VIRTUALIZAÇÃO INTELIGENTE
NO PROJETO E NA CONSTRUÇÃO
2º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunição na Construção
UNICAMP | 19 a 21 de agosto

BIM ASSOCIADO À REALIDADE AUMENTADA NO PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

BIM associated with Augmented Reality to assist the design coordination process

Rui Ramos de Oliveira
João Pessoa, PB | ruyraoli@hotmail.com

Ana Regina Mizrahy Cuperschmid
Universidade Estadual de Campinas | Campinas, SP | cuper@unicamp.br

RESUMO

Novas possibilidades de comunicação que emergiram com o BIM (Modelagem da Informação da Construção) permitem melhorias nos processos de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). O processo de compatibilização de projetos pode ser beneficiado pela integração de BIM com Realidade Aumentada (RA). A RA pode ser uma mídia apropriada para integrar a informação de modelos BIM e os envolvidos no projeto, fornecendo uma interface apropriada para discussão. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa é de explorar o potencial do uso de RA associada ao BIM como auxílio ao processo de compatibilização de projetos. Inicialmente foi realizada a modelagem BIM de um edifício a partir de desenhos técnicos. As disciplinas de arquitetura, estrutura e hidráulica foram modeladas individualmente e depois combinadas em ferramenta BIM de integração de projetos, para realização de detecção de conflitos, de maneira a garantir a compatibilização de projetos. Posteriormente, uma revisão foi realizada com RA. Os resultados indicam que a RA tem potencial para auxiliar a redução de erros de projeto. A tecnologia de RA pode fornecer informação de uma forma integrada, apoiando o processo de tomada de decisão, uma vez que permite a imersão no espaço projetado, favorecendo o entendimento por todos os profissionais. Trabalhos futuros podem implementar o uso de RA para auxiliar o processo de compatibilização de projetos em casos reais, buscando medir e avaliar as melhorias na performance e produtividade.

Palavras-chave: BIM; Compatibilização de projetos; Detecção de conflitos; Realidade Aumentada.

ABSTRACT

New communication possibilities that have emerged with BIM (Building Information Modeling) allow the improvement of processes in Architecture, Engineering, and Construction (AEC). The process of design review can benefit from the integration of BIM with Augmented Reality (AR). AR can be an appropriate media between information from BIM models and the stakeholders, providing an appropriate interface for discussion. In this sense, this research had the objective of exploring the potential of using AR associated with BIM as an aid in the process of design coordination. The study starts with technical drawings of a building being transformed to BIM models. The architecture, structure and hydraulic were modeled in different files, and then combined in a BIM integration tool in order to perform clash detection to ensure design coordination among these systems. Later, a review was performed with AR. Results indicate the benefits of AR to assist the reduction of design errors. AR technology can provide information in an integrated way, aiding the decision-making process, since it allows immersion in the designed space, favoring the understanding by all professionals. Future work can implement the use of AR to assist the design coordination in real cases, aiming to measure and evaluate improvements in performance and productivity.

Keywords: BIM; Project coordination; Clash detection; Augmented Reality.

1 INTRODUÇÃO

As novas possibilidades de comunicação que surgiram com o BIM (Modelagem da Informação da Construção), permitem a melhoria dos processos em Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) (EASTMANN, 2011). Houve um grande avanço nos sistemas, permitindo que análises e simulações forneçam feedback para o processo de projeto. BIM permite aos profissionais conceber projetos de forma mais dinâmica e integrada, com a possibilidade de várias pessoas trabalharem no projeto ao mesmo tempo e assim, permitindo coordenar todas as disciplinas envolvidas.

Na tentativa de favorecer o processo de tomada de decisão, o presente estudo, tem por objetivo propor a utilização de ferramentas BIM associadas à Realidade Aumentada (RA) como auxílio no processo de compatibilização de projetos, incluindo a detecção de conflitos.

OLIVEIRA, R. R.; CUPERSCHMID, A. R. M.. BIM associado à Realidade Aumentada no processo de compatibilização de projetos. 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/192

Um dos maiores benefícios do BIM para projetistas é a integração de todos os projetos, permitindo a extração de informações, a compatibilização entre os componentes e a realização de detecção automática de conflitos (MONTEIRO; MÊDA; POÇAS MARTINS, 2014). As incompatibilidades de projeto podem representar custos elevados de acordo com sua gravidade (PEREIRA et al., 2015). Assim, o uso do modelo BIM para coordenação 3D auxilia na consolidação de modelos BIM com múltiplas disciplinas, no processo de detecção de interferências e erros de projeto, na geração de relatórios das análises e, através destes, apoia a tomada de decisões para solucionar os problemas detectados.

Conforme Eastmann et al. (2011) a detecção de conflitos pode ser realizada em qualquer nível de desenvolvimento (LoD), entretanto, deve ter detalhamento suficiente para que os conflitos possam ser detectados com exatidão. Isto porque a imprecisão do modelo pode impedir que conflitos sejam encontrados, causando desperdício de tempo e orçamento. Por outro lado, a compatibilização automática de projetos deve levar em conta as tolerâncias (medidas especificadas que permitem a sobreposição entre os elementos) para aliviar a tarefa de reduzir conflitos desnecessários (PÄRN; EDWARDS; SING, 2018).

Parte-se do pressuposto que o processo de compatibilização de projetos pode ser beneficiado pela integração de BIM com a Realidade Aumentada (RA). A RA sobrepõe a informação gerada por computador no ambiente real. Esta tecnologia pode ser combinada com as habilidades humanas, de formas a fornecer ferramentas eficientes e complementares para auxiliar o processo de discussão de projeto entre profissionais, facilitando o processo de tomada de decisões (DUNSTON, SHIN, 2009).

Portanto, a RA pode ser uma mídia entre as informações dos modelos BIM e os interessados no projeto, proporcionando uma interface apropriada para discussão de projetos em escala real. Neste sentido, esta pesquisa explora o potencial de utilização de RA associada ao BIM, entre profissionais, para discussão de inconsistências de projeto.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa baseia-se numa abordagem metodológica qualitativa, de caráter exploratório que se desenvolveu por meio de Estudo de Caso único. O processo de pesquisa, seguiu as seguintes etapas: (1) seleção de um edifício construído que permitisse o acesso aos desenhos técnicos da arquitetura, estrutura e hidráulica; (2) desenvolvimento dos modelos de arquitetura, estrutura e hidráulica, utilizando ferramenta BIM; (3) verificação e análise de conflitos que tiveram origem na modelagem (não representando, necessariamente, um conflito real ocorrido na construção) com a utilização de software específico; (4) utilização de RA para discussão de inconsistências no projeto; (5) análise sobre utilização de RA como auxílio para a compatibilização de projetos, Figura 1.

Figura 1: Processo da pesquisa



Fonte: Os autores.

O edifício localizado em João Pessoa, PB, construído em 2015, foi escolhido para a pesquisa. Os arquivos CAD foram cedidos pela construtora para permitir a modelagem. O prédio tem 2.885,12 m², oito pavimentos e um subsolo, construído com alvenaria e estrutura em concreto armado.

Para modelagem foi utilizado o software Revit 2019 e, para detecção automática de conflitos, o Navisworks 2019. Para a experiência com RA foi utilizado o aplicativo BIM Server Center RA e smartphone iPhone 6s (com 2 GB de RAM, memória interna de 64 GB e sistema operacional iOS 9).

3 DESENVOLVIMENTO

De posse dos arquivos DWG do edifício, iniciou-se o estudo para se definir algumas premissas de trabalho, dentre elas, o LoD. Optou-se por desenvolver o modelo com informações precisas relativas a quantidades, forma, dimensão, localização e orientação dos elementos, caracterizando o LoD 300. Isto porque, conforme Eastmann et al. (2011) a eficiência do teste de conflitos é diretamente relacionada com a precisão e o detalhamento dos modelos.

Através da leitura das plantas e cortes foi realizado o seguinte fluxo de trabalho: (i) No AutoCAD: informações desnecessárias foram eliminadas e definiu-se uma coordenada comum a todas as plantas para evitar deslocamentos na sobreposição das mesmas; (ii) No Revit: os níveis foram estabelecidos de acordo com a altura especificada nos cortes, os arquivos DWGs referentes à cada piso foram importados; cada disciplina (arquitetura, estrutura e hidráulica) foi modelada em arquivos separados.

Esse processo possibilitou verificar que a falta de sobreposição das plantas no AutoCAD, durante o desenvolvimento do projeto, gerou deslocamentos de algumas geometrias mesmo com a utilização de uma coordenada comum a todos os níveis. Isso demonstra que os escassos recursos de projetos em 2D propiciam estas imprecisões por falta de recursos automatizados que auxiliam os projetistas.

Para realizar a modelagem de arquitetura, as principais dificuldades encontradas foram referentes à interpretação dos desenhos técnicos, falta de coordenação no projeto, deslocamentos das plantas quando sobrepostas (Figura 2 - esquerda), profundidades das vistas e elevações imprecisas, bem como, cortes não condizentes com as plantas. Assim, esses problemas podem ter existido durante a execução do projeto, uma vez que os registros encontrados indicam estes problemas.

No modelo estrutural as dificuldades foram semelhantes, ao sobrepor as plantas de arquitetura e estrutura, observou-se que os pilares e vigas da lateral esquerda estavam deslocados (Figura 2 - direita) com isso, foram necessários ajustes no modelo. Apesar das plantas estruturais terem sido geradas por software específico, baseadas nos desenhos técnicos arquitetônicos, apresentaram falta de compatibilização.

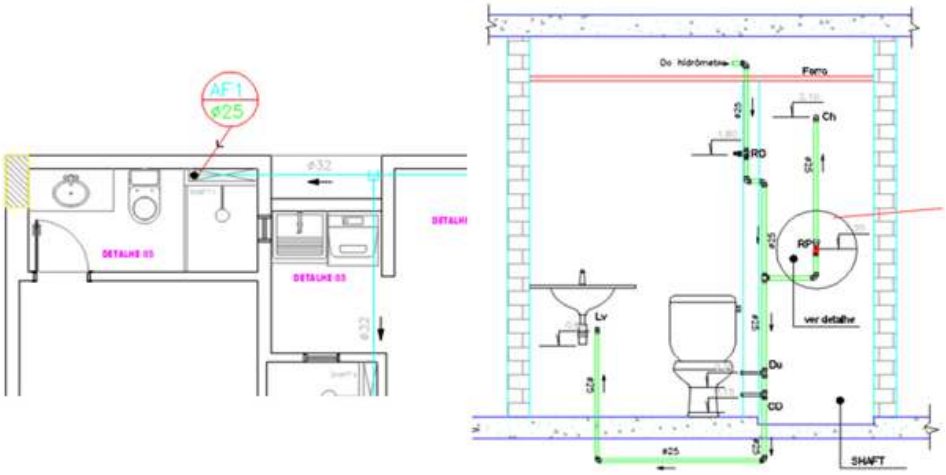
Figura 2: Arquitetura e estrutura - falta de compatibilização entre os desenhos técnicos



Fonte: Os autores.

A modelagem de água fria se mostrou mais complexa, pois, de acordo com o projeto em CAD, algumas tubulações chegavam ao shaft e se distribuíam nos apartamentos. Entretanto, nos banheiros, cozinhas e áreas de serviço, aparecia apenas a observação que direcionava para um detalhe, que não representava o que se observava em planta (Figura 3).

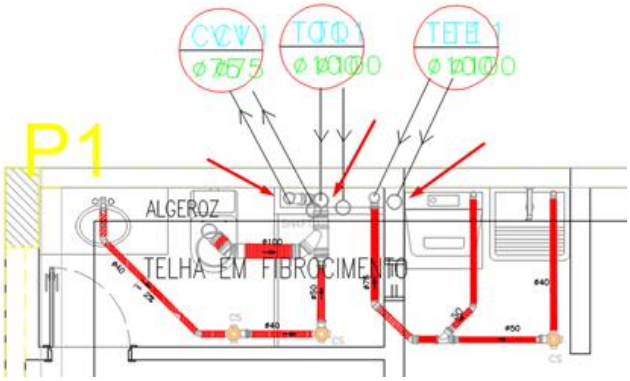
Figura 3: Água fria - erros de representação nos desenhos técnicos



Fonte: Os autores.

Os modelos de esgoto e água pluvial apresentaram grandes problemas no que diz respeito às plantas de transição e desvios. Ao sobrepor as plantas do apartamento-tipo e da cobertura foi possível perceber um desalinhamento nos tubos de queda e ventilação, Figura 4, além da variação de diâmetros na planta em relação a legenda. Esse desalinhamento entre os desenhos técnicos, durante a execução, poderia provocar furos excessivos na laje, que além de custoso reduziriam a resistência do elemento estrutural.

Figura 4: Água pluvial e esgoto - erros na documentação dos diâmetros dos tubos



Fonte: Os autores.

Na modelagem BIM as incompatibilidades apresentadas, nos projetos das diversas disciplinas, foram ajustadas. A Figura 5 apresenta o edifício construído e o modelo BIM desenvolvido.

Figura 5: Edifício real construído em João Pessoa, PB, em 2015



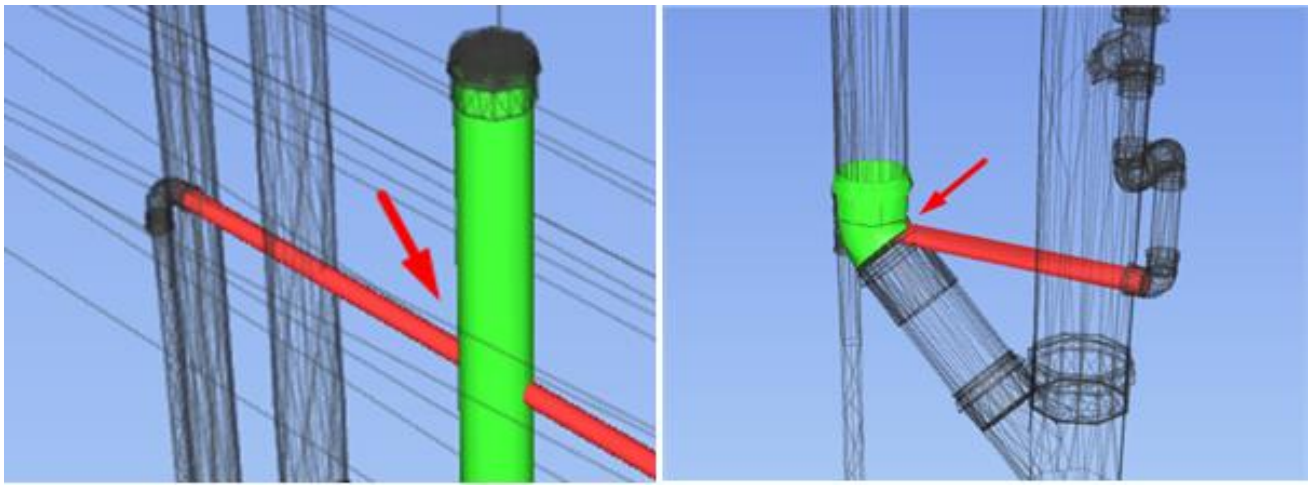
Fonte: Os autores.

4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM BIM

A integração e compatibilização dos projetos objetivava apontar incompatibilidades de projeto entre diferentes disciplinas e erros de projeto que impactariam na execução de obra. Para a detecção de conflitos automática foi utilizado o Navisworks, dado que o software oferece a possibilidade de verificar conflitos entre sistemas específicos, uma vez que cada componente do modelo é associado com um tipo específico de sistema.

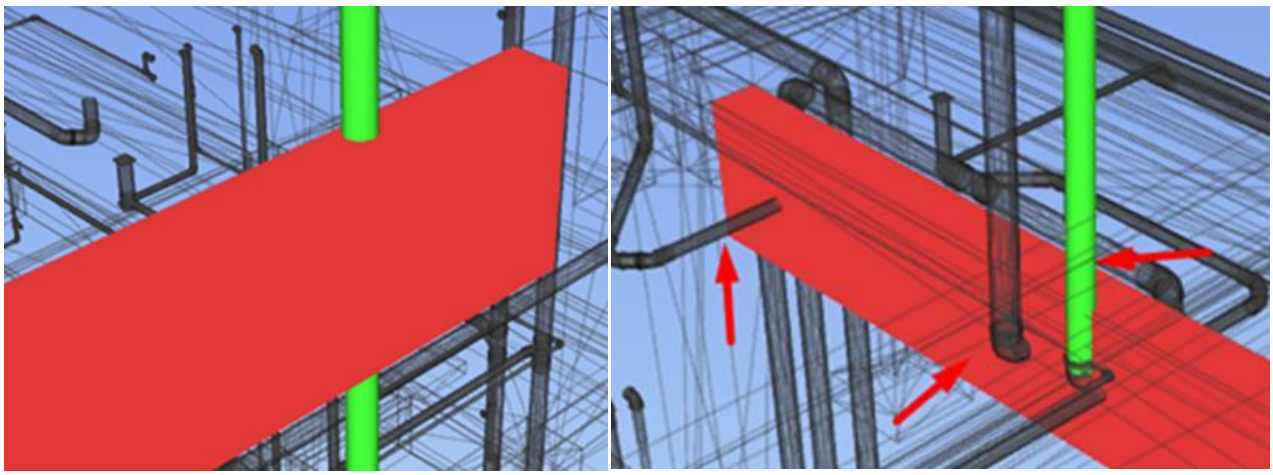
Um modelo federado (modelo BIM com múltiplas disciplinas consolidadas) foi utilizado para a detecção de conflitos. Foram encontradas diversas interferências. Na disciplina de hidráulica foram verificados conflitos gerados pela compatibilização de esgoto, água fria e água pluvial (Figura 6). Adicionalmente, foram encontrados diversos conflitos entre a estrutura e as instalações hidráulicas (Figura 7).

Figura 6: Exemplo de conflitos gerados na compatibilização entre esgoto, água fria e água pluvial



Fonte: Captura de tela do software Navisworks, os autores.

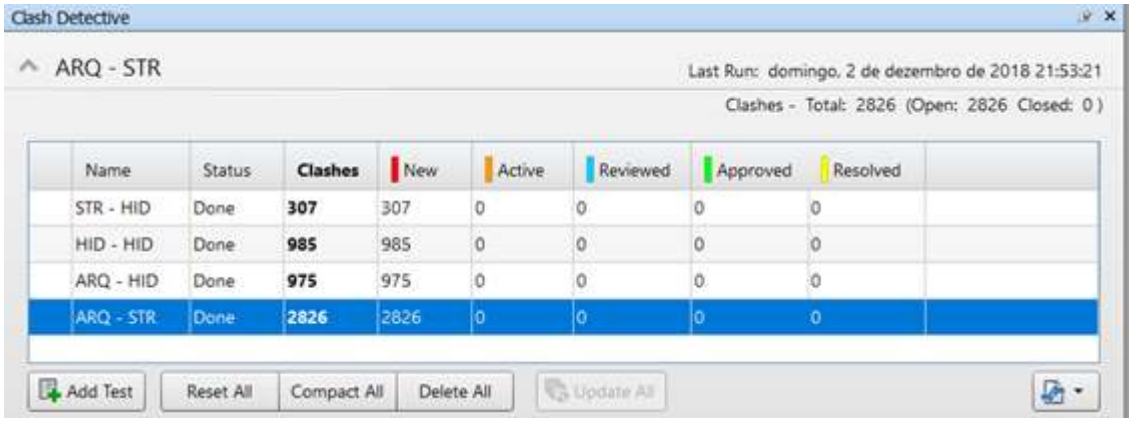
Figura 7: Conflitos entre instalações x arquitetura



Fonte: Captura de tela do software Navisworks, os autores.

A Figura 8 exibe a quantidade de conflitos encontrados pelo software. Com destaque para as 2826 interferências entre a arquitetura e a estrutura.

Figura 8: Quantidade de conflitos encontrados de forma automatizada



Fonte: Captura de tela do software Navisworks, os autores.

5 RA COMO APOIO AO PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Para a experimentação da RA como apoio ao processo de compatibilização de projetos, foi utilizado o sistema do BIM Server Center juntamente com os aplicativos BIMserver Center Sync e o IFC Uploader. A versão gratuita do BIM Server Center foi utilizada, pois permite armazenar até 1Gb de arquivos com 1 administrador, 100 colaboradores e 100 projetos. Vale ressaltar que o único sistema operacional aceito para a visualização em RA, com este sistema, é o iOS, portanto utilizou-se um smartphone iPhone.

Assim, os modelos de todas as disciplinas foram convertidos para o formato IFC para, em seguida, realizar o upload dos modelos para a nuvem do BIM Server Center. De posse de um iPhone, foram instalados os aplicativos BIMserver center e BIMserver Center RA. Em um primeiro momento, o edifício foi exibido em escala reduzida, para posteriormente ser visto em escala real. A visualização em tamanho real possibilitou a verificação dos conflitos (sem o auxílio das interferências identificadas pela compatibilização automatizada), como a tubulação de água fria conflitando com a de esgoto, Figura 9. Neste sentido, a RA apoiou a visualização do modelo federado, mas não destacou os conflitos encontrados pelo Navisworks.

Figura 9: Modelo em escala reduzida (esquerda) e em escala real (direita)



Fonte: Os autores.

A visualização em escala real em RA possibilitou a imersão no projeto, favorecendo a compreensão das instalações, da estrutura e da arquitetura. Dessa maneira, permitiu a observação de incompatibilidades e realização de análises para construtibilidade de alguns pontos chave do projeto, facilitando a resolução de conflitos entre disciplinas envolvidas. Ademais, a exploração de alternativas de projeto para solucionar as inconsistências encontradas pôde ser favorecida pela RA, pois essa ofereceu uma interface mais intuitiva entre os envolvidos e o modelo BIM. A Figura 10 apresenta alguns momentos da discussão de projeto.

Figura 10: Discussão sobre as incompatibilidades de projeto com RA



Fonte: Os autores.

6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa partiu da documentação de projeto (plantas, cortes e fachadas) de um edifício para a modelagem BIM das disciplinas de arquitetura, estrutura e hidráulica. O processo de modelagem colaborou para a investigação da consistência das informações apresentadas nos desenhos técnicos, uma vez que no seu desenvolvimento já foram identificadas inconsistências.

Posteriormente, os modelos foram integrados em ferramenta específica de compatibilização de projetos. Por meio de verificações automatizadas, diversos conflitos foram encontrados. Considerando que, os modelos BIM foram desenvolvidos a partir da documentação técnica de um edifício construído, diversos problemas na obra poderiam ter sido evitados se esta análise tivesse sido realizada anteriormente.

Em seguida, os modelos BIM foram associados aos recursos de RA, oferecendo uma visualização mais realista das interferências. O potencial da utilização de RA para apoio ao processo de compatibilização de projetos foi demonstrado nesta pesquisa, uma vez que tal tecnologia permitiu a visualização do modelo federado, facilitando a compreensão e a discussão em busca de uma solução para as interferências encontradas. Esta nova proposta de aplicação de RA possibilita que todos os profissionais partilhem a informação de uma forma mais natural, beneficiando o processo de tomada de decisão.

Futuros trabalhos podem utilizar RA em projetos reais, antes de sua execução, como apoio ao processo de compatibilização de projetos. Com isso, as melhorias na performance e produtividade da equipe poderão ser medidas e avaliadas. Adicionalmente, poderá ser explorada a utilização do BIM Collaboration Format (BCF) para apontar os conflitos encontrados no software de compatibilização na visualização em RA de forma automatizada.

AGRADECIMENTOS

Sinceros agradecimentos ao suporte dado pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

REFERÊNCIAS

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook**: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 2. ed. New Jersey: Wiley Publishing, 2011.

DUNSTON, P. S.; SHIN, D. H. Key areas and issues for augmented reality applications on construction sites. Mixed Reality. *In:* **Architecture, Design and Construction**, p. 157–170, 2009.

MONTEIRO, A.; MÊDA, P.; POÇAS MARTINS, J. Framework for the coordinated application of two different integrated project delivery platforms. **Automation in Construction**, v. 38, p. 87–99, 2014.

PÄRN, E. A.; EDWARDS, D. J.; SING, M. C. P. Origins and probabilities of MEP and structural design clashes within a federated BIM model. **Automation in Construction**, v. 85, p. 209–219, 2018. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580516304927>. Acesso em 21 de mar. de 2019.

PEREIRA, L. M. et al. Estudo exploratório comparativo da eficácia entre protótipos físico, analítico 2D e 3D na identificação de inconsistências de projetos. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 10, n. 1, p. 29–47, 2015.