

INTEROPERABILIDADE ENTRE ARCHICAD E REVIT POR MEIO DO FORMATO IFC

Max Lira Veras X. de Andrade (1); Regina Coeli Ruschel (2)

- (1) Doutorando, PPGEC/ FEC/ UNICAMP, e-mail: maxandrade@uol.com.br
(2) Professora Doutora DAC/ FEC/ UNICAMP, e-mail: Regina@fec.unicamp.br

Resumo

Building Information Modeling (BIM), em seu conceito mais amplo, tem como pressuposto a interoperabilidade e a colaboração entre os profissionais da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) para a geração do modelo virtual do edifício. Todavia, os profissionais da AEC exploram pouco o recurso da colaboração no processo de projeto, quando trabalham com BIM. Além do mais, os aplicativos BIM ainda não possuem robustez na interoperabilidade, o que dificulta a cooperação entre diferentes profissionais. Buscando discutir o uso de softwares BIM voltados para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos o presente trabalho aborda a eficiência de dois aplicativos BIM voltados para arquitetura (ARCHICAD e REVIT) no recurso da interoperabilidade. O estudo aqui apresentado consistiu em selecionar um modelo de edificação de multipavimento e modelá-lo em ambos os aplicativos. Em seguida os modelos foram exportados e posteriormente importados por cada um dos aplicativos, utilizando-se o formato *Industry Foudation Classes* (IFC). Os modelos importados foram então comparados com os originalmente desenvolvidos dentro de cada aplicativo, buscando-se não conformidades. Também foram utilizados visualizadores de IFC nas análises. Os resultados mostram que: ocorrem perdas na qualidade dos dados gerados no formato IFC quando são importados pelo mesmo aplicativo ou por outros; ferramentas BIM voltadas para a arquitetura apresentam limitações na descrição das propriedades das partes do edifício (recorre-se a modelo mistos 3D/2D, o que torna as informações extraídas desarticuladas do modelo de edifício); existem não conformidades de padrão na definição das propriedades dos componentes apresentados por diferentes softwares BIM, voltados para arquitetura. Por fim, o presente trabalho identifica falhas encontradas na troca de informações do edifício por meio do formato IFC, demonstra que a interoperabilidade ainda precisa melhorias e sugere o uso de sistemas de compartilhamento de dados, como o OPS.

Palavras-chave: *Building Information Modeling, projeto arquitetônico, interoperabilidade, Industry Foudation Classes.*

1. INTRODUÇÃO

A idéia que sustenta o uso do sistema BIM na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) está fundamentada no conceito de interoperabilidade e na colaboração entre os diversos profissionais. Assim, para a evolução do BIM é necessário aprofundar o desenvolvimento das tecnologias empregadas, com melhorias nos modelos paramétricos e nos instrumentos de interoperabilidade. Além do mais, é importante mudar as posturas dos projetistas de arquitetura e outros profissionais da AEC, por meio de atitudes integradoras, que visem à multidisciplinaridade.

Buscando avaliar o uso de aplicativos BIM no desenvolvimento de projetos de arquitetura o presente trabalho aborda a eficiência de dois softwares: ArchiCAD (*Graphisoft*) e Revit (*Autodesk*), voltados para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, no uso de instrumentos de interoperabilidade.

O objetivo deste trabalho é identificar algumas das principais falhas na troca de informações

do edifício presentes nestes aplicativos, bem como, mostrar diferenças no tratamento de informações sobre mesmas famílias de objetos usados pelos dois softwares estudados.

2. O BIM NOS PROJETOS DE ARQUITETURA

2.1. Comunicação e colaboração no processo de projeto

Um dos principais problemas no desenvolvimento de sistemas BIM está no entendimento desses sistemas pelos profissionais da indústria da AEC. O BIM enquanto processo de trabalho envolve, sobretudo, a comunicação e a colaboração entre diferentes profissionais e empresas ligadas à AEC. Todavia, o que se observa é que poucas empresas e profissionais que vêm utilizando as ferramentas BIM buscam a padronização e a colaboração. Neste sentido, Kiviniemi *et al.* (2008) defendem a tese de que muitos dos profissionais da AEC utilizam softwares BIM como ferramentas de CAD melhoradas, sem, contudo, mudarem os seus processos de trabalho, já consolidados.

Essa tese é comprovada por uma pesquisa realizada nos países nórdicos que mostra que o principal motivador para o uso do BIM na atividade de projeto arquitetônico é a facilidade de geração de quantitativos (aproximadamente 23% dos arquitetos geram quantitativos a partir dos modelos BIM), seguido pela checagem de conflitos (cerca de 21%). A maioria das tarefas executadas pelos arquitetos nos aplicativos BIM se limita àquelas disponibilizadas internamente nos softwares utilizados, sendo pouco comum o uso de arquivo visando à interoperabilidade. Apenas 1/3 dos arquitetos que usam o BIM empregam arquivos no formato IFC (KIVINIEMI *et. al.* 2008).

Khemlani (2007) mostra, a partir de dados de uma pesquisa realizada pela AECbytes, que o mais importante critério na escolha do BIM é a habilidade de produzir documentos finais de construção, sem precisar de usar outras ferramentas complementares. A pesquisa mostra que questões relacionadas à integração, ao 4D e ao IFC são consideradas como pouco expressivas.

Para Khemlani (2007), os principais critérios para a escolha de um software BIM são: capacidade de uma produção completa de documentação do edifício (sem necessitar de usar outros aplicativos); objetos inteligentes (que possibilitem uma relação associativa e conectiva com outros objetos); e, disponibilidade da biblioteca de objetos. Khemlani (2007) mostra que os arquitetos, muitas vezes, limitam as tarefas àquelas que podem ser executadas por um único aplicativo BIM. Tarefas colaborativas e capacidade de exportar e importar arquivos em formatos universais não são critérios significativos para a escolha de software BIM.

Estas considerações mostram que o uso de aplicativos BIM ainda aparece como um evento fragmentado (TOBIN, 2008). Nesta interpretação, (consolidada pelos usuários de aplicativos BIM para arquitetura) o desenvolvimento do projeto do edifício aparece como uma atividade fragmentada, estabelecida por produtos independentes produzidos por cada disciplina.

Segundo TOBIN (2008), o quadro atual retrata o estágio inicial do BIM, denominado de BIM 1.0. Este se caracteriza por um franco crescimento e difusão do uso de modelos BIM, ainda pouco vinculados a um crescimento nos padrões de interoperabilidade entre os aplicativos. Nestes, as troca de dados ocorrem, muitas vezes, baseadas em elementos puramente geométricos. Mesmo assim, a habilidade e a confiabilidade na troca de dados entre diferentes aplicativos têm crescido significativamente, nos anos recentes (KIVINIEMI *et. al.*, 2008).

2.2. Problemas de interoperabilidade

Outra questão que parece limitar o potencial do uso do BIM está na dificuldade em estabelecer uma correta interoperabilidade das informações do edifício. Para isso é de fundamental importância a implementação de um padrão de protocolo internacional de trocas de dados nos softwares e nos processos do projeto. O principal usado hoje é o *Industry Foundation Classes* (IFC). Todavia, de acordo com Kiviniemi *et. al.* (2008) o uso de padrões IFC atende a requisitos para certas tarefas, deixando, contudo, que muitas outras tarefas não sejam suportadas por esse formato. Um dos maiores obstáculos para a adoção do IFC é a perda de robustez na interface disponível nos softwares, tornando isso um grande obstáculo para um amplo e voluntário uso do IFC como protocolo preferido para troca de dados do edifício.

Ao mesmo tempo em que existe um desconhecimento por parte dos usuários sobre como, quando e quais são os propósitos do uso do IFC com os softwares disponíveis (KIVINIEMI *et. al.*, 2008), parece haver também um grande desinteresse das organizações da indústria da AEC pelo aperfeiçoamento do IFC. Isso, segundo Kiviniemi *et. al.* (2008), é em decorrência de que o conceito de BIM ainda não teve uma plena penetração no mercado e que o reuso de dados ainda é uma tarefa muito limitada. A maioria das companhias da indústria da AEC não considera o modelo baseado na integração como algo importante.

3. O ESTUDO DA EFICIÊNCIA DO USO DO IFC EM APLICATIVOS DE ARQUITETURA

Diante da importância da troca de informações entre diferentes aplicativos BIM o presente trabalho buscou identificar não conformidades nos fluxos de informações do modelo do edifício produzido por aplicativos BIM. O objetivo é verificar como dois aplicativos BIM, usados para projetos de arquitetura (**ArchiCAD 11** e **Revit 2008**), trabalham o recurso da interoperabilidade.

A escolha desses dois aplicativos se deu por serem os mais utilizados por escritórios de arquitetura, na atualidade. Esta escolha é sustentada por Kiviniemi *et al.* (2008) que mostra dados de uma pesquisa organizada pela Bentley Systems junto a um grupo de profissionais da AEC, em âmbito internacional. Esta pesquisa mostra o percentual de arquitetos que usam ou já usaram softwares BIM para o desenvolvimento de projetos de arquitetura. Nele o Revit aparece com 67%, o ArchiCAD com 31,69% e o terceiro colocado é o Bentley BIM que aparece com 14,79%.

3.1. Características do modelo

A primeira etapa do estudo consistiu em desenvolver um modelo digital de um edifício de multipavimentos nos aplicativos ArchiCAD e Revit. Para isso estabeleceu-se um projeto de baixa complexidade em que fosse possível encontrar os componentes de construção mais usados, como lajes, paredes, pilares, portas, janelas, paredes cortinas, coberturas, peças sanitárias e escada. Utilizou-se para este estudo uma casa de dois pavimentos (Figura 1) desenvolvida por Krygie, Demchak e Dzambazova (2008).

Durante o exercício de construção do modelo, em cada um dos aplicativos, comparou-se o conjunto das propriedades de alguns componentes estudados (Quadro 1). O que se observou é que não existe um padrão para classificação das propriedades dos objetos, pois diferentes aplicativos apresentam grupos de propriedades e unidades de medidas diferentes para mesmos objetos. O resultado é que o gerenciamento das propriedades dos objetos entre diferentes aplicativos torna-se uma atividade difícil, resultando em perdas na qualidade da troca de

dados entre diferentes softwares, mesmo utilizando o formato IFC de interoperabilidade.



Figura 1: Modelo geométrico arquitetônico utilizado

Com relação ao nível de detalhamento da geometria no modelo 3D o que se observa é que alguns objetos como, paredes, por exemplo, compõem-se de modelo misto entre objetos 3D parametrizados e modelos bidimensionais (Figura 2), não parametrizados. Esses modelos, embora possibilitem a redução do tamanho do arquivo (maior escalabilidade), inviabilizam colocar em prática o conceito de protótipo de edifício virtual (TOBIN, 2008), pois o “modelo virtual” é uma representação parcial do edifício.

ArchiCAD	Revit	ArchiCAD	Revit	ArchiCAD	Revit
Custo	Custo	Classe fogo	Taxa fogo	Operação IFC	Parâmetro IFC
Fabricante	Fabricante	Clas. acústica	–	Tam. porta	dimensões
Nota/comentário	Nota/comentário	Tx. trans.calor	–	Dim vão/fec.	–
N. de inventário	Cód. montagem	Localização	–	Sobredim. vão	–
N. de série	Modelo	Acessórios	–	Materiais	Materiais
–	Descrição	Acabamento	–	Moldura porta	–
–	Des. montagem	Envidraçado	–	Painel Porta	–
–	URL	Fechaduras	–	Detalhes porta	–
–	Palavra Chave	Ano produção	–	Represent. 2D	–
Tipo de grupo	Tipo de marca	Peso	–	Represent. 3D	–

Quadro 1 – Comparativo de propriedades do objeto porta no ArchiCAD e Revit

Este tipo de modelo do edifício (utilizado no ArchiCAD e Revit) não inclui informações de atributos de todas as partes da construção. Muitos dos componentes possuem suas partes detalhadas apenas em desenhos bidimensionais, não parametrizados e sem apresentar as propriedades dos objetos vinculadas ao modelo (Figura 2). Esses detalhes bidimensionais, embora possam ser interoperáveis (garantido pelo projeto XM-4 que adiciona a capacidade de troca de dados 2D do modelo de edifício virtual) não são parametrizados. Assim, o modelo perde qualidade, pois os detalhes representados em 2 dimensões não possuem a capacidade de estarem diretamente vinculadas ao modelo tridimensional.

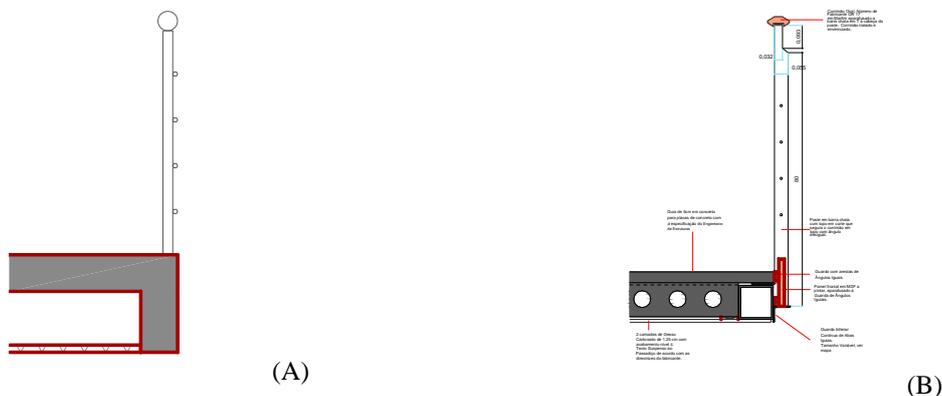


Figura 2: Nível de detalhamento de laje/ corrimão: (A) representação em 3D e (B) em 2D

Um exemplo clássico, representado na Figura 3, é o desenho de uma parede. Esta se constitui no modelo 3D, por um único objeto (não pode ser decomposto em suas partes elementares: enchimento, osso e revestimento) e assim não pode ser utilizado para simular etapas diferentes de construção do componente, num modelo 4D. A solução é utilizar recursos alternativos e demorados, como o proposto por Handler (2006).

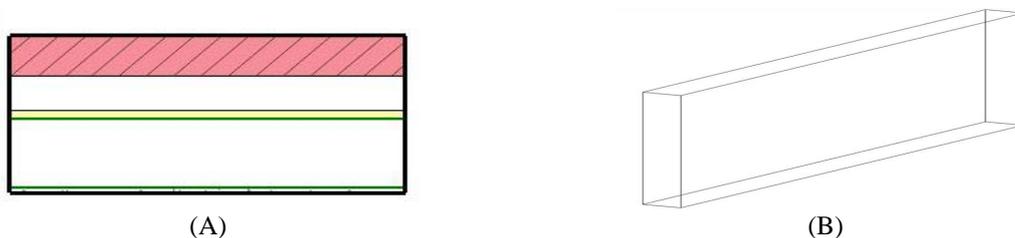


Figura 3: Nível de detalhamento do objeto parede: (A) representação em 2D e (B) representação em 3D

3.2. Processo de exportação/ importação dos modelos

Após a construção do edifício de multipavimento nos aplicativos ArchiCAD e Revit os modelos foram exportados no formato de arquivo IFC2x (versão 3) e posteriormente importados para os mesmos aplicativos e entre aplicativos. Cada modelo também foi importado em programas de visualização IFC. Os modelos exportados foram comparados com os originalmente desenvolvidos dentro de cada aplicativo buscando-se não conformidades.

Para quantificar a qualidade dos modelos importados utilizou-se um processo adaptado de Kiviniemi (2007) que consistiu em verificar a capacidade dos aplicativos de importar os principais componentes de construção (parede, coluna, laje, cobertura, porta, janela, parede cortina, corrimão, escada e peças sanitárias).

Na primeira etapa dos testes foram importados os arquivos IFC gerados no ArchiCAD e Revit para cada um desses aplicativos. Nesta etapa, foram identificados, para cada componente importado, se permaneceram preservadas a geometria, a disposição (localização do componente em planta) e as seguintes propriedades: materiais (nome dos materiais), código (para identificação do componente) e custo (apenas alguns componentes de construção tinham os custos indicados; paredes, colunas, lajes e coberturas não foram).

Para quantificar o sucesso da importação foi utilizado o seguinte procedimento: verificou-se em cada componente importado se os mesmos mantinham as características originais e comparou-se o número de componentes que mantiveram as propriedades originais com o número total de componentes. Chegou-se assim a um percentual que varia de 0% a 100%, na última situação o componente mantém as mesmas propriedades do modelo original.

No caso, por exemplo, das paredes, tinha-se um total de 57 unidades. Caso todas as paredes fossem importadas corretamente o resultado seria 100%. Falhas, mesmo que pequenas, foram registradas como erros na tradução. Para quantificação da escada e outros componentes unitários desmembrou-se nas suas “partes” (para a escada as partes são: estrutura, piso/espelho, balaústre e corrimão) e mediu-se a quantidade de partes preservadas.

Na segunda etapa dos testes os arquivos IFC foram importados por softwares de visualização geométrica (IFC Engine Viewer – Visualizador 1; Nemetschek IFC Viewer – Visualizador 2). O objetivo destes testes foi comparar a eficiência dos tradutores de importação de arquivos IFC usados pelos aplicativos estudados. Para simplificar os testes e uniformizar as análises foram usadas apenas as propriedades referentes à geometria dos edifícios.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após os testes a primeira conclusão é que efetivamente existem perdas na transferência de dados entre softwares, quando se usa o formato IFC2x (versão 3) de protocolo (Tabela 1). Para todos os processos de transferência de dados usados ocorrem perdas em informações do modelo. Constata-se que existem perdas de dados referentes à geometria, à disposição dos objetos em plantas e às propriedades dos objetos analisados. Para o Revit, por exemplo, apenas cerca de 30% dos dados referentes às características de materiais permanecem indicados nos modelos após serem importados dos arquivos no formato IFC.

Tabela 1 – Resultado da certificação de elementos construtivos

NÍVEL DE QUALIDADE DA IMPORTAÇÃO DE ARQUIVOS IFC GERADOS NO ARCHICAD E REVIT											
IFC2X3 GERADO NO ARCHICAD											
	Modelo gerado por arquivo IFC importado pelo ArchiCAD						Modelo gerado por arquivo IFC importado pelo Revit				
	Material	Disposição ¹	Código	Custo	Geometria		Material	Disposição ¹	Código	Custo	Geometria
Parede	100%	95%	97%	X	95% ²	Parede	100%	100%	100%	X	100%
Coluna	100%	100%	100%	X	100%	Coluna	100%	100%	100%	X	100%
Laje	100%	100%	100%	X	100%	Laje	100%	100%	100%	X	100%
Cobertura	100%	100%	100%	X	100%	Cobertura	100%	100%	100%	X	100%
Porta	100%	70%	100%	100%	100%	Porta	0%	66%	100% ³	100% ³	100%
Janela	0%	0%	0%	0%	0%	Janela	0%	0%	100% ³	100% ³	100%
Parede cortina	100%	100%	100%	100%	100%	Parede cortina	0%	100%	100% ³	100% ³	100%
Corrimão	100%	100%	100%	100%	100%	Corrimão	0%	100%	100% ³	0%	50% ⁴
Escada	100%	100%	0%	100%	100%	Escada	25% ⁵	100%	100% ³	100% ³	100%
Peças sanitárias	100%	100%	0%	100%	60%	Peças sanitárias	100%	100%	100% ³	100%	100%
TOTAL	90%	86%	69%	X	85%	TOTAL	52%	86%	100%	X	95%
IFC2 X3 GERADO NO REVIT											
	Modelo gerado por arquivo IFC importado pelo Revit						Modelo gerado por arquivo IFC importado pelo ArchiCAD				
	Material	Disposição	Código	Custo	Geometria		Material	Disposição	Código	Custo	Geometria
Parede	89%	100%	89%	X	100%	Parede	79%	100%	79%	X	100%
Coluna	0%	100%	0%	X	100%	Coluna	100%	100%	100%	X	100%
Laje	100%	100%	100%	X	100%	Laje	100%	100%	100%	X	100%
Cobertura	100%	100%	100%	X	100%	Cobertura	100%	100%	100%	X	100%
Porta	0%	100%	0%	0%	100%	Porta	0%	17% ¹	100%	0%	78%
Janela	0%	54%	0%	0%	77%	Janela	0%	38%	0%	0%	50% ⁷
Parede cortina	0%	60% ⁶	0%	0%	60% ⁶	Parede cortina	0%	100%	0%	0%	100%
Corrimão	0%	100%	0%	0%	100%	Corrimão	0%	100%	0%	0%	100%
Escada	0%	100%	0%	0%	100%	Escada	0%	75%	0%	0%	75% ⁸
Peças sanitárias	0%	80%	0%	0%	60%	Peças sanitárias	0%	80%	0%	0%	60%
TOTAL	29%	89%	29%	X	89%	TOTAL	38%	81%	48%	X	86%

Obs.: ¹ – as situações mais comuns ocorridas foram: o giro da porta desenhada em planta. Ao invés de abrir para dentro abria para fora, a porta/ janela estava incorretamente desenhada; ² – 5% das paredes apresentam pequenas falhas, mas são visíveis em 3D; ³ – códigos aparecem, porém correspondem a outras propriedades do objeto; ⁴ – as peças principais (balaustre e peitoril) aparecem, porém os cabos de aço na lateral não apareceram; ⁵ – materiais da estrutura foram especificados, porém, os pisos/ espelhos, balaustre e corrimãos não foram especificados; ⁶ – 40% das paredes cortinas aparecem elevadas alguns metros sobre a edificação; ⁷ – para as janelas não construídas em 3D, foram feitas apenas as aberturas dos vãos; ⁸ – o corrimão da escada não foi construído em 3D.

A geometria e a disposição dos objetos em geral são os mais importantes indicadores da espacialidade do objeto. Estes apresentam pequenos erros, cerca de 10%, o que não inviabiliza o bom entendimento do modelo do edifício. Porém, analisando a qualidade das propriedades dos materiais e custos verificou-se que existe uma perda de informação de cerca

de 20% no ArchiCAD e 60% no Revit. Essas perdas são significativas e podem inviabilizar o uso desses arquivos em aplicativos de análises de custos e de eficiência energética.

Na Tabela 2 os arquivos IFC foram importados para softwares de visualização. O que se observa nesta tabela é que enquanto os arquivos IFC gerados no ArchiCAD apresentam a visualização da sua geometria completa, alguns objetos do Revit apresentaram problemas na visualização. De uma maneira geral (com exceção do corrimão e da escada no visualizador 2), a maioria dos objetos apresenta uma boa visualização quando são importados para os programas de visualização IFC.

Tabela 2 – Resultado da certificação de elementos construtivos

NÍVEL DE QUALIDADE DE ARQUIVOS IFC IMPORTADOS POR VISUALIZADORES					
IFC2X3 GERADO NO ARCHICAD			IFC2 X3 GERADO NO REVIT		
	Geometria			Geometria	
	Visualizador 1	Visualizador 2		Visualizador 1	Visualizador 2
Parede	100%	100%	Parede	100%	77%
Coluna	100%	100%	Coluna	100%	100%
Laje	100%	100%	Laje	100%	100%
Cobertura	100%	100%	Cobertura	100%	100%
Porta	100%	100%	Porta	100%	100%
Janela	100%	100%	Janela	87%	100%
Parede cortina	100%	100%	Parede cortina	100%	100%
Corrimão	100%	100%	Corrimão	100%	0%
Escada	100%	100%	Escada	100%	25%
Peças sanitárias	100%	100%	Peças sanitárias	80%	80%
TOTAL	100%	100%	TOTAL	89%	78%

Um aspecto interessante de observar é que os erros na importação do modelo geométrico do edifício, seja pelo ArchiCAD, pelo Revit ou pelos visualizadores, ocorrem de forma diferenciada em cada aplicativo testado (Figura 4). Assim, um mesmo arquivo IFC que apresenta erros na construção da janela, quando importado pelo ArchiCAD, no Revit e nos visualizadores, não apresenta tais erros, mais sim outros erros.

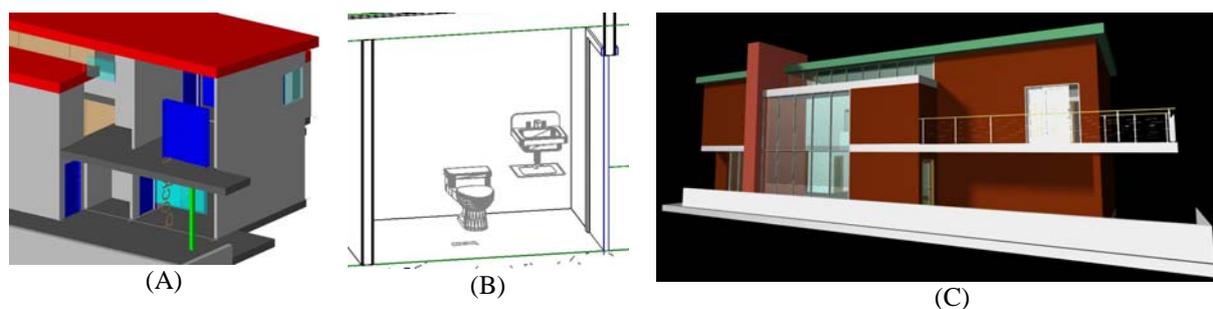


Figura 4: Erros de importação do modelo geométrico: (A) faltam paredes; (B) falta a banheira e (C) ausência de janelas (dormitórios, cozinha, banheiro, etc. – só aparecem paredes cortinas e portas)

Essas constatações explicitadas acima levam a conjecturar que os problemas detectados na leitura da geometria do edifício, pelos aplicativos tradutores de IFC são conjunturais da estrutura dos importadores. Caso fossem problemas na geração de dados dos arquivos IFC, os erros permaneceriam comuns, quando importados pelos softwares testados. Todavia, os testes efetuados ainda são iniciais, limitados, e não são suficientes para identificar a origem do erro (e nem é essa a intenção deste trabalho).

Modelos como o OPS, possibilitam uma maior precisão e eficiência no fluxo de informações entre diferentes profissionais de projeto além de permitir a consolidação de ambientes eficientes de colaboração (como o Asite). O desenvolvimento de sistemas como o OPS é uma saída inteligente para problemas de interoperabilidade e uso de formatos IFC, permitindo colaborar e trocar informações em todo o ciclo de vida do edifício, o que representa o principal ganho em usar o BIM.

Como exemplo clássico da eficiência do sistema OPS a ONUMA Inc. desenvolve, desde 2007, os BIMStorms (para Wong (2008) poderia ser chamado do “Woodstock” do BIM). O BIMStorm consiste numa experiência de projeto integrado num espaço virtual, baseado numa plataforma de colaboração BIM, acessível pela internet (que é oferecida gratuitamente pela OPS) (ONUMA, 2008). Nesses eventos participam equipes de diferentes países e experiências profissionais que juntos projetam, em poucas horas, vários edifícios para uma determinada localidade (em cada evento escolhe-se uma cidade com uma área de intervenção). As equipes incluem projetistas especializados em projetos e análises de edifícios, e, empregados do governo com experiência em legislação.

O modelo de servidor OPS funciona, segundo Wong (2008), como um repositório central que hospeda os projetos e as entradas de dados. Assim, cada equipe multidisciplinar troca informações da geometria do modelo, das análises de eficiência energética, das análises de custos e construtibilidade, etc. Em função dessa rica variedade de análises Wong (2008) mostra que foi possível incorporar aos modelos soluções sustentáveis como tetos verdes e fachadas com painéis solares. Além do mais, com o sistema OPS foi possível obter informações de projeto como a existência de zonas sísmicas, o tipo de solo, o código de edificações, perfil de acessos ao terreno e sistemas de transporte local.

O uso do sistema OPS serve como um repositório central baseado num padrão de informações global, aberto e interoperável, reduzindo-se às perdas e sobreposições de dados e possibilitando um ambiente de colaboração internacional e integração em tempo real entre as diferentes equipes de projeto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho, por meio de uma análise do uso do IFC para troca de dados de informações do edifício, detectou falhas no processo de transferência de informações do modelo do edifício. A partir das análises efetuadas chegou-se às seguintes conclusões:

- Existe uma perda na qualidade geométrica dos modelos quando são importados no formato IFC, porém essas perdas são limitadas a poucos componentes de construção e não comprometem o entendimento do modelo gerado;
- O perfil da perda da qualidade da informação geométrica em cada um dos aplicativos que importou o modelo IFC é diferente, o que leva a conjecturar que os problemas principais de tradução não estão na geração dos arquivos IFC, mas nos tradutores de importação, presentes nos aplicativos utilizados para os testes;
- Certas propriedades dos componentes de construção usados nos modelos, como código de identificação, material, disposição e custos também apresentam perdas quando são importados pelos aplicativos ArchiCAD e Revit. Estas perdas, em algumas situações, são significativas e poderiam inviabilizar o uso desses modelos em ferramentas de análises.

Outros aspectos importantes observados durante a construção do modelo de edifício são:

- Não existe um padrão para descrição e classificação das propriedades dos componentes de construção. Cada aplicativo BIM utiliza um padrão próprio de classificação de

propriedades dos objetos, o que dificulta a interoperabilidade dessas propriedades entre diferentes aplicativos;

- Ferramentas BIM voltadas para a arquitetura e disponíveis no mercado apresentam uma capacidade limitada para a construção de todas as partes do edifício num modelo 3D, com informações de atributos associadas a esse modelo. Muitos dos materiais e componentes são construídos manualmente e visíveis apenas em detalhes bidimensionais. Para esses casos, alterações efetuadas nos modelos 3D não são ajustadas automaticamente nos detalhes 2D. Assim, precisam ser alteradas manualmente (EASTMAN *et. al.* 2008).
- Se por um lado o uso de modelos 3D associados a modelos 2D melhora a escalabilidade do projeto (reduzindo o tamanho do arquivo e facilitando o seu manuseio); por outro, reduz também a capacidade de atualizações automáticas no modelo e a eficiência na simulação das etapas de construção do projeto e na avaliação de custos do modelo.

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). Como alternativa o presente trabalho mostrou que o emprego de sistemas de planejamento de informações do edifício, como o OPS, por exemplo, viabiliza a redução de inconformidades dos modelos IFC. Além do mais, muda a visão do processo de trabalho de projeto, tornando a atividade mais integrada, colaborativa, e com fluxo de informações mais eficientes. Assim, com a difusão de sistemas integrados do edifício é possível aumentar a interoperabilidade e possibilitar um uso do BIM mais inteligente, aproximando-se de um modelo desejado de protótipo do edifício, segundo a visão de TOBIN (2008).

REFERÊNCIAS

- COELHO, S.; NOVAES, C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: WORKSHOP NACIONAL DE GESTAO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUCAO DE EDIFICIOS, 8., 2008, São Paulo. *Anais...* São Paulo: EP-USP, 2008. p.1-10.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- HANDLER, L. Modeling Walls for Construction in Revit. **BIMx**, 10 dez. de 2006. Disponível em: <<http://bimx.blogspot.com/2006/10/modeling-walls-for-construction-in.html>>. Acesso em 05 dez., 2008.
- KHEMLANI, L. Top criteria for BIM solutions: AECbytes Survey Results. **AECbytes**, 10 de outubro de 2007. Disponível em: <<http://www.aecbytes.com/feature/2007/BIMSurveyReport.html>>. Acesso em: 29 de outubro de 2008.
- KIVINIEMI, A. Support for Building Elements in the IFC 2x3 Implementations based on 3rd Certification. Workshop Results, **VTT**, Finland, 2007. Disponível em: < www.coinsweb.nl/downloads/IFC_2x3_Data_Exchange.doc> Acesso em: 27 de novembro de 2008.
- KIVINIEMI, A.; TARANDI, V.; KARLSHØJ, J.; BELL, H.; KARUD, O. **Review of the Development and Implementation of IFC Compatible BIM**. ERABUILD FUNDING ORGANIZATIONS, 2008.
- KRYGIEL, E.; DEMCHAK, G.; DZAMBAZOVA, T. **Introducing Revit Architecture 2008: BIM for beginners**. Indianapolis: Sybex, 2007.
- ONUMA PLANNING SYSTEM (OPS). **ONUMA**, 16 fev. 2008. Disponível em : <<http://onuma.com/products/OnumaPlanningSystem.php>>. Acesso em 25 out. 2008
- TOBIN, J. Proto-Building: To BIM is to Build. **AECbytes**, 28 mai. 2008. Disponível em: <<http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding.html>> Acesso em: 3 out. 2008.
- WONG, K. The Summer of BIM (Tech Trends Column). **Cadalyst**, 1 abr. 2008. Disponível em: <[HTTP://aec.cadalyst.com/aec/article/articleDetail.jsp?id=507889&pageID=1&sk=&date=>](http://aec.cadalyst.com/aec/article/articleDetail.jsp?id=507889&pageID=1&sk=&date=>)>. Acesso em: 28 nov. 2008.