

# CAPÍTULO 13

ESTUDO DA INTEROPERABILIDADE DE SISTEMAS BIM POR MEIO DO FORMATO IFC.

## **Elisa Meyer de Melo Barreto**

Formação acadêmica: Graduanda em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Escola de Engenharia – Bairro Pampulha, Cidade de Belo Horizonte – MG, Brasil.

E-mail: elisambarreto@gmail.com

## **Carmen Couto Ribeiro**

Formação acadêmica: Doutora em Génie Civil pela École Nationale des Ponts et Chaussées

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Bloco I, 3º andar, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, DEMC - Bairro Pampulha, Cidade de Belo Horizonte – MG, Brasil

E-mail: ccrstar@demc.ufmg.br

## **Marys Lene Braga Almeida**

Formação acadêmica: Doutora em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Bloco I, 3º andar, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, DEMC - Bairro Pampulha, Cidade de Belo Horizonte – MG, Brasil

E-mail: marys@demc.ufmg.br

## **Paula Bamberg**

Formação acadêmica: Doutora em Educação

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Bloco I, 3º andar, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, DEMC - Bairro Pampulha, Cidade de Belo Horizonte – MG, Brasil

E-mail: bamberg@demc.ufmg.br

## **Sidnea Eliane Campos Ribeiro**

Formação acadêmica: Doutora em Engenharia de Estruturas

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Bloco I, 3º andar, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, DEMC - Bairro Pampulha, Cidade de Belo Horizonte – MG, Brasil.

E-mail: sidnea@ufmg.br

## **Danielle Meireles de Oliveira**

Formação acadêmica: Doutora em Engenharia de Estruturas

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Bloco I, 3º andar, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, DEMC - Bairro Pampulha, Cidade de Belo Horizonte – MG, Brasil.

E-mail: danielle@demc.ufmg.br

**RESUMO:** A utilização da metodologia Building Information Modeling (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, vêm crescendo no mercado de Engenharia e Arquitetura. Como menciona Campestrini et al. (2015, p. 5), “o modelo surge como ferramenta para analisar e facilitar o acesso a inovações [...]”. Dentre suas vantagens, modelos com informações do projeto integradas são de grande importância pois facilitam, posteriormente, o acompanhamento do empreendimento e o levantamento de quantitativos, podendo ser feito automaticamente. Em suma, pode-se realizar um planejamento e gerenciamento das etapas da obra de modo mais ágil e eficiente. Entretanto, para que a metodologia seja funcional, deve existir a possibilidade de uma interoperabilidade entre sistemas, permitindo um intercâmbio de dados entre diferentes áreas para que haja uma coesão no projeto. Assim, com o objetivo de verificar a veracidade ao transferir um modelo utilizando o BIM, foram desenvolvidos neste trabalho diferentes projetos no software Revit, contemplando elementos arquitetônicos e estruturais. Os arquivos foram então convertidos para o formato Industry Foundation Classes (IFC) e, em seguida, importados para outros programas de visualização. Ao realizar a conversão para diferentes plataformas, foram identificados diversos erros que poderiam comprometer os resultados da utilização da metodologia, podendo haver modificação nos custos da obra e no cronograma de execução.

**PALAVRAS-CHAVE:** Building Information Modeling (BIM), Interoperabilidade, IFC.

**ABSTRACT:** The use of the Building Information Modeling (BIM) methodology has been growing in the Engineering and Architecture areas. As mentioned Campestrini et al. (2015, p. 5), “the model appears as a tool to analyze and facilitate access to innovations [...]”. Among its advantages, models with integrated project informations are of great importance, since it is easier, later, to monitor the construction and quantity takeoff, which can be carried out automatically. In short, planning and management of the stages of the construction can be carried out in the fastest and most efficient way. However, for the methodology to be functional, there must be the possibility of interoperability between systems, allowing an exchange of data between different areas making possible the cohesion in the project. Thus, in order to verify the veracity when transferring a model using BIM, in this paper different projects in Revit software, including architectural and structural elements, were developed. The files were then converted to the Industry Foundation Classes (IFC) format and then imported into other visualization programs. When converting to different platforms, several errors were identified, that could affect the results of using the methodology, with the possibility of modifying the costs of the construction and the execution schedule.

**KEYWORDS:** Building Information Modeling (BIM), Interoperability, IFC.

## 1. INTRODUÇÃO

A metodologia *Building Information Modeling* (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, surgiu a partir de um contexto em que as empresas buscam agilidade na realização dos projetos, além de uma comunicação entre diferentes áreas, como a construção civil e arquitetura. O desenvolvimento desse conceito permite uma construção virtual da obra, abrangendo várias fases do seu ciclo de vida para incorporar as informações necessárias para a construção e a integração entre diferentes sistemas. Conseqüentemente, é visível a sua importância no mercado de trabalho atual, o que justifica o crescimento da sua utilização. Todavia, para que seu uso seja positivo, há a necessidade de uma coesão na troca de informação entre aplicativos, que ocorre por meio do formato *Industry Foundation Classes* (IFC). Dentro deste contexto, o presente estudo visa analisar a confiabilidade dessa troca de informações para a interoperabilidade dos sistemas. Com este objetivo, foi desenvolvido um modelo no *software* Revit e realizada uma comparação entre diferentes plataformas ao converter o arquivo original, por meio do IFC, para outros programas. Dessa maneira, foi possível analisar mais profundamente os erros ao realizar tal conversão, que poderão posteriormente prejudicar a análise do ciclo de vida de uma obra, além de seu orçamento e planejamento.

Este trabalho tem início com a discussão do conceito e aplicação da metodologia BIM no cenário brasileiro atual da construção civil. Também há uma abordagem do modelo IFC, como ele permite a troca de dados entre aplicativos, porém como pode apresentar falhas, necessitando de aprimoramento. Ademais, há uma comparação entre diferentes sistemas e os tipos de erros ocorridos na conversão, prejudicando o fluxo de informações do projeto. Por fim, ressaltam-se os aspectos positivos e negativos do uso do IFC e como ele afeta a comunicação entre plataformas, além de identificar erros que poderiam afetar o ciclo de vida de uma obra.

## 2. BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

“A tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) [...], é um conjunto de informações geradas e mantidas no decorrer de todo o ciclo de vida de uma edificação” (BAIA, 2015, p. 1). Dessa maneira, o BIM é uma ferramenta que permite a visualização de um projeto em modelo 3D, além de ser um facilitador no planejamento e orçamento de uma obra, já que pode abordar todas as etapas do processo construtivo. Entre

suas vantagens, como Justi (2008) menciona, estão diminuições de custos, maior produtividade usando um único modelo digital, redução do retrabalho, entre outros. O modelo permite também o diálogo entre diversas áreas de uma empresa, tendo como consequência agilidade nos processos e uma interface de conhecimentos. Como mencionado por Succar (2009) *apud* Paiva (2016, p. 8): “BIM é uma série de tecnologias, processos e políticas que possibilitam que os diversos envolvidos no processo projetem, construam e utilizem um empreendimento de forma colaborativa.”. Portanto, a utilização de tal modelo traria benefícios para o mercado de trabalho brasileiro no contexto atual.

Entretanto, de acordo com Campestrini *et al.* (2015), o mercado brasileiro utiliza o modelo computacional BIM apenas para a compatibilização do projeto em 3 dimensões, e não usa das ferramentas importantes para o desenvolvimento do projeto por inteiro. Nesse contexto, não há o aproveitamento de vários benefícios que esse modelo pode oferecer para as construtoras, como informações de custo da obra. Sua falta também dificulta a interoperabilidade entre diferentes profissionais que participam da obra, como projetistas elétricos e estrutural. Uma das significativas vantagens do BIM é permitir que sempre ocorra uma comunicação entre as áreas, de modo que possa haver compatibilidade entre todas as partes, já que o modelo computacional pode conter todos os dados atualizados.

Como citado por Santos *et al.* (2009, p. 37):

O BIM oferece uma tecnologia potencialmente transformadora pela sua capacidade de fornecer um recurso compartilhado digital para todos os participantes na gestão do ciclo de vida de um edifício, desde o desenho preliminar, até a gestão de instalações.

Desse modo, é possível analisar como a indústria brasileira tende a adotar tal modelo de maneira a diminuir custos e tempo de construção, que são os fatores mais relevantes para as construtoras. Como citado por Miranda; Salvi (2019):

É válido ressaltar que durante a edição do modelo, todos os cálculos relativos ao levantamento de insumos são realizados automaticamente. Assim, reduz-se o risco de erros de previsão orçamentária devido à eventuais negligências na quantificação de insumos, especialmente em casos onde o modelo é editado repetidamente. Ao final da modelagem, é possível gerar automaticamente um relatório de materiais de acordo com a última atualização do projeto.

Como mencionado por Campestrini *et al.* (2015), o BIM ainda está sendo implementado no Brasil e, espera-se, que futuramente tal ferramenta revolucione a

construção civil brasileira.

### **3. O INDUSTRY FOUNDATION CLASSES (IFC)**

O IFC surgiu a partir da necessidade de uma interoperabilidade entre programas, permitindo que dados fossem compartilhados e um intercâmbio de informações entre aplicações. Além disso, para o modelo BIM há a vantagem de que o IFC pode tratar de todas as informações de uma construção, como seu ciclo de vida e seu planejamento. Dessa maneira, tal intercâmbio facilita a comunicação entre áreas de uma empresa, podendo tanto agilizar a execução de um projeto como ter um orçamento mais preciso. Como citado por Barros; Melo (2020, p. 1):

Com a utilização do BIM, o procedimento de compatibilização de projetos se tornou eficiente, mediante compartilhamento de informações entre diferentes plataformas por meio do formato IFC sem que haja perda de dados mediante fragmentação, possibilitando o reagrupamento de informações das diferentes áreas de múltiplos agentes.

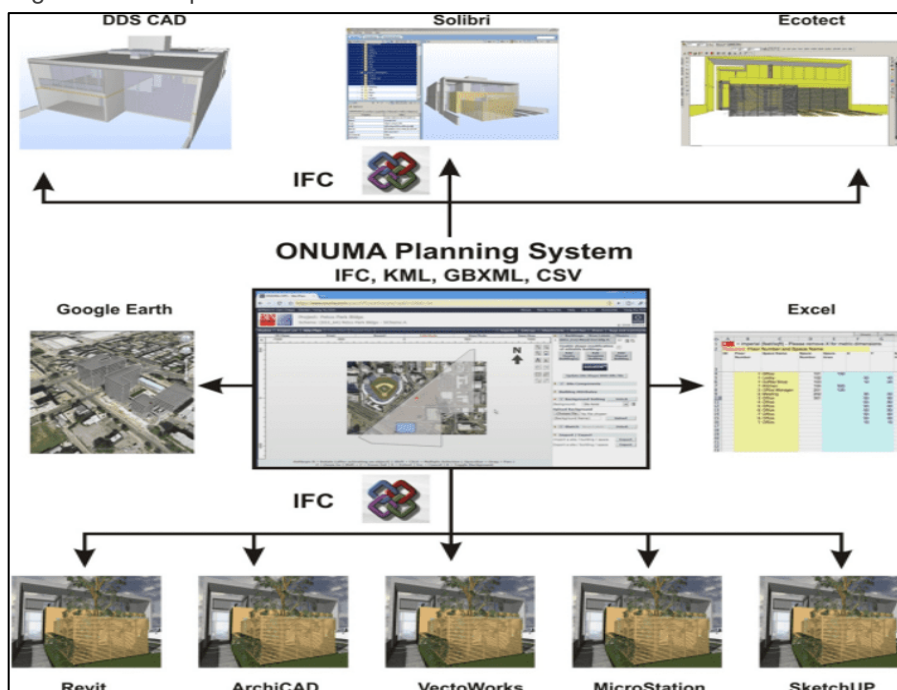
De acordo com a análise de Eastman *et al.* (2014), o modelo de dados IFC provavelmente se tornará o padrão internacional para intercâmbio de dados e integração dentro das indústrias de construção de edificação. A Figura 1 ilustra tal interoperabilidade, utilizando um esquema para mostrar a conversão realizada pelo IFC e como este permite a comunicação entre diferentes áreas de trabalho, facilitando um fluxo de informações em um projeto.

O formato IFC vem se expandindo e desenvolvendo, entretanto, ainda se verificam possíveis falhas no momento da conversão, as quais podem ser prejudiciais para a execução correta do modelo BIM, transmitindo um erro para uma etapa da construção. A falta de interoperabilidade dificulta o fluxo de informações e de trabalho, e a perda de informações tem como consequência o aumento do tempo total da construção, além da necessidade de revisão das etapas anteriores para localização os erros. Andrade e Ruschel (2009) realizaram uma pesquisa sobre tais erros de conversão ao utilizar o modelo IFC, e puderam identificar alguns erros significativos após a importação, como ausência de janelas, portas e paredes; mudanças no *layout* do projeto, falha em construções, entre outros.

Por fim, o que se observa das análises é que ao se usar arquivos e tradutores IFC para exportar ou importar dados do edifício é importante considerar que os mesmos ainda não são robustos o suficiente para transportar os dados com a

qualidade do modelo original. Dessa forma, perdas de dados ocorrerão durante a migração para outros aplicativos (KRYGIEL *et al.*, 2008 *apud* ADRADE; RUSCHEL, 2009).

Figura 1: Interoperabilidade do IFC.



Fonte: ONUMA PLANNING SISTEM (2008) *apud* Andrade; Ruschel (2009).

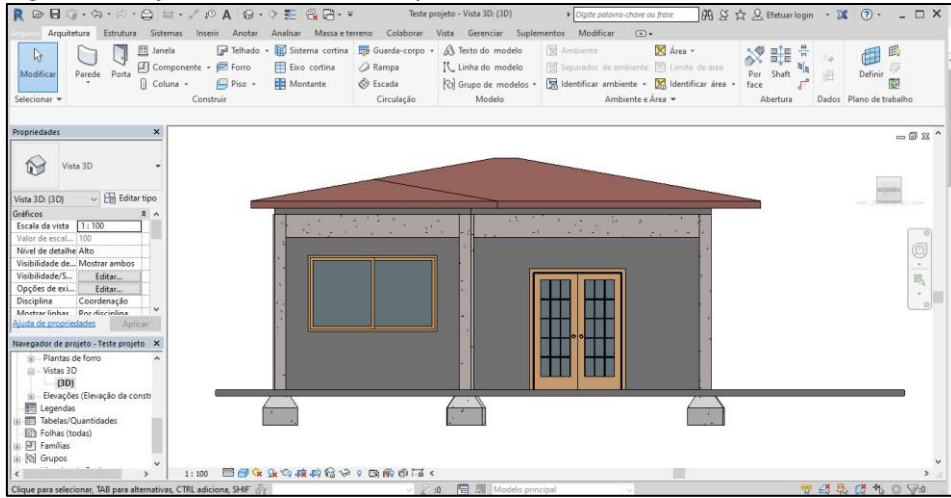
#### 4. METODOLOGIA

Com o objetivo de desenvolver uma análise comparativa ao realizar a conversão de um modelo para diferentes plataformas, utilizando o formato IFC, foram elaborados diferentes projetos a partir do *software* Revit. Na modelagem procurou-se contemplar elementos arquitetônicos e estruturais, de maneira a ser possível a percepção de erros em diferentes partes. A fim de buscar resultados mais abrangentes, foram desenvolvidos três pequenos projetos: um projeto de uma residência simples, envolvendo a modelagem de paredes, portas, janelas, pisos, forros, telhados, pilares e vigas, sem acabamento nas paredes; um projeto de uma residência um pouco mais elaborada, com diferentes acabamentos nas paredes, algumas janelas e portas distintas, além de uma laje e caixa d'água; e um pequeno projeto estrutural contendo colunas e vigas, como ilustrado pelas Figuras 2 e 3; 4 e 5; e 6, respectivamente. Dessa maneira, foi possível notar com maior precisão as modificações ocorridas e onde elas foram mais frequentes.

Foram testados três sistemas visualizadores de arquivos IFC para comparar

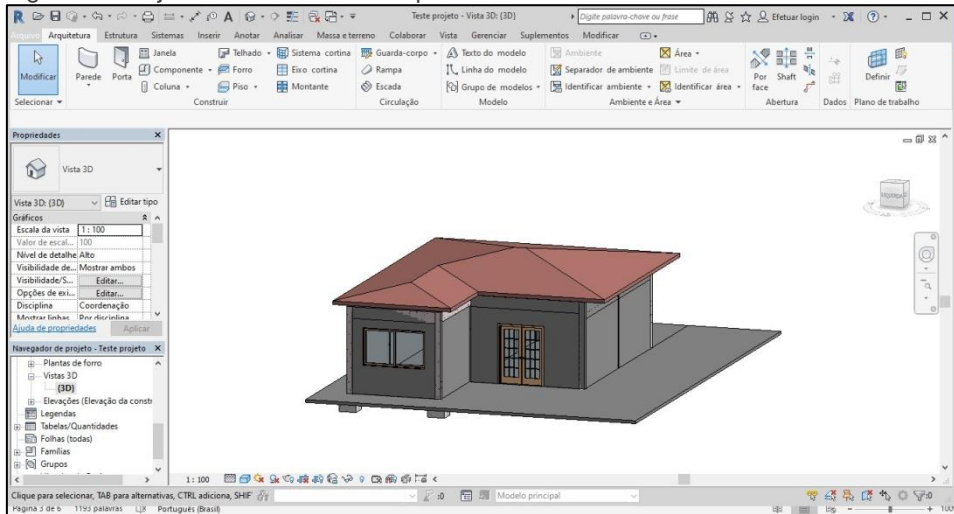
sua veracidade com o projeto original: o BIMer, o ArchiCAD e o Autodesk Viewer.

Figura 2: Projeto de residência simples: vista frontal



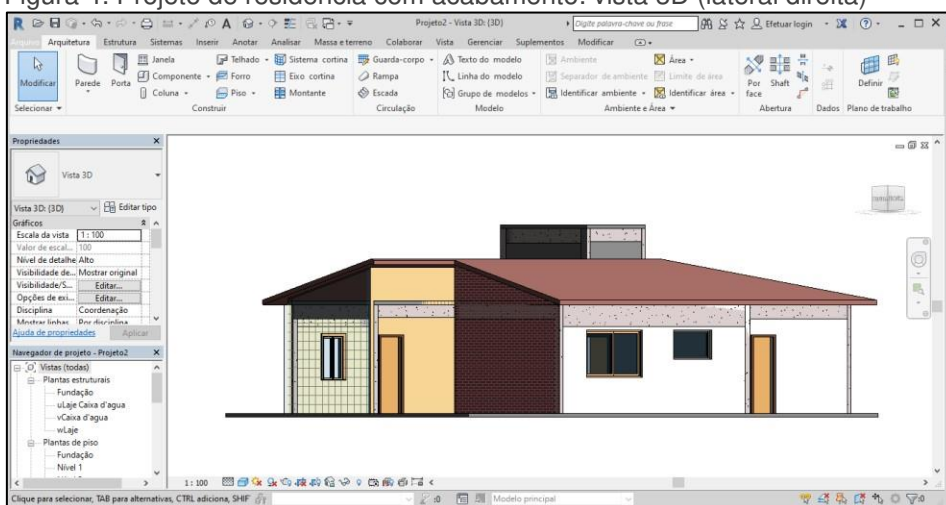
Fonte: Os autores.

Figura 3: Projeto de residência simples: vista 3D.



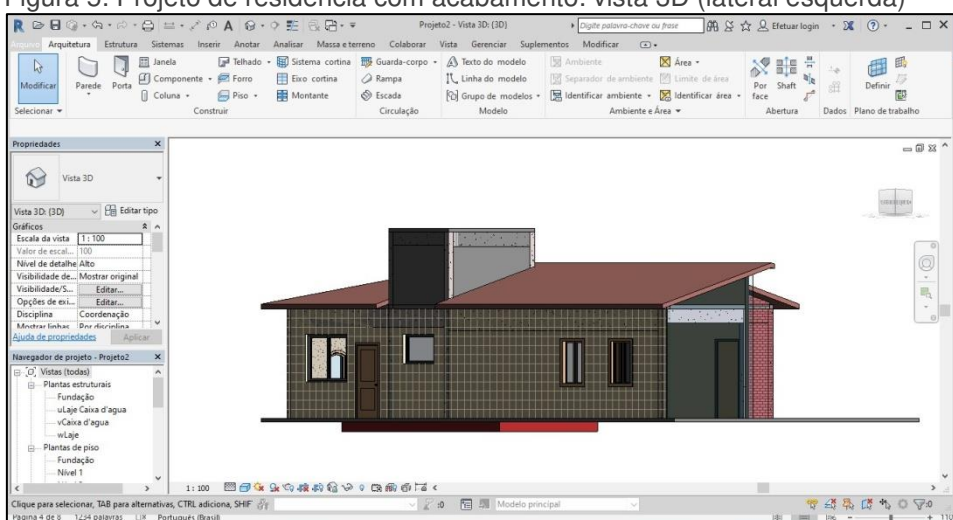
Fonte: Os autores.

Figura 4: Projeto de residência com acabamento: vista 3D (lateral direita)



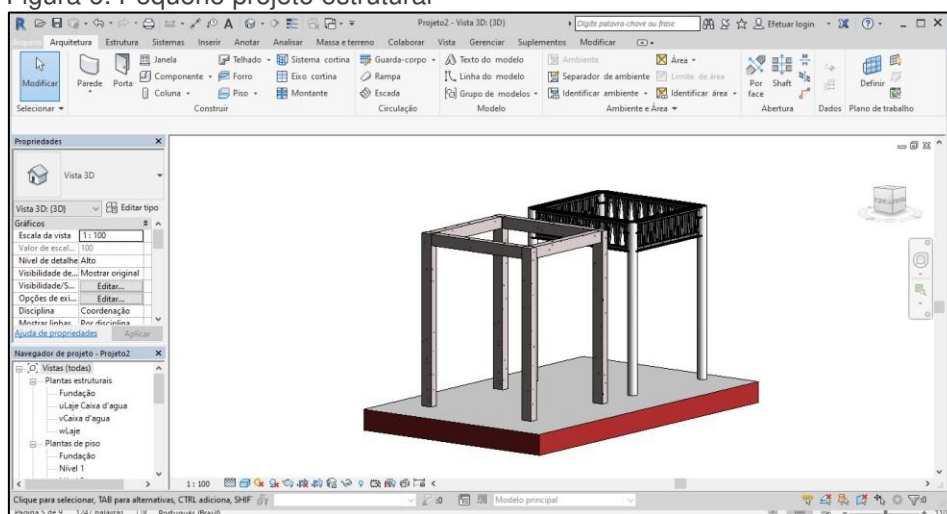
Fonte: Os autores.

Figura 5: Projeto de residência com acabamento: vista 3D (lateral esquerda)



Fonte: Os autores.

Figura 6: Pequeno projeto estrutural



Fonte: Os autores.

## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste item, são analisados os erros de conversão identificados em cada sistema e como eles podem prejudicar a interface em um projeto utilizando a tecnologia BIM.

### 5.1 BIMER

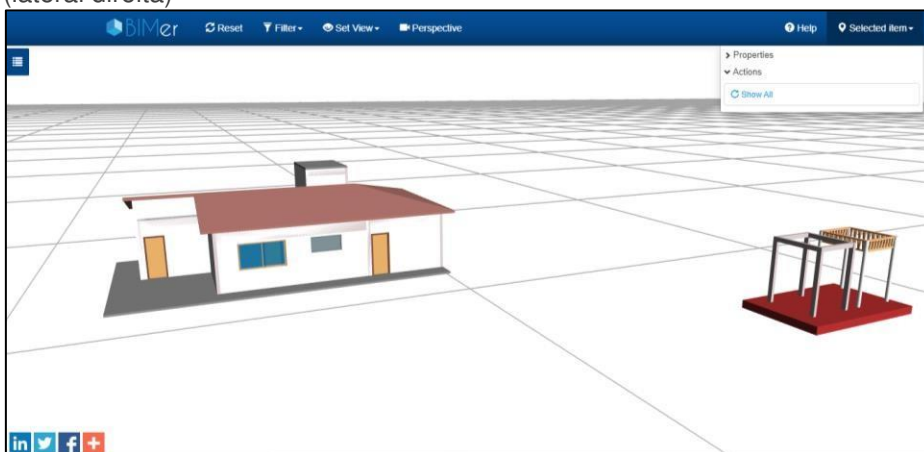
O BIMer é um programa de visualização de arquivos IFC vindos de fontes diversas. Ao abrir o modelo no visualizador, foi possível perceber alguns erros significativos, que prejudicariam o planejamento orçamentário de uma obra. Primeiramente, foram excluídos alguns pilares e vigas de ambos os projetos das residências. Dessa maneira, um profissional não seria capaz de identificar tais elementos contidos no projeto original. Ademais, ocorreu uma modificação nas características externas das residências, como mudança do material utilizado para revesti-las e leve alteração do *layout* das portas e janelas. Apesar desses erros parecerem simples, podem afetar o cronograma de uma obra, o orçamento e o planejamento dos materiais a serem utilizados, gerando uma contradição em relação ao uso do BIM, visto que seu objetivo é facilitar o desenvolvimento de um projeto. Em contrapartida, não houve modificações no projeto apenas estrutural, apenas leves mudanças de cor e textura. As Figuras 7, 8 e 9 ilustram a visualização dos projetos com o BIMer.

Figura 7: Projeto de residência sem acabamento visualizado pelo BIMer.



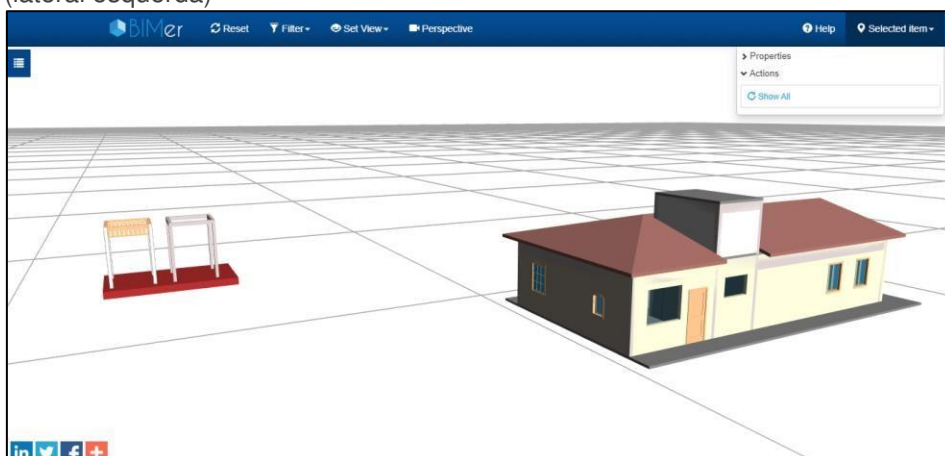
Fonte: Os autores.

Figura 8: Projeto de residência com acabamento e modelo estrutural visualizados pelo BIMer: vista 3D (lateral direita)



Fonte: Os autores.

Figura 9: Projeto de residência com acabamento e modelo estrutural visualizado pelo BIMer: vista 3D (lateral esquerda)



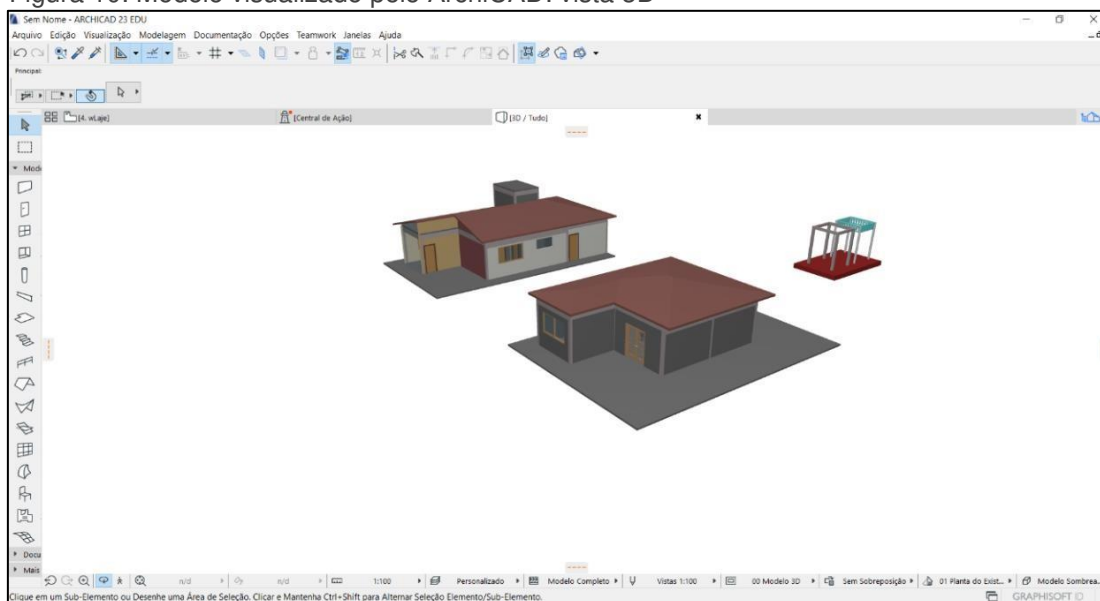
Fonte: Os autores.

## 5.2 ACHICAD

Ao abrir o modelo no ArchiCAD, *software* BIM desenvolvido pela *Graphisoft*, foram identificados menores erros de conversão em relação aos outros sistemas testados. Os principais erros foram uma leve alteração nas cores das paredes, telhado e piso, além de uma mudança no *layout* de portas e janelas. Dessa forma, o profissional poderia ter dificuldade no entendimento dos materiais escolhidos para o projeto, o que pode acarretar atrasos em uma obra e dificultar a interoperabilidade e comunicação entre diferentes setores. A interpretação equivocada de um material ou da escolha do *layout* altera os custos da obra e seu tempo de execução, prejudicando o objetivo do modelo BIM de ser um facilitador. Ademais, o fato do ArchiCAD, assim como o Revit, serem programas amplamente usados em empresas de Engenharia Civil e Arquitetura agrava a situação, pois provavelmente várias conversões serão feitas ao passar por todas as áreas de uma ou várias empresas.

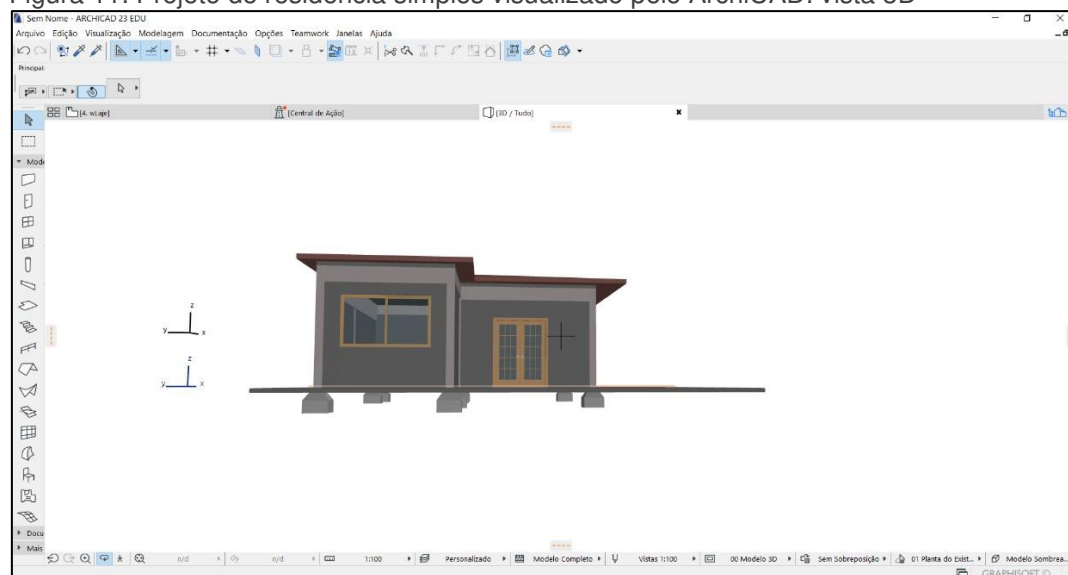
A Figura 10 mostra o modelo no *software* ArchiCAD. Os projetos de residência simples e com acabamento são apresentados nas Figuras 11 e 12, respectivamente.

Figura 10: Modelo visualizado pelo ArchiCAD: vista 3D



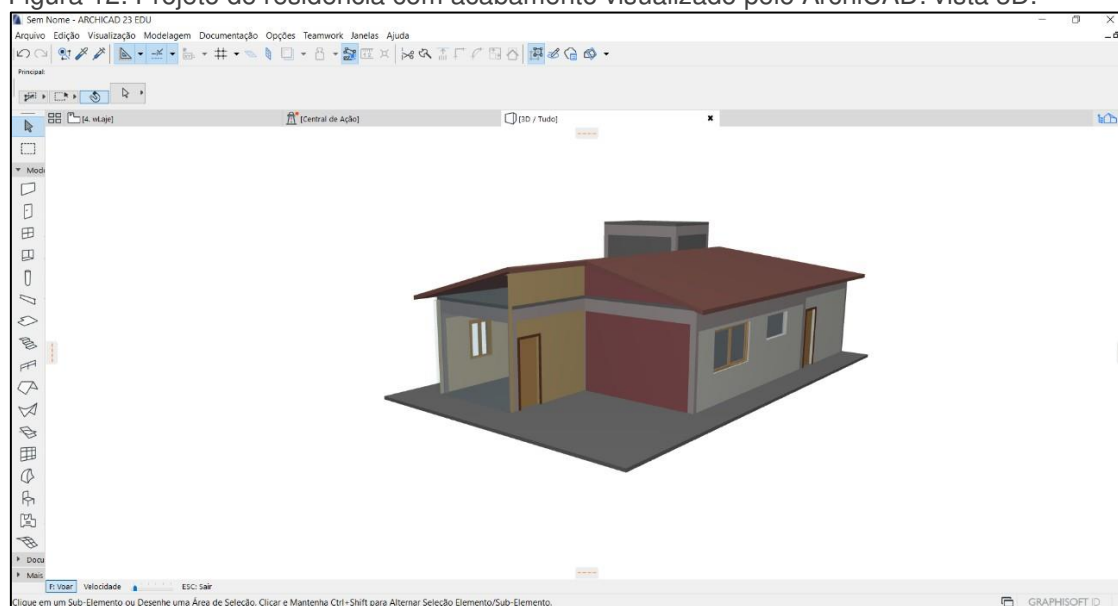
Fonte: Os autores.

Figura 11: Projeto de residência simples visualizado pelo ArchiCAD: vista 3D



Fonte: Os autores.

Figura 12: Projeto de residência com acabamento visualizado pelo ArchiCAD: vista 3D.

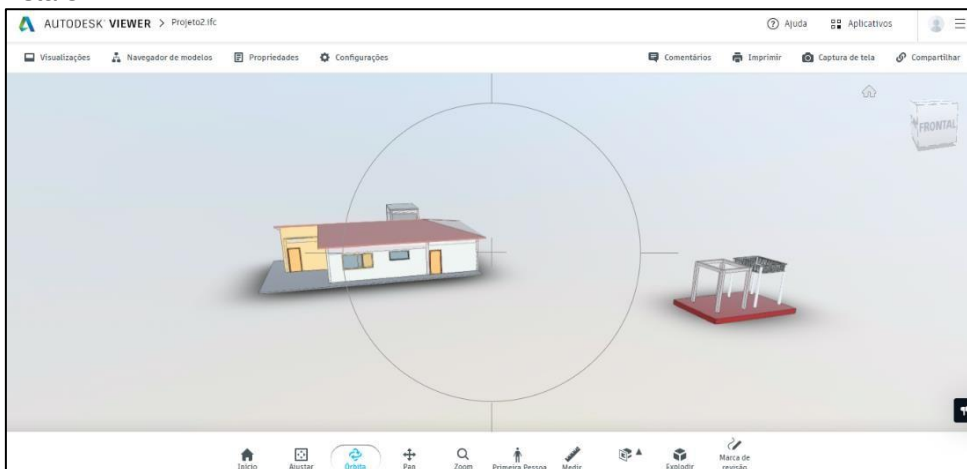


Fonte: Os autores.

### 5.3 AUTODESK VIEWER

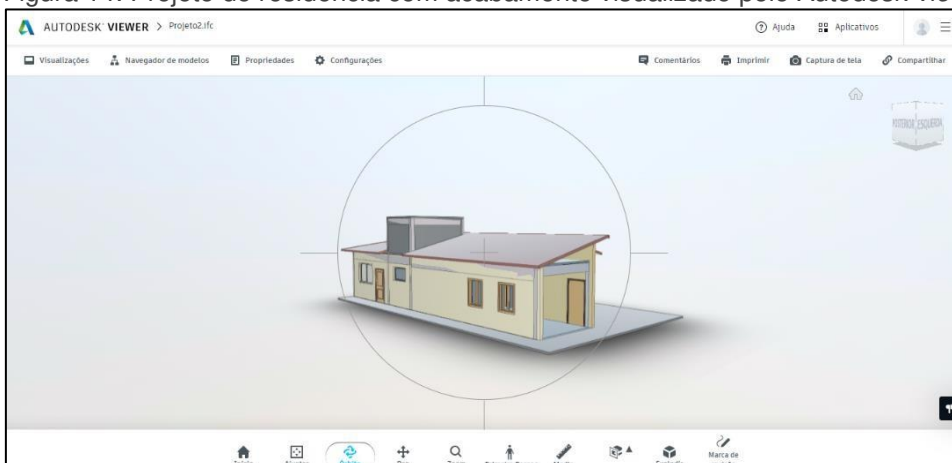
Visto que Revit, o qual foi utilizado para o desenvolvimento do projeto original, foi desenvolvido pela Autodesk, assim como o Autodesk *Viewer*, esperava-se que este fosse coerente ao modelo no momento da conversão. Entretanto, ainda foi possível identificar modificações que poderiam comprometer o andamento da obra. A parte estrutural de todos os projetos foi alterada e ocorreram diversas mudanças na parte externa das residências. Os materiais utilizados foram modificados no revestimento externo, além de ocorrerem pequenas distorções nos projetos como mudança nas cores, nas texturas dos acabamentos, no *layout* de portas, janelas e exclusão de alguns pilares e vigas. Isso dificulta a visualização e a avaliação por parte do profissional em relação aos custos de obra e cronograma de construção. As Figuras 13, 14 e 15 representam os projetos visualizados no Autodesk *Viewer*.

Figura 13: Projeto de residência com acabamento e modelo estrutural visualizado pelo Autodesk viewer: vista 3D



Fonte: Os autores.

Figura 14: Projeto de residência com acabamento visualizado pelo Autodesk viewer: vista 3D



Fonte: Os autores.

Figura 15: Projeto de residência simples visualizado pelo Autodesk viewer: vista 3D



Fonte: Os autores.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o desenvolvimento do modelo e sua conversão a partir do IFC para diferentes visualizadores, foi possível analisar a eficiência de sistemas BIM no uso do recurso da interoperabilidade e a importância de uma plataforma que mantenha as características originais de um projeto. Esses fatores se fazem necessários para que o BIM possa ser amplamente utilizado, ocorrendo um intercâmbio de dados que integrem diferentes áreas e permitindo que tais dados sejam confiáveis para se fazer um planejamento da obra. Os benefícios com o BIM passam pelo aprimoramento da qualidade e do fluxo de informações durante um projeto e em fomentar a melhoria na tomada de decisão pela equipe envolvida, como citado por Campestrini *et al.* (2015), indicando a importância do processo na área da Engenharia. Assim, de acordo com o estudo, foi possível verificar que ainda ocorrem erros ao converter o projeto original no modelo IFC para outros programas, o que prejudica o aproveitamento das vantagens do BIM. Desse modo, surge uma necessidade de melhoria de conversão para que a interoperabilidade seja viável e benéfica nos setores de uma empresa.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 76-111, nov. 2009.
- BAIA, D. V. S. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- BARROS, F. C., MELO, H. C. **Estudo sobre os benefícios do BIM na interoperabilidade de projetos**. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 8, n. 1, p. 74-91, jan. 2020.
- CAMPESTRINI, T. F.; GARRIDO, M. C.; MENDES JR., R.; SCHEER, S.; FREITAS, M. C. D. **Entendendo BIM**. 2. ed., Curitiba; [s.n], 2015.
- ESTAMN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual do BIM: um guia da modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- JUSTI, A. R. Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros: relato de uma experiência. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 3, n. 1, p. 140-152, maio 2008.
- KRYGIEL, E.; DEMCHAK, G.; DZAMBAZOVA, T. **Introducing Revit Architecture 2008: BIM for beginners**. Indianapolis: Sybex, 2007 *apud* ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 76-111, nov. 2009.
- MIRANDA, R. D.; SALVI, L. **Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira**. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 7, n. 5, p. 79-98, maio 2019.
- ONUMA PLANNING SYSTEM (OPS). ONUMA, 16 fev. 2008. Disponível em: <http://onuma.com/products/OnumaPlanningSystem.php>. Acesso em: 25 out. 2008 *apud* ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 76-111, nov. 2009.
- PAIVA, D. C. S. **Uso do BIM para compatibilização de projetos: barreiras e oportunidades em uma empresa construtora**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Artigo científico (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Disponível em <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3311/16/BIM-compatibiliza%C3%A7%C3%A3o-projetos-Paiva-Daniel-Artigo.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.
- SANTOS, A. P. L.; WITICOSVSKI, L. C.; GARCIA, L. E. M.; SCHEER, S. A utilização do BIM em projetos de construção civil. **Revista Iberoamerica de Engenharia Industrial**, Florianópolis, v.1, n. 2, p. 24-42, dez. 2009.
- SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009 *apud* PAIVA, D. C. S. **Uso do BIM para compatibilização de projetos: barreiras e oportunidades em uma empresa construtora**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso na

modalidade Artigo científico (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Disponível em <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3311/16/BIM-compatibiliza%C3%A7%C3%A3o-projetos-Paiva-Daniel-Artigo.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.