogos com os engenheiros de planejamento e de produção da obra, manter uma equipe exclusiva para gerenciar o método desenvolvido a partir da implementação do BIM na rotina da obra.

Isto se justifica pois, embora o conceito e base para desenvolvimento das metas semanais do planejamento de curto prazo fossem os mesmos, durante a atualização do acompanhamento físico da obra nos modelos de cada atividade no Revit, em alguns casos, os arquivos demoravam para abrir além de acontecer de travarem bastante.

Além disso, após acessar cada disciplina necessária para o acompanhamento físico, constantemente identificavam-se incompatibilizações entre os projetos e essas atualizações e ajustes em cada modelo do Revit levava tempo e, em alguns casos, não poderiam ser realizados sem permissão dos projetistas. Porém, caso essas atualizações não ocorressem de imediato, os levantamentos e, consequentemente, as medições das equipes (próprias e terceirizadas) não poderiam ser realizadas a partir dos modelos em 3D.

Ainda, como as imagens de cada serviço em execução eram extraídas dos modelos no *Revit* para também elaboração dos relatórios semanais de curto prazo, se houvesse necessidade de alguma atualização no projeto até então não realizada, as imagens serviam apenas como ilustração para melhor entendimento da equipe e compreensão de forma mais efetiva das metas semanais.

Observou-se, portanto, que a contribuição do BIM para o âmbito do planejamento de obras foi positivo no que tange, principalmente, à contribuição visual e sistematizada do empreendimento em construção, assim como a facilidade de identificação de possíveis gargalos contribuindo para a antecipação de ações.

Mas, no que se refere às contribuições relacionadas ao controle, como os levantamentos de quantitativos para otimização dos processos de pedidos de materiais, acompanhamento de produtividade das atividades, realização dos relatórios de medições para pagamento dos terceirizados, assim como a realização do avanço físico dos serviços diretamente nos modelos, a contribuição do BIM foi mais desafiadora.

É fato que, durante as reuniões de PCP, além das discussões estruturadas e, embora pareça uma simples contribuição, tudo o que se refere a possibilidades de melhor visualização dos projetos e suas etapas permite um impacto positivo a toda equipe da obra, de acordo com as experiências apresentadas pelos gestores da construtora de estudo. A importância de um documento físico, seja um simples papel ou um documento mais elaborado, é necessário para que a equipe possa acompanhar, diariamente, as metas estabelecidas durante as reuniões de curto prazo.

Contudo, entende-se que independentemente da ferramenta utilizada pelas empresas, na construção civil, para o acompanhamento e controle do planejamento das obras, ele deve ser, acima de tudo, simples, objetivo e eficiente. Logo, inovações serão sempre contribuições que tendem a elevar processos já existentes e possivelmente, mais operacionais, em etapas mais otimizadas. Porém, sem acompanhamento constante e rigoroso das metas previstas, sejam semanais, mensais, trimestrais e a longo prazo pela equipe de gestão, nenhuma tecnologia conseguirá substituir ou solucionar os desafios atuais de atrasos de obras.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa buscou avaliar o emprego do BIM como parte do sistema de planejamento e controle já implantado na empresa do estudo a partir do levantamento e análise do banco de dados disponibilizados pela construtora e, posteriormente, a partir da identificação das contribuições desta implementação.

No nível de compatibilização e gestão de projetos a contribuição do BIM é evidente, principalmente no que diz respeito à possibilidade de análise das disciplinas não apenas em 3D mas, a partir da definição de parâmetros que permitem a visualização do empreendimento no espaço de modo que estejam mais integrados à realidade.

No entanto, ficou claro que para a possibilidade de desenvolvimento desta tecnologia no nível gerencial, com foco no estudo do prazo de obras, é fundamental que os projetos estejam de fato em BIM, isto é, que sejam desenvolvidos em 3D com a consideração das parametrizações necessárias para que cada atividade dos projetos esteja modelada conforme as etapas de execução de cada serviço.

Contudo, acredita-se que a maior contribuição do BIM diante ao que foi proposto pela construtora de estudo foi, de fato, a nível do planejamento de curto prazo, permitindo com que, durante as reuniões semanais para verificação e validação

das metas previamente estabelecidas, as análises fossem realizadas a partir de um estudo mais rápido e direto a partir das imagens em 3D já vinculadas a cada serviço previsto.

Este acompanhamento também permitiu com que a equipe de gestão identificasse a contribuição significativa e o impacto dos projetos no planejamento da obra e como estes impactos contribuíram para uma análise mais eficaz de pontos críticos na gestão do prazo.

É importante destacar que apesar dos benefícios do BIM, o uso das ferramentas tradicionais como o *Excel* e o *Project* não deixaram de existir no método implantado pela construtora, sendo o primeiro como base para os relatórios do PCP e, o segundo, como base para elaboração dos vídeos de acompanhamento da obra, mensalmente, no programa *Navisworks*.

Apesar disso, no final, conclui-se que para que todos esses programas possam ser preenchidos corretamente assim como controlados com a constância necessária para que gerem resultados, é preciso ter disciplina para que o acompanhamento seja eficaz.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, S.; TAGHIZADE, K.; NOORZAI, E. BIM-Based Combination of Takt Time and Discrete Event Simulation for Implementing Just in Time in Construction Scheduling under Constraints. **Journal of construction engineering and management**, v. 146, n.12, p. 1-15, 2020.
- AHMADI, P. F; ARASHPOUR, M. An Analysis of 4D-BIM Construction Planning: Advantages, Risks and Challenges. In: 37th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION, 2020, Kitakyushu, Japan.
- BASIR, W. N. F. W. A.; UJANG, U.; MAJID, Z. Adaptation 4D and 5D BIM for BIM/GIS data integration in construction project management. **Proceedings... Malaysia: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 2023. v. 1274, n. 1.
- BIOTTO, C. N; FORMOSO, C. T; ISATTO, E. L. Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção, **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 65-77, 2015.
- BRITO, D. M.; FERREIRA, E. A. M. Avaliação de estratégia para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando o BIM 4D, **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, 2015.
- BTOUSH, M.; HARUN, A. T. Minimizing delays in the Jordanian construction industry by adopting BIM technology. In: Global Congress on Construction, 2017, Johor Bahru, Malaysia. **Proceedings... Malaysia: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 2017. v. 271, p. 1-8.
- CHOU, H. Y.; YANG, J. B. Preliminary Evaluation of BIM-based Approaches for Schedule Delay Analysis. In: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, 2017. **Proceedings...2017**. v. 245, n. 6, p. 1-18.
- CIRIBINI, A. L. C.; VENTURA, A. M.; PANERONI, M. Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project. **Automation Construction**, v. 71, p. 62-73, 2016.
- DASHTI, M. S.; REZAZADEH, M.; KHANZADI, M.; TAGHADDOS, H. Integrated BIM-based simulation for automated time-space conflict management in construction projects. **Automation in Construction**, v. 132, p. 1-20, 2021.
- DATTA, S. D.; SOBUZ, M. H. R.; MIM, N. J.; NATH, A. D. Investigation on the effectiveness of using building information modeling (BIM) tools in project management: a case study. **Revista de la Construcción**, v. 22, n. 2, p. 306-320, 2023.

- EL-HABASHY, S.; ALQAHTANI, F. K.; MEKAWY, M.; SHERIF, M.; BADAWY, M. Identification of 4D-BIM Barriers in Offshore Construction Projects Using Fuzzy Structural Equation Modeling. **Buildings**, v. 13, n. 6, 2023.
- FARIA, D. R. G.; BARROS, M. M. S. B.; SANTOS, E. T. Proposição de um protocolo para contratação de projetos em BIM para o mercado da construção civil nacional. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2016, São Paulo. **Anais...São Paulo**, 2016. v. 16, p. 4774-4784.
- GLEDSOM, B. Investigating the diffusion of 4D BIM Innovation. In: 31st ANNUAL ARCOM CONFERENCE, 2015. **Proceedings...2015**. p. 641-650.
- GOMES, V. S.; PHILLIPSEN JR, L.; WEBER, A. D. O. S.; WEBER, I. Aplicação do BIM para gerenciamento de projetos de edifício residencial multifamiliar: estudo de caso. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2020, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Anais...Porto Alegre**, 2020. v. 18, n. 1, p. 1-8.
- HADAVI, P.; TAVAKOLAN, M. 4D Modeling and BIM-Based Project Planning Using Constraint-Based Simulation for Implementation in Iran Considering an Actual Case Study. In: Construction Research Congress, 2018, Nova Orleans, Louisiana. **Proceedings...Nova Orleans**: Construction Research Council and Construction Institute of ASCE, 2018. p. 542-551.
- HADZAMAN, N. A. H.; TAKIM, R.; FADHIL, A. H. N. M. An Exploratory study: building information modelling execution plan (BEP) procedure in mega construction projects. **Malaysian Construction Research Journal**, v. 18, n. 1, p. 29-40, 2016.
- HEIGERMOSEN, D.; SOTO, B. G.; ABBOTT, E. L. S.; CHUA, D. K. H. BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management. **Automation in Construction**, v. 104, p. 246-254, 2019.
- HOSNY, A.; NIK-BAKHT, M.; MOSELHI, O. Workspace planning in construction: non-deterministic factors. **Automation in Construction**, v. 116, p. 103222, 2020.
- HUSIN, A. E. Time Performance Upgrade by Critical Chain Project Management and BIM 4D Integration on Top Structural Work of a Higt Rise Building Construction Project. **ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 14, n. 17, p. 3063-3072, 2019.
- KIM, H.; ANDERSON, K.; LEE, S.; HILDRETH, J. Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM (building information modeling) technology. **Automation in Construction**, v. 35, p. 285-295, 2013.
- MACIEL, M.; OLIVEIRA, F.; SANTOS, D. O uso de tecnologias BIM e quais os tipos de perdas no processo de elaboração de projetos em escritórios de arquitetura em Aracaju, Sergipe. In: IV ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2013, Campinas, São Paulo. **Anais...Campinas**, 2013. 13p.
- MARIANI, M. A.; BIANCHI, P. C.; WRIGHT, R.; SANTOS, E. T. O impacto do BIM: estudo de caso em edifício residencial. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2016, São Paulo. **Anais...São Paulo**, 2016. p. 4889-4909.
- MATTA, G.; HERRERA, R. F.; BALADRÓN, C.; GIMÉNEZ, Z.; ALARCÓN, L. F. Using BIM-Based sheets as a visual management tool for on-site instructions: A case study. In: 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Evolving Lean Construction Towards Mature Production Management Across Cultures and Frontiers, Chennai, India. **Proceedings...Chennai**, 2018. p. 144-154.

- NAWAZ, A.; SU, X.; NASIR, I. M. BIM Adoption and Its Impact on Planning and Scheduling Influencing Mega Plan Projects- (CPEC-) Quantitative Approach. **Complexity**, v. 2021, p. 1-9, 2021.
- NGUYEN, T. A.; NGUYEN, T. A.; TRAN, T. V. Building Information Modeling (BIM) for Construction Project Schedule Management: A Review. **Engineering, Technology & Applied Science Research**, v.14, N. 2, p. 13133-13142, 2024.
- REHMAN, M. S. U.; THAHEEM, M. J.; NASIR, A. R.; KHAN, K. I. A. Project schedule risk management through building information modelling. **International Journal of Construction Management**. p. 1-11, 2020.
- SACKS, R.; GUREVICH, U.; SHRESTHA, P. A review of building information modeling protocols, guides and standards for large construction clients. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 21, n. 29, p. 479-503, 2016.
- SCHEER, S.; MENDES, JR, R.; CAMPESTRINI, T. F.; GARRIDO, M. C. On-site BIM model use to integrate 4D/5D activities and construction works: a case study on a Brazilian low income housing enterprise. **Computing in Civil and Building Engineering**, p. 455-462, 2014.
- TIRUNAGARI, H. V.; KONE, V. Simulation of Construction Sequence using BIM 4d Techniques. **International Journal of Recent Technology and Engineering**; v. 7, p. 877-881, 2019.
- UMAR, U. A.; SHAFIQ, N.; MALAKAHMAD, A.; NURUDIN, M. F.; KHAMIDI, M. F.; FARHAN, S. A.; GARDEZI, S. S. S. 4D BIM application in AEC industry: Impact on integrated project delivery. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**, v. 10, n. 5, p. 547-552, 2015.
- USTINOVICIUS, L.; PUZINAS, A.; STARYNINA, J.; VAIŠNORAS, M.; ERNIAVSKAJA, O.; KONTRIMOVIĆIUS, R. Challenges of BIM technology application in project planning. **Engineering Management**, v. 10, n. 2, p. 15-28, 2018.
- VARGAS, F. B.; BATAGLIN, F. S.; FORMOSO, C. T. Guidelines to develop a BIM model focused on construction planning and control. In: 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Evolving Lean Construction Towards Mature Production Management Across Cultures and Frontiers, Chennai, India. **Proceedings...**Chennai, 2018. p. 744-753.
- YANG, Z.; LI, X. Collaborative Construction Schedule and Management Based on BIM Theory. In: ICCREM 2015: Environment and the sustainable building, 2015, Lulea, Suécia. **Proceedings...** Lulea, 2015. p. 215-221.