

PROJETO DE CANTEIRO DE OBRAS COM O AUXÍLIO DE FERRAMENTAS BIM

Construction Site Design Supported by BIM Models

Carolina Ferrari Costa
Universidade Federal da Bahia | Salvador, BA | carolinaferrari@live.com

Emerson de Andrade Marques Ferreira
Universidade Federal da Bahia | Salvador, BA | ferreira.eam@gmail.com

RESUMO

O projeto de canteiro de obras foi, e por vezes continua a ser, um ponto bastante negligenciado pelo setor da construção civil. Entretanto, o aumento da competitividade e exigências do mercado, alinhado com o avanço da tecnologia, fez com que muitas empresas passassem a estudar e investir mais no desenvolvimento de tais projetos, buscando obter um melhor desempenho dentro do canteiro através da elaboração de um layout adequado e da análise mais detalhada dos fluxos de atividades, entre outros aspectos. Este trabalho apresenta o processo de estudo e elaboração de proposta para um projeto de canteiro de obras de um empreendimento residencial de alto padrão que será executado na cidade de Salvador, Bahia. Além do desenvolvimento do projeto de canteiro propriamente dito, um dos principais objetivos desse trabalho é avaliar o potencial de melhoria que as ferramentas de modelagem e simulação podem agregar a esse processo. Os modelos e simulações foram criados utilizando os softwares Revit e Navisworks, respectivamente, tendo como resultado a apresentação de propostas para o projeto de canteiro em estudo em modelos BIM e a avaliação e análise das ferramentas e métodos utilizados.

Palavras-chave: BIM; Canteiro de Obras; Simulação.

ABSTRACT

The construction site design was, and sometimes remains, a largely neglected point in the construction industry. However, the increase in competitiveness and market requirements, aligned with technology advancement, has led many companies to study and invest more in the development of such projects, seeking to achieve better performance within the site by a more detailed analysis of activity flows and the development of a suitable layout, among other aspects. This research presents the process of study and elaboration of a construction site proposal for a high standard residential project that will be executed in the city of Salvador, Bahia. In addition to the development of the project site itself, one of the main goals of this study is to evaluate the potential for improvement that the modeling and simulation tools can add to this process. The models and simulations were created using the software Revit and Navisworks, respectively, resulting in the presentation of the construction site design proposal in BIM models and the evaluation and analysis of the tools and methods used.

Keywords: BIM; Construction Site; Simulations.

1 INTRODUÇÃO

O planejamento do canteiro é um dos pontos mais negligenciados dentro dos projetos de edificações, tendo como consequência canteiros que são insuficientes em termos de organização e segurança, além de não serem produtivos ou funcionais (MAIA e SOUZA, 2003; SAURIN e FORMOSO, 2006). Entretanto, a intensificação da competitividade, a globalização dos mercados, a demanda por bens mais modernos, a limitação de recursos financeiros, o surgimento de novas tecnologias e a maior exigência do mercado consumidor, das normas reguladoras e dos sistemas de qualidade incentivaram as empresas a repensarem seus sistemas de produção e a organização dos seus canteiros de obras(MATTOS, 2010; FERREIRA e FRANCO, 1998). Neste cenário de transformações, o BIM (*Building Information Modeling*) vem se consolidando cada vez mais, oferecendo, através da criação de modelos inteligentes e simulações, projetos mais precisos e detalhados, redução de retrabalhos e incompatibilidades e, de modo geral, a otimização da produtividade, transparência e desempenho dos empreendimentos em suas diversas fases, incluindo a etapa de projeto, implantação e logística de canteiro. Este trabalho tem como principal objetivo avaliar o processo de projeto de um canteiro de obras com o auxílio de ferramentas BIM.

COSTA, C.F; FERREIRA, E.A.M. Projeto de Canteiro de Obras com o Auxílio de Ferramentas BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. **Anais[...].** Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/120

1.1 Projeto de canteiro de obras

O projeto de canteiro de obras, para Ferreira e Franco (1998), pode ser definido como "o serviço integrante do processo de construção responsável pela definição do tamanho, forma e localização das áreas de trabalho, fixas e temporárias, e das vias de circulação necessárias ao desenvolvimento das operações de apoio e execução, durante cada fase da obra, de forma integrada e evolutiva, de acordo com o projeto de produção do empreendimento, oferecendo condições de segurança, saúde e motivação aos trabalhadores, e execução racionalizada dos serviços".

O principal objetivo de um projeto de canteiro é obter um melhor aproveitamento do espaço físico disponível, permitindo que pessoas e equipamentos trabalhem com segurança e eficiência, reduzindo riscos, tempo de execução e consequentemente custos. A ausência de planejamento pode gerar problemas como interferências nos fluxos de serviço e interrupções desnecessárias, dificuldades na carga e descarga de materiais, gargalos de produção e ociosidade. (MATTOS, 2015).

1.2 Modelagem da informação da construção (bim)

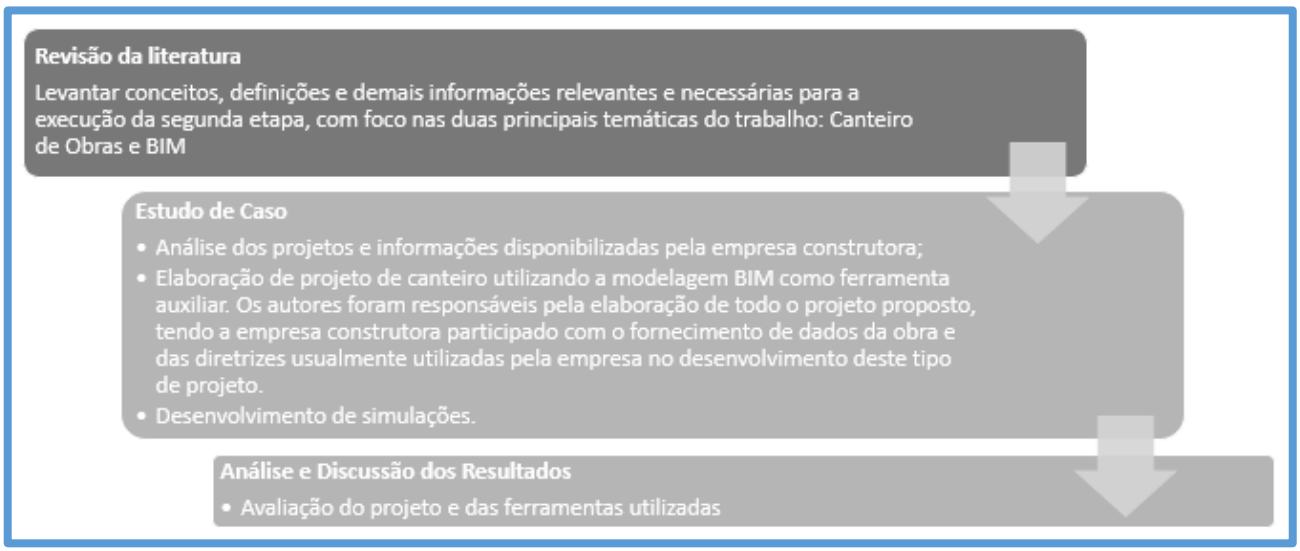
Mais do que um *software* ou um modelo tridimensional, o BIM é uma filosofia de trabalho que integra Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). Pode ser utilizado para elaboração de modelos virtuais precisos, com capacidade de gerar bases de dados contendo tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético, previsão das fases da construção, dentre outras atividades (MENEZES, 2011).

A elaboração e avaliação de *layouts* e o desenvolvimento de simulações são dois dos temas mais abordados nos trabalhos que apresentam a utilização do BIM em canteiros. A natureza gráfica da ferramenta possibilita, de forma mais clara e prática, um planejamento mais preciso no que diz respeito ao uso de áreas, e melhora tanto a gestão de riscos como a comunicação, sendo as informações oferecidas pelo mesmo capazes de atender diferentes propósitos. Um modelo eficiente deve apresentar, além das construções futuras, todas as rotas, vias de acesso e infraestrutura, fixa ou temporária, que possam vir a afetar o projeto. A utilização de simulações oferece uma visão mais dinâmica e eficiente do canteiro, permitindo a visualização prévia e discussão dos prováveis cenários nas diferentes fases da execução, evitando que possíveis conflitos entre rotas ou fluxos de trabalho cheguem à campo, representando uma economia de tempo e custo (ZOLFAGHARIAN e IRIZARRY, 2014).

2 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho pode ser dividida em três etapas: Revisão da Literatura, Estudo de Caso e Análise e Discussão dos Resultados, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Delineamento da pesquisa

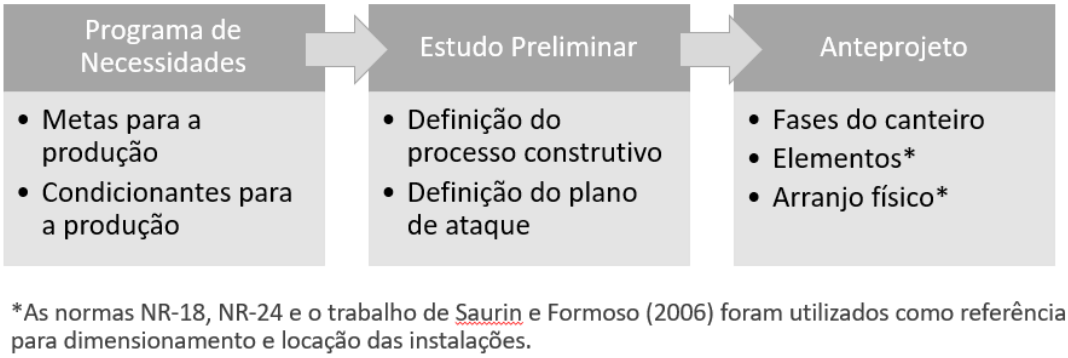


Fonte: Autores.

2.1 Estudo de caso

Para o desenvolvimento do projeto de canteiro foi utilizada a metodologia de Ferreira (1998), sendo realizadas as etapas de Programa de Necessidades, Estudo Preliminar e Anteprojeto (Figura 2).

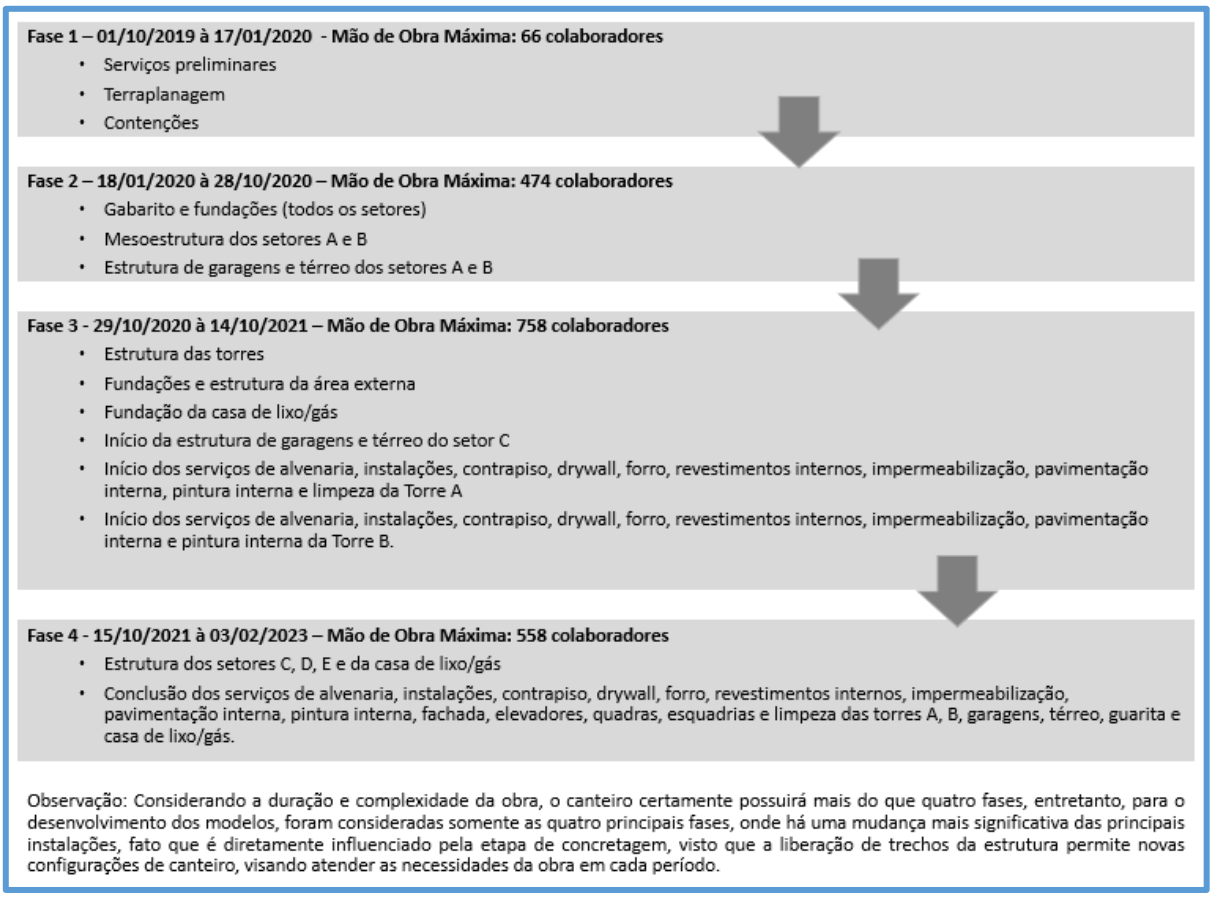
Figura 2: Etapas do Estudo de Caso



Fonte: Autores.

Considerando as grandes restrições do terreno em estudo e as metas estabelecidas pela empresa, foi proposto um plano de ataque que visava possibilitar uma melhor organização do canteiro e logística da obra, especialmente nas etapas de fundação e concretagem das garagens, devido a limitação de espaços para alocação das instalações e acessos. Para uma melhor análise do processo construtivo, a empresa construtora trabalhou com a divisão da obra em setores: A, B, C, D e E. O projeto de canteiro proposto possui quatro fases, sendo o mês crítico de cada uma utilizado como base para dimensionamento e alocação das instalações (Figura 3).

Figura 3: Fases do Canteiro



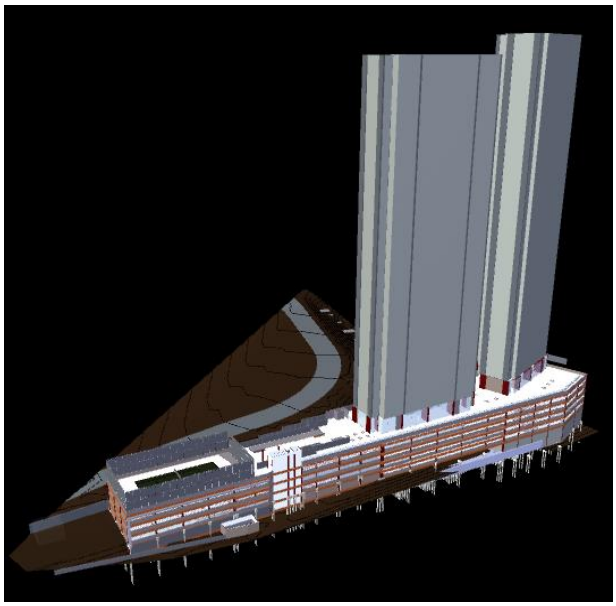
Fonte: Autores.

2.2 Processo de criação dos modelos e simulações

Os modelos BIM foram utilizados nas etapas de Estudo Preliminar, para simular o plano de ataque, e Anteprojeto, para definição do layout e simulação do canteiro durante todo o processo construtivo. Para a modelagem e simulações foram utilizados os softwares Revit e Navisworks, respectivamente, com o apoio de ferramentas de planejamento (MsProject e Excel).

Foram utilizados cinco modelos base, representando o terreno original, terraplanagem, fundações com blocos de concreto, garagens e torres, que foram posteriormente compilados em um modelo único, conforme Figura 4. A construtora havia fornecido modelos detalhados das garagens e torres, entretanto, para a simulação do projeto de canteiro, trabalhou-se com versões simplificadas. Considerando que o objetivo do trabalho é obter uma melhor noção espacial e temporal dos elementos no canteiro dentro da obra, visando deixar o arquivo menos carregado, todos os elementos foram modelados de maneira genérica, onde somente as características geométricas e de localização são representadas de forma acurada.

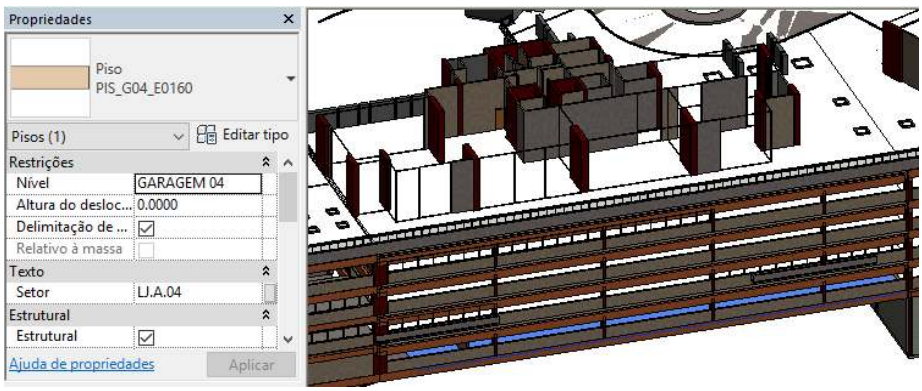
Figura 4: Modelo do empreendimento



Fonte: Autores.

Visando facilitar a criação de simulações no Navisworks, foram adicionados, em todos os elementos do modelo através de um parâmetro compartilhado chamado “Setor”, uma codificação que identificava o elemento no processo construtivo, conforme Figura 5. Este mesmo código está presente no cronograma, identificando cada atividade, possibilitando associar, de forma automática, elementos do modelo e itens do cronograma com mesmo código, agilizando o processo de criação dos *sets* e simulações no Navisworks.

Figura 5: Codificação de elementos no Revit



Fonte: Autores.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

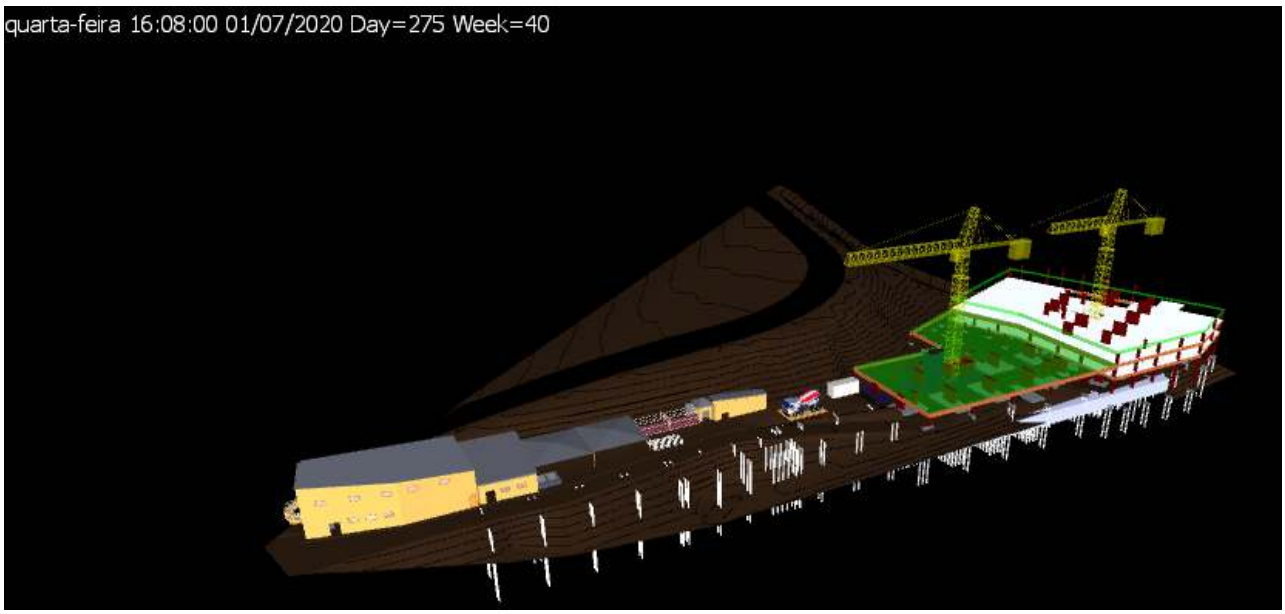
Foi desenvolvido o modelo de canteiro para cada uma das fases, conforme ilustrado nas Figuras 6, 7, 8 e 9. Foram atribuídas diferentes cores para as atividades em execução representadas, de forma a tornar mais clara e prática e interpretação do processo construtivo apresentado na simulação.

Figura 6: Canteiro - Fase 01



Fonte: Autores.

Figura 7: Canteiro - Fase 02



Fonte: Autores.

Figura 8: Canteiro - Fase 03



Fonte: Autores.

Figura 9: Canteiro - Fase 04



Fonte: Autores

A análise dos resultados deste trabalho pode ser dividida em dois pontos: avaliação da proposta de canteiro e avaliação do uso de ferramentas de modelagem. Em teoria e dentro das simulações, o projeto de canteiro proposto é viável, considerando uma boa organização das frentes de trabalho. Entretanto, para melhor análise de viabilidade, seria necessário realizar, junto à construtora, um estudo mais aprofundado do processo construtivo e produtividade das equipes.

Sobre a modelagem, é possível atestar a grande utilidade dos modelos virtuais para desenvolvimento de projetos de canteiro. A visualização tridimensional permite uma melhor noção de espaços, o que é uma ferramenta muito interessante, especialmente para a etapa de criação do *layout*. Já as simulações conseguem representar de forma mais dinâmica o plano de ataque idealizado, permitindo identificar possíveis interferências ou pontos de atenção, além de permitir a visualização da disposição do canteiro à medida que a obra avança.

Foram observados alguns pontos que merecem atenção ao se utilizar ferramentas BIM para desenvolvimento de projetos de canteiro:

- O grau de detalhamento dos modelos depende da sua finalidade. A utilização de modelos simplificados é justificada quando o processo construtivo, o canteiro e seus fluxos são analisados de forma geral, e o propósito é somente identificar e localizar os elementos e serviços que estão sendo realizados na obra. Caso o objetivo fosse analisar de forma mais detalhada o processo de alvenaria, por exemplo, seria mais adequado utilizar modelos mais completos.
- Utilizando diferentes vistas 3D, todas as fases do canteiro podem ser modeladas em um mesmo arquivo. Verificou-se, entretanto, que é mais vantajoso trabalhar com arquivos separados para cada fase, visto que a grande quantidade de elementos em um mesmo arquivo pode confundir e atrapalhar quem está realizando o projeto, mesmo com a utilização de diferentes vistas, o que também exigiria um trabalho extra de organização.
- Para representar as instalações, é interessante trabalhar com famílias padronizadas e parametrizadas, sendo necessário editar somente suas dimensões. Porém, para casos onde as instalações necessárias sejam muito específicas, é recomendando que se trabalhe com a criação de grupos. O elemento é modelado da forma desejada e, em seguida, agrupado em um único componente. Entretanto, os códigos de identificação do elemento, para facilitar a criação de sets, deverão estar presentes em todos os elementos do grupo, visto que o NavisWorks não identifica o código atrelado ao grupo.
- Para criar movimento em um elemento, como um caminhão, é necessário utilizar a ferramenta de animações. O processo de criação de animações no NavisWorks, entretanto, é lento, visto que é necessário configurar manualmente o movimento desejado para cada elemento, e o tempo em que ele realizará tal atividade. Logo, visando otimizar tempo e considerando que o produto não será utilizado somente para fins visuais, sugere-se que a criação de animações seja feita somente em situações onde existam atividades simultâneas ocorrendo em uma mesma área, de modo a auxiliar no planejamento das frentes de trabalho e dos fluxos de materiais e pessoas.
- A automatização do processo de criação de sets no NavisWorks é essencial, especialmente em grandes projetos. O ideal é que exista previamente definido um sistema de codificação padrão que possa ser aplicado no *template* do Revit, facilitando assim a tarefa de codificar os elementos do modelo. Esse código estaria sempre presente no cronograma, sendo o NavisWorks responsável por alinhar tais arquivos e exibir a simulação. Este processo é discutido por Ferreira et al (2017) e Rocha Rosa (2017) em seus trabalhos.
- A representação das atividades com diferentes cores na simulação apresentou resultado bastante positivo. Para projetos de canteiro, as cores podem ser utilizadas para classificação do status e localização de elementos do empreendimento e para facilitar a identificação de serviços.

4 CONCLUSÃO

O BIM representa uma excelente ferramenta de apoio para o desenvolvimento de projetos de canteiro, tendo os modelos desenvolvidos neste trabalho um papel fundamental para a definição da proposta apresentada. Visando tornar a utilização de tais recursos mais prática e dinâmica, entretanto, é necessário que exista uma padronização nos processos de criação de modelos, famílias e possíveis códigos a serem utilizados. Para trabalhos futuros, sugere-se a criação de um *template* específico para o desenvolvimento de projetos de canteiro no Revit, contendo famílias parametrizadas dos principais elementos utilizados nos canteiros brasileiros, e configurado de forma a tornar mais eficaz a associação com o Navisworks,

REFERÊNCIAS

FERREIRA, E. A. M. **Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios**. 338f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1998.

FERREIRA, E. A. M.; COSTA, C. F.; ROSA, L. J. R.; PASSOS, C. S. O.; PINTO, R. L. M. **Criação Automática de EAP em BIM a partir de programação visual computacional**. In: SIBRAGEC-SBTIC. Fortaleza, 2017. I Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção e 10º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Porto Alegre. ANTAC, 2017.

FERREIRA, E.A.M; FRANCO, L.S. **Proposta de uma metodologia para um projeto de canteiro de obras**. In: Congresso Latino Americano: Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, São Paulo, 3-6/nov. 1998.

MAIA, A.C; SOUZA, U.E.L**. Método para conceber o arranjo físico dos elementos dos canteiros de obras de edifícios: fase criativa**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003. 26p.

MATTOS, A.D. **Planejamento e controle de obras**. Editora Pini. São Paulo, 2010.

MATTOS, A. D. **A importância do arranjo do canteiro**. PINI, 2015. Disponivel em: <http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/a-importancia-do-arranjo-do-canteiro-344836-1.aspx>. Acesso em: Agosto 2018.

MENEZES, G. L. B. B. **Breve Histórico de implantação da plataforma BIM**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo. 21º sem. de 2011, Vol. 18, 22, pp. 153171.

ROCHA ROSA, L. J. **Proposta de estrutura analítica de projeto com uso de BIM para auxílio ao planejamento e orçamento em construtora de médio porte**. 135p. 2017. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos**. Porto Alegre: ANTAC, v. 3, 2006.

ZOLFAGHARIAN, S; IRIZARRY, J. **Current Trends in Construction Site Layout Planning**. Construction Research Congress – ASCE. 2014