Fluxograma para projetos BIM 4D: experimentação e proposta de aprimoramento em um grupo de pesquisa em Natal, Brasil

https://doi.org/10.21814/uminho.ed.32.7

Daniel de Oliveira[1], **Leo Azevedo**[2], **Josyanne Giesta**[3], **Alfredo Costa Neto**[4]

[1] *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal,* https://orcid.org/0000-0002-0160-9008

[2] *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal,* https://orcid.org/0000-0003-2520-2728

[3] *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal,* https://orcid.org/0000-0002-0596-3821

[4] *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal,* https://orcid.org//0000-0002-3967-6855

Resumo

O *Building Information Modeling* (BIM) é uma metodologia em ascensão no mercado da construção civil no mundo e no Brasil. No entanto, diante de sua complexidade, torna-se necessário a criação de fluxos de trabalho que orientem os profissionais da área para um projeto eficiente e completo, a fim de que esta metodologia se dissemine. Sendo assim, o Grupo de Estudos e Pesquisa em Integração de Projetos (GIP), vem desenvolvendo, nos últimos anos, fluxos de trabalho para a organização de projetos BIM, especialmente em sua modalidade 4D, que alia as três dimensões tradicionais com o tempo. Apesar de alguns autores na literatura terem desenvolvido fluxos, os registros de sua experimentação prática são escassos. Desta forma, este artigo traz a aplicação prática do fluxo de trabalho para BIM 4D, desenvolvido pelo GIP, por meio do método de *Design Science Research* (DSR), que busca aproximar a teoria da prática. O teste foi aplicado no projeto de ampliação do setor administrativo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, campus Apodi. O principal resultado obtido foi a reformulação do fluxograma original, guiado pelos pontos fortes e inconsistências do fluxo original. Todavia, é importante destacar que a experimentação e reformulação desses fluxos é um trabalho contínuo, com o objetivo de se chegar a um resultado mais refinado possível.

1. Introdução

O *Building Information Modeling* (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, em português, é uma metodologia que se encontra em expansão crescente no universo da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), pois permite uma integração nunca antes vista entre os elementos de uma edificação. Afinal, o BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que formam uma filosofia capaz de gerenciar os dados da fase de projeto até o descarte da edificação em uma modelagem virtual, o que amplia o horizonte de possibilidades na área [1].

Uma das possibilidades de uso do BIM é a sua versão 4D, que combina a modelagem 3D com o cronograma da construção, gerando uma maquete virtual em que é possível acompanhar o estado físico da obra, de acordo com a passagem do tempo, até sua conclusão. Essa integração entre espaço e tempo pode melhorar a confiabilidade dos cronogramas e minimizar os problemas de comunicação [2], tornando a obra mais eficiente.

Todavia, por ser um processo complexo, fluxos de trabalhos são necessários para auxiliar os profissionais a construírem esses modelos virtuais, sem gastarem tanto tempo e esforço na busca de caminhos para tal. Alguns modelos de fluxogramas foram desenvolvidos em pesquisas anteriores, mas a experimentação prática destes é escassa [3], o que pode distanciar o fluxo teórico da realidade vivida nos escritórios e na obra.

Desta maneira, o presente artigo tem como fito apresentar a experiência de aplicação prática de um fluxo para BIM 4D desenvolvido pelo Grupo de Estudos e Pesquisa em Integração de Projetos (GIP), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), bem como a proposta de um fluxo reformulado com base na análise da fluxo original. Para tal, foi utilizada a produção da modelagem de uma reforma do setor administrativo do *campus* Apodi da instituição, com análise crítica dos processos. Assim, espera-se contribuir para o incremento do BIM 4D em toda a área da construção civil. Este trabalho prossegue com o projeto do GIP em realizar estudos na seara do BIM 4D e agir como facilitador na implementação desta metodologia no Brasil.

2. Metodologia

Esta pesquisa possui um caráter de aplicação prática de elementos teóricos, pois realizou a experimentação de um fluxo de trabalho para modelos BIM 4D, previamente produzido pelo GIP. Apesar de existirem alguns estudos que abordem o BIM e proponham fluxos de trabalho, não foram identificados estudos que façam testes práticos com tais fluxogramas, o que se caracteriza como uma lacuna na área. O objetivo deste trabalho é aproximar a teoria e a realidade, analisar e propor melhorias no processo, para que se torne mais eficaz.

Para alcançar tal fito, o grupo optou pelo método conhecido como *Design Science Research* (DSR), que busca entender a problemática, contruir e avaliar artefatos, que permitam transformar situações, alterando as condições para estados melhores e desejáveis [4]. Dentre os quatro tipos de artefatos considerados no método – constructos, modelos, métodos e instanciações – o presente trabalho irá desenvolver uma instanciação, que é definida como a inserção do artefato em um contexto real [4].

Desta maneira, o grupo dividiu o estudo em três fases: a) revisão; b) avaliação; e c) reformulação.

Na primeira etapa, para ampliar o referencial teórico dos autores, foi feita uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) com base no tema planejamento BIM 4D. Foram considerados artigos completos e acessíveis por meio de uma plataforma governamental, em português e inglês, publicados entre 2014 e 2019. As bases de dados utilizadas foram Scopus, ScienceDirect e SciELO, e o string de busca envolveu o termo "BIM 4D" e sinônimos. Quanto aos critérios de inclusão, o principal foi a abordagem direta do tema pesquisado no trabalho analisado. Os critérios de exclusão incluem desde artigos duplicados até a ausência do termo "BIM 4D" nos resumos e/ou palavras-chave.

Na fase de avaliação foi feita a análise do fluxo original produzido pelo GIP para o BIM 4D. Para tal, os pesquisadores aplicaram o fluxo no desenvolvimento de uma modelagem do projeto de reforma do setor administrativo de um dos *campi* da instituição. A modelagem foi feita seguindo todos os passos determinados pelo workflow, reproduzindo-os em softwares BIM da Autodesk, como o Revit e o Navisworks. Desta forma, foi possível analisar os pontos fortes e as inconsistências do fluxograma em questão, o que permitiu prosseguir para a etapa de reformulação.

Na última fase, foram sintetizados os pontos que necessitavam de ajustes a partir da análise feita. Com isso, foram sugeridas melhorias ao fluxo de trabalho; além de adicionar e remover etapas do processo, foi feita uma reorganização visual para torná-lo mais atrativo e intuitivo. Assim, surgiu um novo fluxo de trabalho para o BIM 4D, que pretende solucionar os problemas encontrados e auxiliar o processo de implementação do BIM no mercado.

3. Resultados e discussão

3.1. Revisão Sistemática de Literatura

Para verificar o estado da arte em que se encontra o BIM 4D em relação a planejamento e fluxos de trabalho, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura. Após a inserção das strings de busca, as bases de dados retornaram um total de 41 artigos que continham o termo "BIM 4D" nos títulos e/ou palavras-chave.

Em seguida, foram aplicados os seguintes critérios determinados no protocolo, para que os artigos que fossem lidos na íntegra estivessem de acordo com os objetivos da pesquisa:

- Critérios de inclusão:
- Período de publicação: 2014 a 2019;
- Artigos que tratem de maneira explícita sobre planejamento com BIM 4D.

- Critérios de exclusão:
- Artigos duplicados;
- Artigos em outras línguas que não o Português e o Inglês;
- Pôsteres;
- Artigos inacessíveis, bloqueados ou pagos;
- Artigos sem o termo BIM 4D no resumo;
- Artigos que não tratem sobre planejamento BIM 4D como tema principal.

Após a aplicação destes filtros, o número de artigos para leitura completa reduziu para 6, sendo que todos eles abordavam a pauta de planejamento e gestão de obras. Apesar da realização desta revisão, nenhum dos artigos analisados abordou fluxos de trabalho para o BIM 4D, seja em seu aspecto teórico ou metodológico, seja em uma aplicação prática. Mesmo assim, a RSL auxiliou os autores a conhecerem o estágio dos estudos no tema BIM 4D e quais usos possíveis, dentro desta dimensão, estão sendo mais estudados, como também os que não estão sendo estudados e se configuram como lacuna.

3.2. Avaliação

Com o referencial teórico formado, a etapa de avaliação teve início. Primeiramente, foi obtido o fluxo de trabalho original criado pelo GIP (figura 1), objeto de análise do grupo. Em seguida, foi disponibilizado gentilmente pela diretoria de engenharia do IFRN, a planta baixa em Computer Aided Design (CAD) da reforma do setor administrativo do *Campus* Apodi, para que esta fosse modelada seguindo a metodologia BIM, de acordo com o *workflow* do GIP.

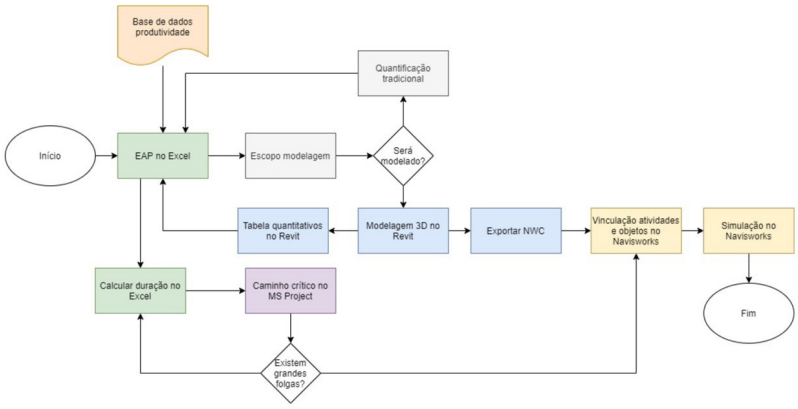

Figura 1
Fluxo de trabalho original para BIM 4D desenvolvido pelo GIP.

O fluxo de trabalho inicia-se com a produção de uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP), que basicamente se configura com a divisão de todas as tarefas da obra em pacotes de trabalho mais facilmente gerenciáveis. Apesar de ser um ponto central da produção da modelagem, a EAP é melhor produzida após o desenvolvimento do projeto arquitetónico, já que antes dele é abstrato saber quais elementos e tarefas estarão presentes na construção da edificação. Portanto, para corrigir essa inconsistência, sugeriu-se realocar a etapa de EAP para uma posição posterior, assim como a etapa relacionada aos cálculos no *software* Excel, da Microsoft.

Em seguida, o fluxo direciona para o escopo da modelagem. Como essa etapa está necessariamente interligada à modelagem em si, decidiu-se suprimir esta etapa e seguir para a modelagem 3D no Revit. Nesta etapa, o grupo desenvolveu no software toda a modelagem do novo setor administrativo do campus Apodi (figura 2), para poder prosseguir com a análise em questão.

Figura 2
Modelagem 3D do setor administrativo do *campus* Apodi.

Logo após a modelagem, foram extraídas tabelas de quantitativos, que associadas a dados de taxas de produtividade e à EAP produzida, originaram um diagrama de Gantt. Este diagrama de Gantt foi desenvolvido no Microsoft Project, software apropriado para este tipo de tarefa, e que pode ter seu arquivo vinculado ao software da próxima etapa, o Navisworks, da Autodesk.

Na etapa seguinte, os arquivos do projeto foram extraídos e convertidos para vinculação no Navisworks, para assim se realizar a simulação 4D, que é a etapa final. No entanto, o grupo sentiu falta de uma etapa de compatibilização entre os elementos existentes no modelo 3D e os elementos existentes na EAP e no Diagrama de Gantt. Por exemplo, na simulação realizada, o telhado não foi construído por não constar no cronograma (figura 3). Assim, sugeriu-se criar uma etapa que contemple esse processo no novo fluxo que será desenvolvido.

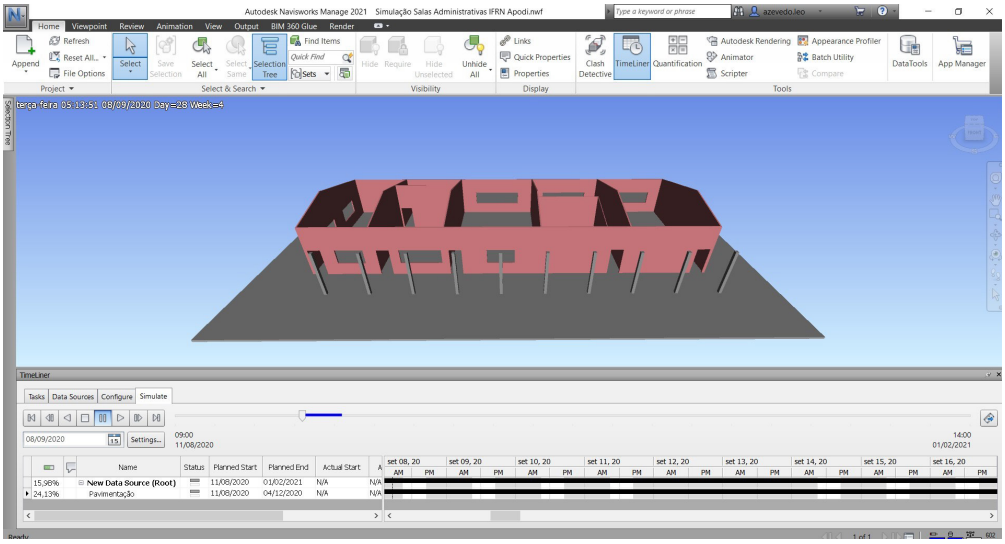

Figura 3
Simulação 4D da reforma do *campus* Apodi.

Como pontos fortes do atual fluxo a serem considerados para sua reformulação, estão a divisão por cores, orientada pelos *softwares* utilizados, e os pontos de decisões críticas, que encaminham para a etapa seguinte ou para refazer etapas anteriores.

3.3. Reformulação

Finalizada a etapa de avaliação, o grupo reuniu as necessidades de alteração do fluxo para construir um novo workflow para o BIM 4D. O novo fluxo inclui uma reorganização visual das tarefas para torná-lo mais intuitivo, separando por cores e por colunas atividades realizadas em um mesmo software (figura 4). O fluxo foi produzido com auxílio do *software* Draw.io.

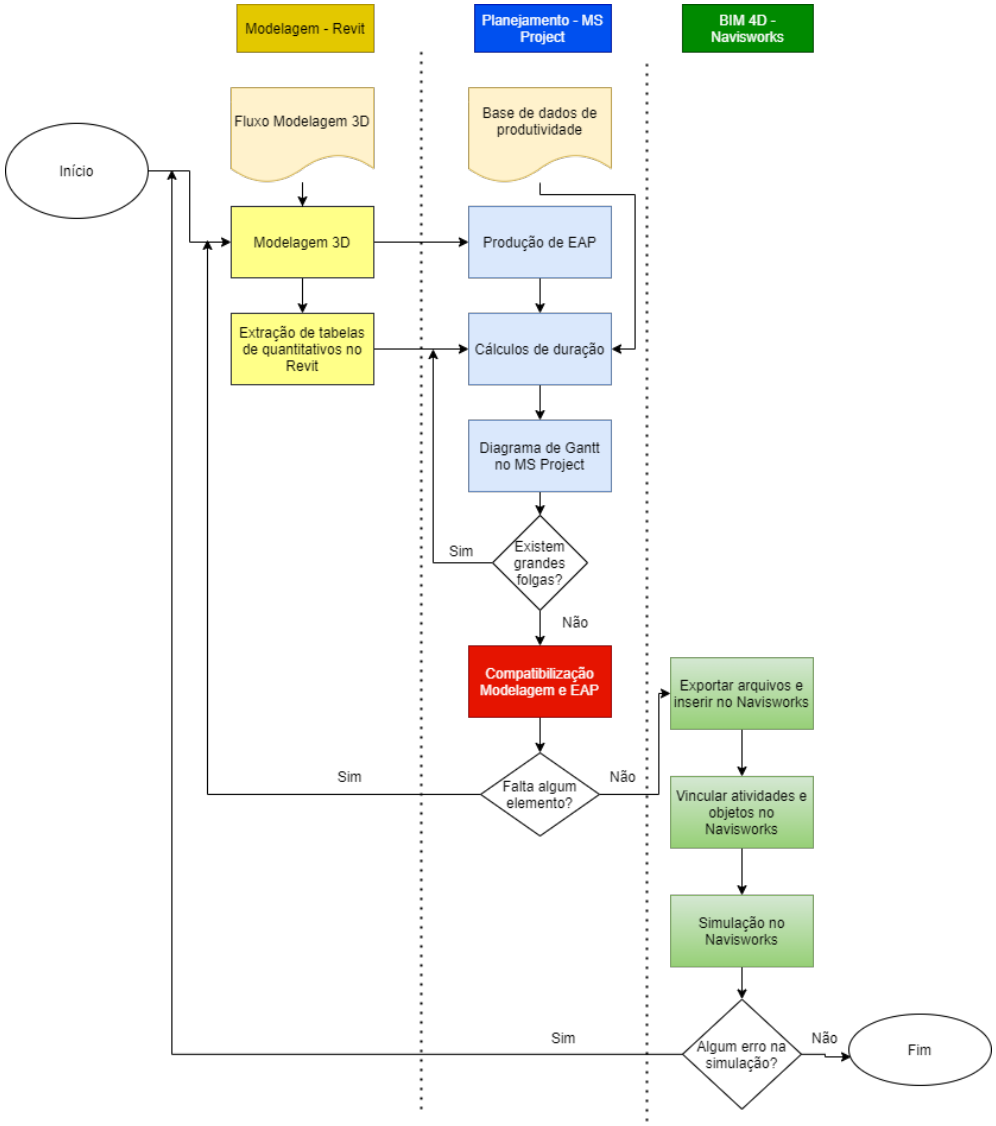

Figura 4
Novo fluxo para BIM 4D do GIP.

A área amarela é onde se localizam todas as etapas referentes ao uso do Revit – modelagem 3D e extração de tabelas de quantitativos. Essas etapas foram realocadas para o início porque nortearão todo o projeto 4D. A conclusão dessa macroetapa encaminha para a seção azul, que é feita no Microsoft Project. Nesta etapa, são produzidas a EAP, os cálculos de duração dos serviços e o próprio diagrama de Gantt. Ao final dessas tarefas, o fluxo encaminha para um ponto crítico de decisão, que é a existência ou não de grandes folgas no cronograma. Se sim, o indivíduo é encaminhado novamente para o início da macroetapa azul. Se não, o usuário é encaminhado para a etapa de compatibilização das modelagens com a EAP.

Na etapa de compatibilização, é feita uma checagem, que pode ser feita por meio de uma lista simples, para verificar se todos os elementos da EAP estão presentes no modelo 3D e vice-versa. Esta fase pretende sanar o problema da ausência de alguns elementos em ambas as partes do processo.

Por fim, o fluxograma chega na macroetapa verde, onde todos os serviços serão realizados no Navisworks. Esta é a etapa que também define o projeto como sendo BIM 4D. Nela, os arquivos serão exportados do MS Project e do Revit e inseridos no software Navisworks, onde todos os elementos serão vinculados entre si, para a realização da simulação. Com isso, o workflow encaminha para a última etapa crítica, que é a de verificação de erros na simulação. Se eles existirem, o profissional deve retornar ao início do fluxo e identificar a matriz desse erro. Se a simulação obteve êxito, o indivíduo chega ao final do processo.

4. Conclusão

O presente artigo expôs o trabalho desenvolvido por um projeto de iniciação científica, realizado no Grupo de Estudos e Pesquisa em Integração de Projetos (GIP) acerca de temas voltados ao BIM 4D, mais especificamente à produção de fluxos de trabalho que auxiliem profissionais e ajude a expandir essa metodologia no Brasil, e até mesmo nos outros países de língua portuguesa.

Para chegar aos resultados obtidos, foram feitas revisões teóricas que auxiliaram os pesquisadores a embasar suas decisões. Também foi por meio delas que percebeu-se a necessidade de se criar e analisar *workflows* que tratem da temática BIM 4D, pois é uma metodologia que pode orientar muitos profissionais que não sabem por onde começar nessa área.

A análise do fluxo feito previamente por outros pesquisadores do GIP fez com que os autores desse artigo pudessem estudar a fundo todo o processo de produção de uma simulação 4D, por meio da prática aliada a teoria.

Como resultado, teve-se o desenvolvimento do novo fluxo, que reorganizou as tarefas de forma intuitiva e melhor sequenciada. No entanto, admite-se que seja necessário a aplicação prática do presente fluxograma, por futuros pesquisadores, para encontrar mais inconsistências e realizar correções, a fim de prosseguir com sua melhoria contínua.

Por fim, é importante evidenciar que a aplicação prática de um fluxo se mostrou eficiente no objetivo de melhorá-lo, e que, portanto, pode ser aplicado em outros processos da construção civil, desde a etapa de projeto até a obra em si. Assim, todos os procedimentos de fabricação de uma edificação podem ser otimizados, economizando tempo, dinheiro e recursos naturais.

Agradecimentos

Ao CNPq, PROPI e DIPEQ pelo apoio recebido.

Referências

[1] B. Succar, "Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders." *Automation in Construction*, vol. 18, pp. 357-375, May, 2009. doi: 10.1016/j.autcon.2008.10.003

[2] T. Hartmann, J. Gao, M. Fischer, "Areas of Application for 3D and 4D Models on Construction Projects", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 143, n. 10, pp. 776-785, October, 2008. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:10(776)

[3] M. L. A. E. Borges, "Método para a implementação da modelagem BIM 4D em empresas construtoras," Dissertação de Mestrado, Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil, 2020.

[4] A. Dresch, D. P. Lacerda, J. A. V. Antunes Jr., *Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia*. Porto Alegre, RS: Bookman, 2015.