PROPOSTA DE UM FLUXO DE COORDENAÇÃO ESPACIAL 3D EM BIM: ESTUDO DE CASO EM UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR[1]

ARAUJO, A., Universidade Federal do Rio Grande do Norte, email: andrew-nobrega@hotmail.com; MELO, R., Universidade Federal do Rio Grande do Norte, email: smelo@ct.ufrn.br

ABSTRACT

The BIM use for 3D coordination is one of the most beneficial and common uses of BIM, yet the professionals who carry out such an activity still do so in different ways through processes that are not yet as deeply described. In order to reach this goal, it is necessary to confront the existing literature with the processes carried out by professionals in the area, seeking barriers and innovations, what has been done this paper, in order to propose a workflow of 3D coordination that considers the segmented virtual construction, a practice that has proven to be common in projects that still have a low level of BIM maturity. The result of the research allows the continuation of the debate of the theme focusing on the priority between disciplines and the participation of members of the executive team in the coordination stage, which converges with BIM work methodology.

***Keywords**: BIM. 3D Coordination. Workflow.*

1 INTRODUÇÃO

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) atua um importante papel nas melhores práticas de arquitetura, engenharia e construção, incorporando virtualmente a informação necessária. (ABDIRAD, 2016).

Os guias nacionais pretendem dar diretrizes da implantação do BIM, porém ainda precisam ser mais desenvolvidos quanto aos usos, como conclúi Carezzato, Barros, Santos (2016). Ainda que alguns guias ofereçam sugestões de fluxos de processos para a coordenação espacial 3D, estes ainda se mostram carentes de detalhes.

Definida como garantia da eficiência e harmonia do relacionamento de elementos construtivos (KREIDER; MESSNER, 2013), a coordenação de projetos 3D é o uso do BIM mais frequente, e de maior benefício, de acordo com Kreider, Messner, Dubler (2010).

---

[1]ARAÚJO, A., MELO, R. Proposta de um fluxo de coordenação espacial 3D em BIM: estudo de caso em uma edificação residencial unifamiliar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

Este artigo visa propor um fluxo de trabalho da coordenação de projetos 3D a partir do estudo de caso de um empreendimento de uma residência unifamiliar classificada como padrão alto pela Câmara Brasileira da Indústrida da Construção (CBIC), relacionando as sugestões e fluxos de trabalho dos

guias com os desafios encontrados desde a fase de projeto até a execução da obra.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Modelagem da Informação da Construção

A modelagem da informação da construção (BIM) é um conjunto de políticas, processos e tecnologias interativas que geram uma metodologia de gestão de todas as fases do processo construtivo (SUCCAR, 2009).

Dentre os 25 Usos do BIM identificados pela Pennsylvania State University, (KREIDER; MESSNER, 2013), a coordenação 3D é definida, neste, como um processo no qual o software de detecção de conflitos é usado durante o processo de coordenação para determinar conflitos de campo, comparando modelos 3D de sistemas de construção.

A especificação do Nível de Desenvolvimento (ND), também referido como *Level of Development* (LOD), é uma ferramenta de referência sobre as características dos elementos nos modelos (BIMFORUM, 2017).

2.2 Guias

No Brasil, a implantação do BIM para a produção e gestão de projetos e da obra ainda é recente se comparado com os países pioneiros (CAREZZATO, BARROS, SANTOS, 2016) e, da mesma maneira são os documentos nacionais acerca do tema. No quadro 1 são listados os guias nacionais investigados nesta pesquisa.

Quadro 1 – Principais documentos Brasileiros de BIM

Instituição	Ano	Sigla	Documento
Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial	2017	ABDI	Coletânea Guias BIM
Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura de São Paulo	2013 e 2015	AsBEA-SP	Boas Práticas em BIM, fascículos 1 e 2
Câmara Brasileira da Indústria da Construção	2016	CBIC	Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras

Fonte: Autor

Percebe-se que ainda não há um consenso sobre os momentos ideais para a coordenação, nem sobre as peculiaridades de grandes projetos nem o que se torna redundante para os projetos de pequeno porte.

Além disso, os guias não referenciam a presença dos líderes das equipes de execução, já que estes tendem a possuir um alto conhecimento prático que propicia um alto potencial resolução de incompatibilidades.

2.2.1 Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura de São Paulo (AsBEA – SP) – Boas Práticas em BIM, fascículos 1 (2013) e 2 (2015)

É apresentado um fluxograma com poucos detalhes, o que contradiz USACE (2006), que afirma que um fluxo de trabalho deve ser detalhado para garantir a coordenação.

Já no fascículo 2, sugere-se trabalhar com modelos com menos detalhes não gráficos durante a coordenação, porém com a melhor representação gráfica possível dos elementos. O documento não sugere um nível de desenvolvimento ideal para a coordenação.

Quanto ao momento da coordenação, o documento sugere que seja realizada uma coordenação com os projetos de arquitetura, estrutura e instalações na fase de anteprojeto, e de todas as disciplinas na fase pré-executiva.

2.2.2 CBIC - Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras (2016)

Nos fluxogramas de processos de projeto, indica-se que a coordenação seja realizada com todas as disciplinas, em cada fase de projeto, seja conceitual (ND 100), anteprojeto (ND 200) até o projeto executivo (ND 400).

Dentre as boas práticas em BIM sugeridas, a coletânea afirma em diversos momentos a importância de coordenar as interferências dentro da própria disciplina, já que nesta podem ocorrer diversas especialidades, como por exemplo as instalações, que podem conter elétrica, hidráulica, lógica, dentre outras.

2.2.3 Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) – Coletânea Guias BIM (2017)

Para uma maior produtividade, a coletânia sugere que ocorram várias coordenações ao longo do processo de projeto, dado que modelos com ND 200 já permitem verificação de conflitos, apesar da sugestão da ABDI para uma análise de coordenação e compatibilização mais precisas seja ND 350.

Para um modelo federado, afirma-se ideal o planjemento das coordenações em períodos predefinidos, e a sugestão é que estas ocorram semanalmente.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Através do estudo de caso do empreendimento de uma obra de um edifício residencial, teve-se como unidade de análise o fluxo de trabalho na coordenação 3D de projetos, analisando quando, como e que informações foram utilizadas nas coordenações.

Utiliza-se o estudo de caso como estratégia de pesquisa para contribuir com o conhecimento que temos dos fenomenos individuais e organizacionais. (YIN, 2015)

O autor atuou como estagiário de obra, permitindo assim a observação participante como uma das três fontes de evidência da pesquisa, sendo a outras a análise de documentação e a realização de entrevistas.

O estudo do caso auxiliou a proposição de um fluxo de coordenação de projetos por meio da observação das dificuldades enfrentadas pela equipe de obra, principalmente pelas incompatibilidades entre as disciplinas de instalações, arquitetura e estrutura, cujas soluções apresentadas pelas

equipes de execução não foram levadas em conta na etapa de coordenação.

4 RESULTADOS

Mudanças inesperadas podem ser evitadas através da análise das decisões de projeto mais compreensiva nos estados atuais. Entretanto, o nível de engajamento da equipe executiva precisa ser aumentada para alavancar a prática da construção virtual. (KAM et al, 2013).

Em concordância, o estudo de caso se mostrou essencial para a verificação das dificuldades observadas na fase executiva, já que estas são pouco abordadas nos documentos analisados.

Durante a obra foi possível registrar as necessidades informacionais que não estavam sendo supridas, além de incompatibilidades não previstas devido à descontinuidade do processo de coordenaçao espacial 3D.

4.1 Estado atual do processo de coordenação 3D em BIM

O quadro abaixo mostra as etapas de coordenação conforme executado. O processo não envolveu todas as disciplinas, pois não foram incluídas no escopo da contratação da coordenação 3D.

Quadro 2 – Processo de coordenação 3D do caso

N°	QUANDO?	O QUE?
1.1	Anteprojeto (ND 200)	Arquitetura x Estrutura
1.2		Instalações x Instalações
1.3		Arquitetura x Estrutura x Instalações
1.4		Reunião integrada de projeto com, arquiteta, engenheiro estrutural (modelador), engenheiro de instalações (modelador), e engenheiro de obra
2.1	Projeto Executivo (ND 300)	Arquitetura x Estrutura
2.2		Instalações x Instalações
2.3		Arquitetura x Estrutura x Instalações
2.4		Reunião integrada de projeto com, arquiteta, engenheiro estrutural (modelador), engenheiro de instalações (modelador), e engenheiro de obra.

Fonte: Autor

4.2 Proposta de fluxo de coordenação 3D em BIM

O quadro 3 apresenta a sugestão de fluxo de trabalho para a coordenação 3D em BIM.

Quadro 3 – Sugestão de processo de coordenação 3D

Nº	QUANDO?	O QUE?
1.1	Projeto Conceitual (ND 100 a 200)	Arquitetura x Estrutura
1.2		Reunião integrada de projeto com modelador arquiteto, engenheiro estrutural e engenheiro de obra
2.1	Anteprojeto (ND 200 a 300)	Arquitetura x Arquitetura
2.2		Estrutura x Estrutura
2.3		Instalações x Instalações
2.4		Arquitetura x Estrutura x Instalações
2.5		Reunião integrada de projeto com modelador, arquiteto, engenheiro estrutural, engenheiro de instalações, engenheiro de obra e mestre de obra.
3.1	Projeto Executivo (ND 300 a 400)	Arquitetura x Arquitetura
3.2		Arquitetura x Estrutura
3.3		Instalações x Instalações
3.4		Instalações x Estrutura
3.5		Arquitetura x Estrutura x Instalações
3.6		Demais disciplinas x Demais Disciplinas
3.7		Arquitetura x Estrutura x Instalações x Demais Disciplinas
3.8		Reunião integrada de projeto com modelador, arquiteto, engenheiro estrutural, engenheiro de instalações, engenheiro de obra, mestre de obra, arquitetos e engenheiros responsáveis pelas demais disciplinas e líderes das equipes de execução.

Fonte: Autor

Na fase de Anteprojeto, várias incompatibilidades já podem ser coordenadas, de maneira a reduzir o tempo de trabalho na próxima etapa de projeto e coordenação. O envolvimento dos responsáveis pelos projetos é essencial, e o mestre de obra apresenta potencial de contribuição.

Para o Projeto Executivo, as incompatibilidades finas surgem no alto nível de detalhe do modelo, logo, todos os envolvidos tem alto potencial para resolução de incompatibilidades e líderes de equipes de trabalho cujas disciplinas apresentam incompatibilidades tem potencial de contribuição.

A modelagem da disciplina de Arquitetura é comumente realizada em apenas um arquivo, na qual várias especialidades são desenvolvidas. As

etapas que referem à coordenação de Arquitetura x Arquitetura atentam para a importância de coordenar tais especialidades. No estudo de caso, pôde-se observar diversos conflitos entre a estrutura metálica do forro com luminárias embutidas e aparelhos de climatização.

Percebe-se que a coordenação de algumas disciplinas não aparecem até a etapa final, pois busca-se priorizar os elementos construtivos primeiramente executados na obra, conforme USACE (2011).

5 CONCLUSÕES

Os resultados confirmam o potencial benéfico do trabalho colaborativo do BIM. E, mesmo que o estudo de caso limite o fluxo de coordenação a um tipo de obra, enriquece o debate sobre as definições de processos para tal Uso do BIM.

Foi sugerido um fluxo de coordenação que valoriza a priorização de disciplinas, a resolução de incompatibilidades dentro da mesma disciplina, e a participação da equipe de execução no processo de coordenação 3D.

Acredita-se que o fluxo de coordenação sugerido possui validade para outros tipos de empreendimento, já que sua estrutura parte primordialmente da parte teórica, mas, ainda assim, a influência do estudo de caso na definição dos processos limitam sua aplicabilidade.

Percebe-se também, como limitações deste trabalho, que a proposta do fluxo de coordenação partiu de apenas um estudo de caso, e esta não foi testada na prática.

O mapeamento do fluxo de coordenação de grandes obras ainda é pouco abordado no meio científico devido sua alta complexidade, sendo assim uma oportunidade para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

ABDIRAD, Hamid. Metric-based BIM implementation assessment: a review of research and practice. **Architectural Engineering and Design Management**, 13(1), p. 52-78, 2016.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Coletânea GUIAS BIM ABDI-MDIC**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Paginas/bim_construcao_download.aspx>. Acesso em: 12 dez. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - AsBEA-SP. **Boas Práticas em BIM**. Fascículo 1. São Paulo: AsBEA, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - AsBEA-SP. **Boas Práticas em BIM.** Fascículo 2. São Paulo: AsBEA, 2015.

BIMFORUM. **Level of development specification**, 2016. Acesso em: 10 nov. 2017. Disponível em <http://bimforum.org/lod/>,

CAREZZATO, Gustavo G.; BARROS, Mercia M. S. B.; SANTOS, Eduardo T. BIM em gerenciadoras de empreendimentos de infraestrutura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Coletânea de Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://cbic.org.br/bim/>. Acesso em: 15 set. 2016. Acesso em: 15 nov. 2017.

KAM, C.; MCKINNEY, B.; XIAO, Y.; SENARATNA, D. **The VDC Scorecard**: evaluation of AEC projects and industry trends. CIFE Working Paper #WP136, Center for Integrated Facility Engineering, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Stanford University. Stanford, out. 2013, p.1-31. Disponível em: <stacks.stanford.edu/file/druid:xd249sp3509/WP135.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.

KREIDER, Ralph; MESSNER, John; DUBLER, Craig. Determining the frequency and impact of applying BIM for different purposes on projects. In: Proceedings 6th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering and Construction. 2010. Disponível em: <http://bim.psu.edu/uses/>. Acesso em: 06 dez. 2017.

KREIDER, Ralph; MESSNER, John; **The Uses of BIM, Classifying and Selecting BIM Uses.** Penn State Computer Integrated Construction, v. 0.9, 2013. Disponível em: <https://www.pennstatecic.org/projects.html#BIM>. Acesso em: 07 mar. 2018.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS. **Building Information Modeling (BIM)**: A Road Map for Implementation to Support MILCON Transformation and Civil Works Projects within the U.S. Army Corps of Engineers, Washington, 2006. 92 p.

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS. **Building Information Modeling (BIM)**: Supplement 2 **–** BIM Implementation Plan for Military Construction Projects, Bentley Platform. Washington, 2011. 72p.

Yin, R. **Estudo de caso**: Planejamento e Métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman. 2015. 320 p.