

# 1

## Introdução

“A utilização de tecnologias de informação na indústria da **Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC)** tem sido apontada como um dos caminhos para reduzir os desperdícios e ineficiências característicos desta indústria.” (PATACAS, 2012). No que tange à área de projetos, com os avanços tecnológicos e a existência de ferramentas computacionais cada vez mais potentes, há uma busca contante por uma maior eficiência no processo produtivo.

Aquele projeto que antes era criado na prancheta e que entrou na era digital com a criação de documentos eletrônicos, principalmente com a utilização da tecnologia CAD (*Computer Aided Design*) 2D e, posteriormente 3D, finalmente alcançou a era BIM (*Building Information Modeling*). Apesar de que o uso da tecnologia CAD ainda seja predominante no mercado, sem que esteja envolvida em um processo BIM, a nova tecnologia é, de acordo com Eastman et al. (2008), um dos mais promissores desenvolvimentos nas indústria AEC.

A crescente competitividade de mercado trouxe consigo a necessidade de redução de custos desnecessários e não previstos, a diminuição de prazos e assim, a otimização dos processos existentes na indústria AEC, que compreendem desde a concepção inicial dos projetos até a fase de construção e entrega do produto. “Atualmente, o processo de entrega se mantém fragmentado e depende de comunicação baseada em papéis.” (EASTMAN et al., 2008). Isto é, o modelo atual fundamentado nos sistemas CAD e em entregáveis de papel é bastante suscetível a erros, já que o que se tem são diversas pessoas e equipes trabalhando no mesmo projeto, com os mais variados arquivos e versões do mesmo nas diferentes disciplinas envolvidas, exigindo um controle rigoroso e enorme esforço pelas equipes de gestão e compatibilização de projetos.

Criou-se então a necessidade de abandonar o modelo de projeto hierárquico, o qual, segundo Florio (2007), é aquele que um líder decide, comanda e centraliza todo o processo, assumindo toda a responsabilidade para si do processo de projeto, e adotar um modelo de projeto colaborativo, no qual todos os envolvidos no desenvolvimento do projeto trabalham de forma integrada e coordenada de forma a colaborar (como a própria nomenclatura sugere) uns com os outros na criação e inserção de dados no projeto. Sendo assim, a prática do processo BIM e adoção de softwares baseados nesta tecnologia, se tornam necessários para a evolução como um todo na construção

civil.

No entanto, não é possível implantar um ambiente de trabalho colaborativo sem que haja uma iniciativa para lidar com comunicação entre os envolvidos. É cada vez mais comum a necessidade do desenvolvimento de projetos em que diferentes equipes, de diferentes países, devem trabalhar juntos de maneira colaborativa e simultânea.

A falta de padronização na indústria AEC, aliada à necessidade de abranger diferentes disciplinas de diferentes áreas, dificulta o desenvolvimento de softwares que possam atender todas as necessidades da indústria a nível global. Estes fatores ocasionam o surgimento de muitas ferramentas computacionais específicas para a execução de determinadas tarefas e estas ferramentas devem ser capazes de se comunicarem.

Segundo Eastman et al. (2008):

A grande vantagem de utilização das tecnologias de informação em qualquer tipo de projeto é a possibilidade de utilização de informação que foi processada com um dado objetivo inicial num contexto diferente. Para tal é necessário que os sistemas de informação envolvidos sejam interoperáveis, permitindo assim o reprocessamento dessa informação.

Com isso, surge um conceito que vem cada vez mais sendo abordado no mundo todo: a interoperabilidade. Buscando cada vez mais possibilitar a adoção de um melhor fluxo de trabalho nos processos BIM, em ambiente cada vez mais colaborativo, criou-se um formato neutro que visa armazenar informações que envolvem todo o ciclo de vida de qualquer empreendimento no contexto da indústria AEC. Este formato de arquivo é denominado *Industry Foundation Classes* (IFC).

Neste trabalho, propõe-se a avaliação de interoperabilidade para modelo físico-estrutural de estrutura de concreto armado entre diversos softwares que podem estar inseridos em processos BIM utilizando o IFC como formato neutro de arquivo para intercâmbio de informações.

## 1.1 Motivação

Com a crescente busca por adoção da metodologia BIM em projetos da indústria AEC, tendo em vista todas as vantagens que esse processo pode trazer ao projeto quando devidamente implantado, surge também a necessidade de comunicação e compatibilidade entre as ferramentas computacionais utilizadas no processo.

Considerando que a proposta principal da metodologia BIM é de promover a desfragmentação do processo de desenvolvimento de projeto com a utilização de um modelo único, paramétrico, onde todas as informações de todo o ciclo de vida do empreendimento devem estar contidas, surge a necessidade da utilização de um formato neutro (IFC) de troca de arquivo como base para um processo centralizado e interoperável, buscando a prática do OpenBIM<sup>1</sup>.

Quando se trata de interoperabilidade entre softwares envolvidos em um processo tão amplo, cheio de informações relacionadas às diversas áreas dentro da indústria AEC, surgem diversas barreiras que devem ser transpostas e dúvidas a serem esclarecidas.

A respeito, mais especificamente, do intercâmbio de informações entre arquitetos e engenheiros estruturais em processos BIM, surgem dúvidas a respeito de como é realizada a conciliação dessas duas disciplinas em um só modelo, como o IFC lida com a redundância de informações, como é capaz de representar de diferentes maneiras o mesmo objeto (entidade) dentro do modelo IFC e o quão consistente esse modelo pode ser.

Com a realização de uma avaliação de interoperabilidade utilizando o IFC entre os principais softwares utilizados nos processos BIM para a troca de informações entre arquitetos e engenheiros estruturais de um modelo de estrutura de concreto armado criado no *Autodesk Revit*, em diversos casos de troca categorizados pela classificação dos aplicativos em Plataforma BIM ou Ferramenta BIM, de acordo com conceitos apresentados por Eastman et al. (2008), será possível saber até que ponto é válida e viável a utilização do IFC como formato padrão para interoperabilidade, dentro do contexto abordado.

## 1.2 Objetivo

Evidenciar a partir de observações realizadas em cima de modelo de informação da construção (BIM) criado no *Revit*, quais as maiores dificuldades que podem ser encontradas em cada caso de intercâmbio de informações avaliado no presente estudo.

Os casos investigados e avaliados compreendem desde troca de informações entre plataformas BIM de modelagem ao intercâmbio entre estas e ferramentas BIM de análise estrutural, buscando documentar os problemas que surgirem e procurar soluções para estes (quando possível), demonstrando,

<sup>1</sup>Abordagem universal ao projeto colaborativo, execução e operação de construções baseado em padrões abertos e fluxos de trabalho. É uma iniciativa de várias empresas de softwares que utilizam o modelo aberto de dados da *buildingSMART*.

ainda, as particularidades dentro do *schema*<sup>2</sup> IFC gerado e quais as etapas que devem ser seguidas a fim de se obter um modelo IFC válido e otimizado para os processos *openBIM*.

### 1.3

#### Hipóteses

A investigação e avaliação do formato IFC como base da interoperabilidade parte do pressuposto de que esse formato neutro, como mostrado por Muller (2011), apresenta deficiências e ainda não atingiu um grau de eficiência e confiabilidade aceitável.

Acredita-se também que alguns problemas surgirão no intercâmbio de informações entre plataformas BIM de modelagem e ferramentas BIM de análise estrutural, já que apresentam diferentes funcionalidades e representações.

### 1.4

#### Escopo

Para o presente trabalho, houve a preocupação em criar um modelo basicamente estrutural de concreto armado e incluir nesse os elementos mais simples e comumente utilizados nestas estruturas. Essa modelagem foi toda realizada utilizando a plataforma BIM de modelagem *Autodesk Revit 15*.

Não houve preocupação em aplicar carregamentos normativos à estrutura criada e tão pouco foi realizado qualquer tipo de cálculo para pré-dimensionamento da estrutura investigada, já que, para este estudo, não seria relevante.

O intercâmbio de informações foi testado em apenas uma direção em cada caso criado, a fim de avaliar as trocas singulares sempre partindo de um único modelo criado e exportado pelo *Revit* para o IFC, e importado por cada software descrito em cada um dos casos.

Foi utilizado como formato neutro padrão para viabilizar a interoperabilidade entre os softwares envolvidos em processos BIM o IFC 2x3 baseado na MVD *Coordination View 2.0*. O IFC4, versão mais recente lançada, segundo buildingSMART (2015a), em 12/03/2013, não foi avaliado por ainda não estar implementado nas ferramentas computacionais usadas neste trabalho.

<sup>2</sup>Na ciência da computação, consiste em um *template* utilizado no campo de algoritmos genéticos que identificam um subconjunto de *strings* (tipo de dado que tradicionalmente armazena uma sequência de caracteres) que apresentam similaridades em certas posições. Quando se refere a um banco de dados, apresenta a organização deste e como foi construído.

## 2

### Trabalhos Relacionados

Neste capítulo são apresentados de maneira sucinta e cronologicamente ordenados alguns trabalhos relacionados, encontrados na literatura. Foram selecionados aqueles que igualmente buscam avaliar ou estudar a interoperabilidade dentro de processos BIM utilizando o formato IFC2X3, trocando informações que envolvem o domínio estrutural.

O objetivo é identificar o estado de desenvolvimento da área no que se refere à questão da interoperabilidade, visando localizar os pontos em que este trabalho pode contribuir.

#### 2.1

##### ANDRADE E RUSCHEL (2009)

Andrade e Ruschel (2009) buscaram avaliar a interoperabilidade entre as plataformas BIM de modelagem, *Autodesk Revit Architecture 2008* e *Graphisoft ArchiCAD 11*, fazendo uso do IFC dentro de um contexto arquitetônico. Para isso, foi modelada uma edificação multi-pavimento em ambos os softwares e analisado o intercâmbio de informações entre eles, com o auxílio de visualizadores IFC (*IFC Engine Viewer* e *Nemetschek IFC Viewer*), visando reportar possíveis falhas.

Ao final dos testes, foi reportada perda na qualidade geométrica dos modelos quando importados no formato IFC, sendo que o mesmo modelo apresentou falhas divergentes na importação realizada por cada programa analisado, levando a conclusão de que o principal problema está relacionado aos tradutores de importação implementados nos softwares em questão.

#### 2.2

##### JEONG (2009)

Jeong et al. (2009) executou testes de intercâmbio de informação entre ferramentas computacionais BIM utilizando um pequeno, porém complexo modelo.

O modelo utilizado para o *benchmark*<sup>1</sup> era composto de diferentes tipos de membros, com variados materiais associados e geometrias complexas. Os

<sup>1</sup>Em computação, é o ato de executar um programa de computador, um conjunto de programas ou outras operações, a fim de avaliar o desempenho relativo de um objeto, normalmente executando uma série de testes padrões e ensaios nele.

elementos estruturais incluíam pré-fabricados de concreto, membros de aço e concreto armado fabricado “in locu”.

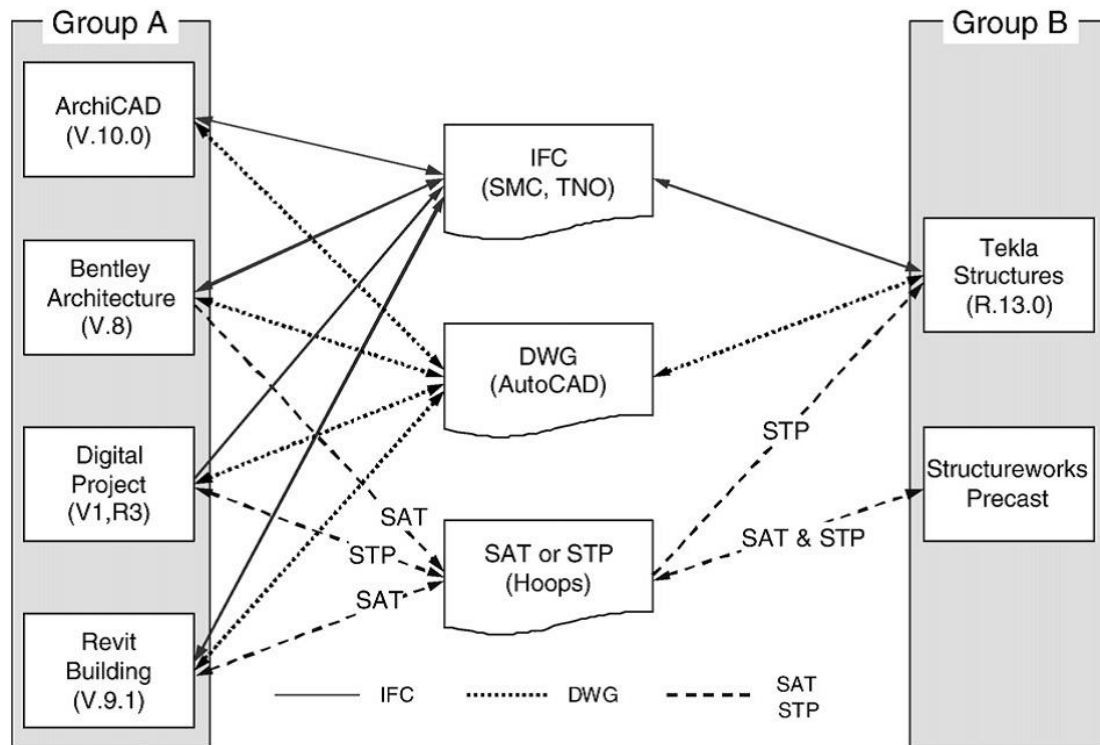


Figura 2.1: Intercâmbio de informação detalhado, retirado de Jeong et al. (2009).

Foram realizados diversos testes com o propósito de explorar o atual estado da arte da interoperabilidade de dados utilizando formatos como o IFC e o SAT (Figura 2.1) . Para avaliar o intercâmbio de informações, foram utilizados dados advindos da troca de modelo BIM entre arquitetos e fabricantes, dando ênfase ao domínio das fachadas arquitetônicas pré-moldadas de concreto.

A metodologia utilizada por Jeong et al. (2009), como demonstrada na Figura 2.2, constituiu-se basicamente de duas etapas, divididas em alguns passos.

Na primeira etapa, o mesmo modelo foi criado em cada uma das plataformas BIM de modelagem arquitetônica e exportados para IFC. Logo após, os arquivos IFC foram testados através da utilização de visualizadores independentes de IFC e posteriormente importados de volta pelos mesmos softwares.

Em um segundo momento, foi avaliada a troca de dados entre as ferramentas computacionais do Grupo A e as do Grupo B (especificadas na Figura 2.1).

Ao final de sua avaliação de interoperabilidade, Jeong et al. (2009) encontrou diversas limitações no que tange à troca de informação relacionada às

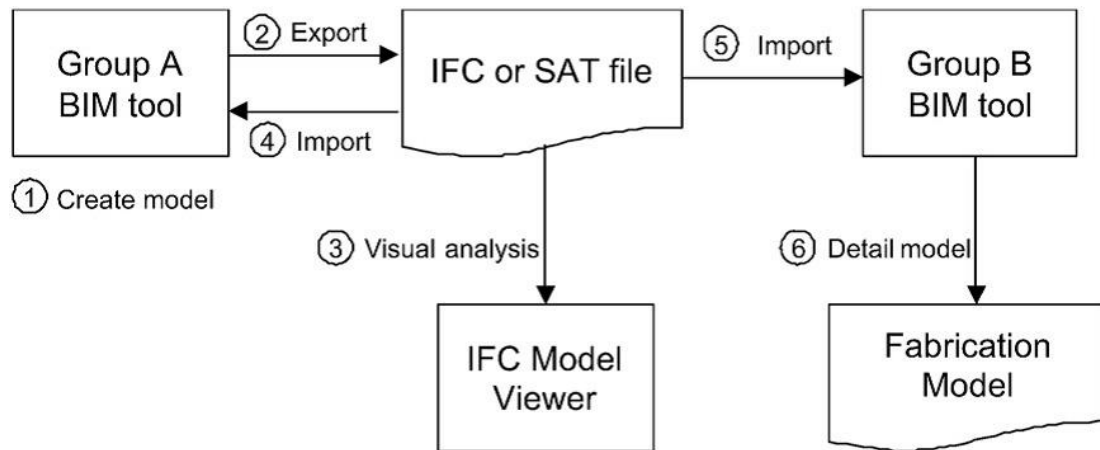


Figura 2.2: Método experimental e processo para testar o suporte de tradutores de intercâmbio, retirado de Jeong et al. (2009).

formas geométricas e outros dados semanticamente significativos, afirmando ainda que o formato IFC é o único candidato para um intercâmbio de informação eficiente para estes dados, apesar de um longo caminho de aprimoramentos pela frente.

### 2.3

#### MULLER (2011)

Muller (2011) propõe o estudo da interoperabilidade entre sistemas Computer Aided Design (CAD) de projeto estrutural de estruturas de concreto armado e sistemas Building Information Modeling (BIM) com o objetivo geral de fazer sugestões para o desenvolvimento da interoperabilidade através do IFC.

O sistema CAD de projeto estrutural e o modelador BIM avaliados por Muller (2011) foram, respectivamente, o *TQS* e o *Revit Structure*, utilizando também, como visualizador IFC, o *Solibri Model Viewer*.

Em seus experimentos, Muller (2011) utilizou o modelo de exemplo MOD-Padrão do sistema TQS 15 e criou modelo semelhante no ambiente do *Revit Structure*. Feito isso, buscou avaliar o intercâmbio de informações entre os softwares utilizando o IFC, em um fluxo determinado pela Figura 2.3, onde não foi possível a comunicação de dados de forma bidirecional, já que o TQS não foi capaz de importar IFC, além de ter sido relatada uma série de perdas de informação no processo.

### 2.4

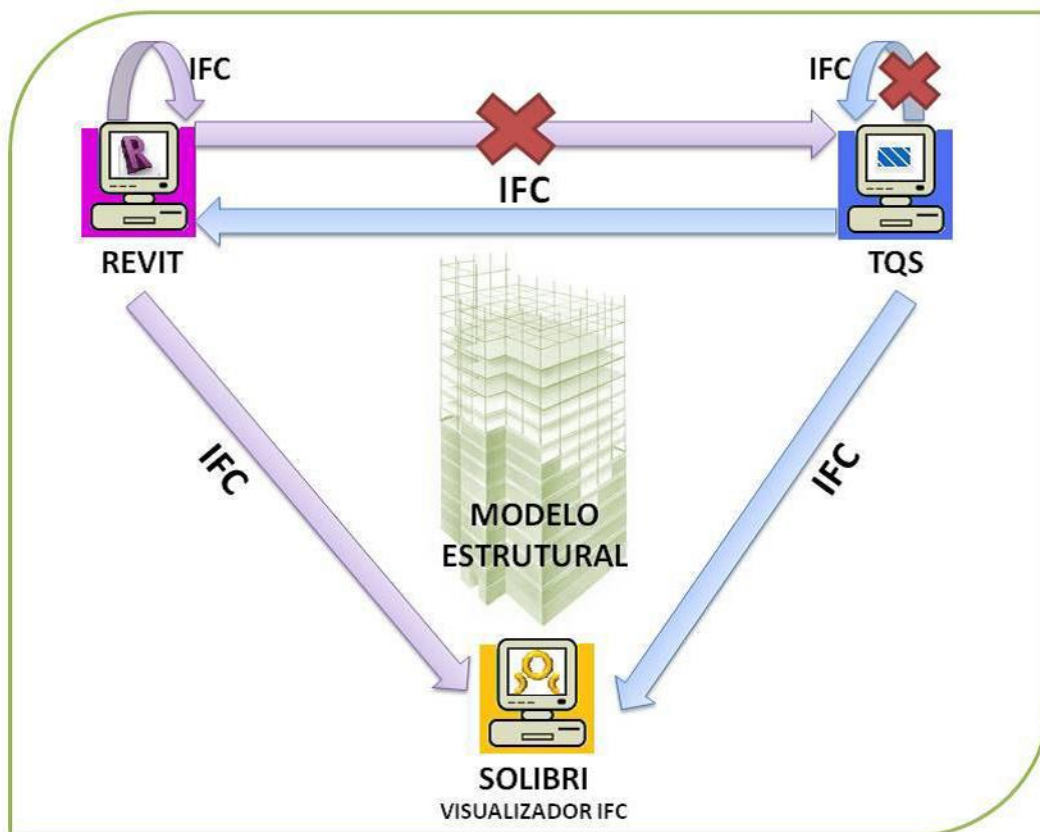


Figura 2.3: Resumo dos experimentos de interoperabilidade, retirado de Muller (2011).

### CARVALHO (2013)

Carvalho (2013) avalia os resultados obtidos pela importação e exportação de modelo de edifícios elaborado em sistema CAD/BIM no formato IFC e alguns formatos peculiares de trocas específicas, mediante fluxos de intercâmbio de informações estabelecidos pelo autor, nos quais são analisadas algumas ferramentas computacionais em um contexto que compreende projetos estruturais e arquitetônicos. O autor procura apontar as principais dificuldades encontradas no processo a fim de contribuir para uma melhora na eficácia de interoperabilidade utilizando o formato neutro, sugerindo mudanças ou correções.

Apesar da semelhança com o presente trabalho, Carvalho (2013) aborda de forma diferenciada a avaliação de interoperabilidade, dividindo os softwares a serem testados em quatro grupos, tendo como critério de separação, as disciplinas e fases de projeto aos quais estes podem estar relacionados.

No contexto atual, onde um único software pode estar relacionado a diferentes disciplinas e fases de projeto, a abordagem utilizada por Carvalho



(2013) torna-se incompatível, havendo necessidade de separar as ferramentas computacionais pelo nível de funcionalidade e abrangência de informações que são capazes de gerenciar.

O autor também não dá exclusividade para avaliação de interoperabilidade com o formato IFC, avaliando também formatos como o RVT<sup>2</sup> e RTQ<sup>3</sup> por exemplo, o que é contraditório quando se busca implantar um ambiente interoperável através da utilização de padrões abertos de troca de arquivo.

Fluxo	Saída	Entrada	Arquivo
1	Revit Architecture 2011	Solibri Model Viewer 7.0.0.220	IFC2X3
2	Revit Architecture 2011	Nemetschek IfcViewer v1.2	IFC2X3
3	ArchiCAD 14	Solibri Model Viewer 7.0.0.220	IFC2X3
4	ArchiCAD 14	Nemetschek IfcViewer v1.2	IFC2X3
5	Revit Architecture 2011	Revit Structure 2011	IFC2X3
6	ArchiCAD 14	Revit Structure 2011	IFC2X3
7	Revit Architecture 2011	Revit Structure 2011	RVT
8	Revit Structure 2011	Solibri Model Viewer 7.0.0.220 Nemetschek IfcViewer v1.2	IFC2X3
9	Revit Structure 2011	CAD/TQS v16	RTQ
10	Revit Structure 2011	CypeCAD 2010	IFC2X3
11	Revit Structure 2011	Tekla Structures v16	IFC2X3
12	ArchiCAD 14	CAD/TQS v16	NO
13	ArchiCAD 14	CypeCAD 2010	IFC2X3
14	ArchiCAD 14	Tekla Structures v16	IFC2X3
15	CAD/TQS v16	Revit Architecture 2011	IFC2X3
16	CypeCAD 2010	Revit Architecture 2011 & ArchiCAD 14	NO
17	Tekla Structures v16	Revit Architecture 2011	IFC2X3
18	Tekla Structures v16	ArchiCAD 14	IFC2X3

Figura 2.4: Resumo dos experimentos de interoperabilidade do estudo, retirado de Carvalho (2013).

Após uma verificação geral sobre o uso de arquivo no formato IFC como elemento de comunicação entre sistemas que propõem a difusão do BIM para troca de informação entre softwares, Carvalho (2013) identificou muitas inconformidades que prejudicam uma operação completa de implementação dessa metodologia com uso corrente em ambientes de trabalho de projeto para a construção civil, principalmente sob os quesitos avaliados.

<sup>2</sup>Extensão de arquivo associada ao *Revit*.

<sup>3</sup>Extensão de arquivo desenvolvida para exportar modelos do TQS (software de análise, dimensionamento e detalhamento estrutural) que sejam capazes de serem importados pelo *Revit* através da utilização de plugin específico.

## 2.5 FERNANDES (2013)

Em seu trabalho, Fernandes (2013) buscou avaliar a interoperabilidade, bem como o nível de automatização possível de se alcançar no processo de análise estrutural, através da criação de dois modelos (figuras 2.5 e 2.6), sempre focando para a exemplificação de possíveis métodos de trabalhos BIM.

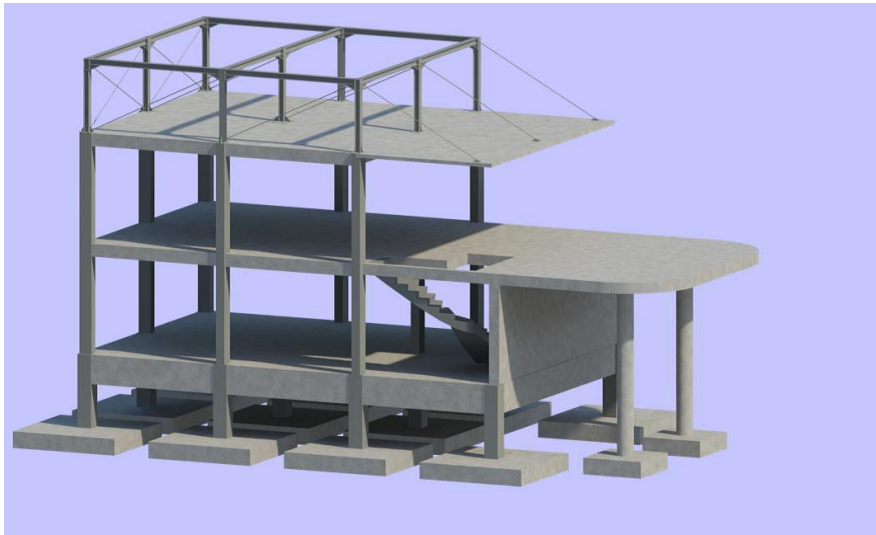


Figura 2.5: Modelo estrutural relativo ao trabalho desenvolvido para o primeiro caso de estudo, retirado de Fernandes (2013).



Figura 2.6: Render 3D do balneário que se apresenta como o segundo caso de estudo, retirado de Fernandes (2013).

Assim, Fernandes (2013) estabeleceu dois casos de estudo procurando documentar a melhor metodologia a ser adotada para o intercâmbio de

informações com a finalidade de se elaborar um projeto estrutural. Para isto, o autor faz uma comparação entre os resultados obtidos através da transferência de dados direta, como é possível na relação entre o *Revit* e o *Robot* (possuem funções internas que permitem tal integração), e indireta, através da utilização do formato aberto IFC, para os dois casos de estudo.

Os softwares utilizados no referido estudo foram o *Revit 13*, o *Tekla Structures 18.1*, o *ArchiCAD 16* e o *Robot Structural Analysis 2013*.

Ao final de seu trabalho, Fernandes (2013) conclui que o intercâmbio de informações através da integração direta, entre os softwares avaliados, dentro de um contexto BIM, ocorre de maneira fácil e eficaz, enquanto que através da utilização do formato IFC uma série de informações foram perdidas. Fernandes (2013) afirma também que ainda há um grande caminho de desenvolvimento pela frente para que o formato neutro possa atender as necessidades da indústria AEC.

## 2.6 PINHO (2013)

Pinho (2013) propõe a investigação de entidades IFC que permitam a definição estrutural de elementos pela sua definição analítica, além do estudo dos níveis atuais de interoperabilidade para o intercâmbio de dados, enfatizando a aplicabilidade dentro do domínio das estruturas.

Foram elaborados casos de estudo de transferência de dados entre os softwares analisados utilizando três modelos simples de estruturas (por ordem crescente de complexidade: pilar, pórtico e estrutura porticada). Os softwares utilizados para a execução dos testes foram *Revit 2013*, *Robot 2013*, *ArchiCAD 16* e *Tricalc 7.4*, sendo avaliados tanto o intercâmbio de informações através da utilização do formato IFC2x3, quanto pela passagem direta de dados entre os programas.

Os resultados obtidos a partir dos testes de intercâmbio de informações entre as ferramentas computacionais analisadas, como demonstrado na Figura 2.7, apresentam diversas falhas e revela uma interoperabilidade ainda deficiente e insuficiente face às exigências atuais, fato que, segundo Pinho (2013), caso os distribuidores de softwares continuem a desperdiçar as potencialidades do IFC, pode conduzir o formato de troca para uma queda no domínio do obsoleto.

## 2.7 Conclusão do Capítulo

Após a análise dos trabalhos relacionados, conclui-se que nenhum deles dá exclusividade à avaliação de interoperabilidade nos processos BIM utilizando

Casos	Origem	Destino	Informação na Origem	Informação no Destino			
				Via Directa		Via IFC2X3	
A	Revit Architecture (imagem)	Robot	Geometria <input checked="" type="checkbox"/> Materiais <input checked="" type="checkbox"/> Ligações <input checked="" type="checkbox"/> Apoios <input checked="" type="checkbox"/> Cargas <input checked="" type="checkbox"/> Níveis <input checked="" type="checkbox"/>	Geometria Materiais Ligações Apoios Cargas Níveis	T T S S P T	Geometria Materiais Ligações Apoios Cargas Níveis	T P S S N P
B	Revit Structures	Robot	Geometria <input checked="" type="checkbox"/> Materiais <input checked="" type="checkbox"/> Ligações <input checked="" type="checkbox"/> Apoios <input checked="" type="checkbox"/> Cargas <input checked="" type="checkbox"/> Níveis <input checked="" type="checkbox"/>	Geometria Materiais Ligações Apoios Cargas Níveis	T T T T P T	Geometria Materiais Ligações Apoios Cargas Níveis	T P T* N N P
C	Robot	Revit Architecture	Geometria <input checked="" type="checkbox"/> Materiais <input checked="" type="checkbox"/> Ligações <input checked="" type="checkbox"/> Apoios <input checked="" type="checkbox"/> Cargas <input checked="" type="checkbox"/> Níveis <input checked="" type="checkbox"/>	Geometria Materiais Ligações Apoios Cargas Níveis	T T N T N T	<b>X</b>	X
D	Robot	Revit Structures	Geometria <input checked="" type="checkbox"/> Materiais <input checked="" type="checkbox"/> Ligações <input checked="" type="checkbox"/> Apoios <input checked="" type="checkbox"/> Cargas <input checked="" type="checkbox"/> Níveis <input checked="" type="checkbox"/>	Geometria Materiais Ligações Apoios Cargas Níveis	T N T T N T	<b>X</b>	X
E	Revit Structures	Revit Structures Archicad	Geometria <input checked="" type="checkbox"/> Materiais <input checked="" type="checkbox"/> Ligações <input checked="" type="checkbox"/> Apoios <input checked="" type="checkbox"/> Cargas <input checked="" type="checkbox"/> Níveis <input checked="" type="checkbox"/>	/	-	Geometria Materiais Ligações Apoios Cargas Níveis	T P N N N P
F	Archicad	Tricalc	Geometria <input checked="" type="checkbox"/> Materiais <input checked="" type="checkbox"/> Ligações <input checked="" type="checkbox"/> Apoios <input checked="" type="checkbox"/> Cargas <input checked="" type="checkbox"/> Níveis <input checked="" type="checkbox"/>	/	-	Geometria Materiais Ligações Apoios Cargas Níveis	T P T* S S P
G	Tricalc	Archicad Revit Robot	Geometria <input checked="" type="checkbox"/> Materiais <input checked="" type="checkbox"/> Ligações <input checked="" type="checkbox"/> Apoios <input checked="" type="checkbox"/> Cargas <input checked="" type="checkbox"/> Níveis <input checked="" type="checkbox"/>	/	-	Geometria Materiais Ligações Apoios Cargas Níveis	T P N N N P
H	Tricalc	Tricalc	Geometria <input checked="" type="checkbox"/> Materiais <input checked="" type="checkbox"/> Ligações <input checked="" type="checkbox"/> Apoios <input checked="" type="checkbox"/> Cargas <input checked="" type="checkbox"/> Níveis <input checked="" type="checkbox"/>	/	-	Geometria Materiais Ligações Apoios Cargas Níveis	T P P N N T
I	IFC4	Revit Robot Archicad Tricalc	Geometria <input checked="" type="checkbox"/> Materiais <input checked="" type="checkbox"/> Ligações <input checked="" type="checkbox"/> Apoios <input checked="" type="checkbox"/> Cargas <input checked="" type="checkbox"/> Níveis <input checked="" type="checkbox"/>	<b>X</b>	X	/	-

Informação na Origem:  - Introduzida;  - Não Introduzida  
 Classificação dos níveis de interoperabilidade da informação: T – Transferida; P – Parcialmente transferida ou modificada; N – Não transferida; S – Sem aplicação prática; X – Incompatibilidade;  
 / – Não aplicável; \* – Informação adicionada pelo programa destino.

Figura 2.7: Resumo dos resultados obtidos a partir dos testes de interoperabilidade, retirado de Pinho (2013).

o IFC, fazendo uso de outros formatos, em alguns casos, para que a troca de informações possa ocorrer, como pode ser observado no trabalho de Carvalho (2013), ou ainda, da transferência de informação via direta (API), como mostrado por Pinho (2013) e Fernandes (2013). Nota-se também que diferentes abordagens foram feitas para dividir os softwares utilizados nas avaliações realizadas.

Diferentemente do que já foi apresentado, o presente trabalho contempla uma avaliação de interoperabilidade baseada exclusivamente no IFC2x3 como formato padrão aberto e neutro para intercâmbio dentro de processos BIM em um contexto que envolve modelagem e análise estrutural, contando ainda com uma abordagem diferenciada na divisão dos softwares analisados, utilizando conceitos documentados por Eastman et al. (2008) e dando ênfase à abrangência e nível de funcionalidade das ferramentas computacionais inseridas no processo.

Levando em consideração que o IFC vêm sendo constantemente desenvolvido e implementado nas ferramentas computacionais analisadas, este trabalho contribui também para o acompanhamento da evolução da consolidação do formato IFC como padrão para troca de informações na indústria AEC, com a avaliação de versões mais recentes dos softwares anteriormente apresentados pelos autores relacionados.