



Análise de ferramenta de desenvolvimento de projetos complementares para emprego do BIM

Complementary projects development software analysis for usage of BIM technology

BUSO, Paola Medeiros; **MENEGHATI**, Thiago Odia

Pós-graduandos em Gestão de Projetos em BIM – Instituto IDD Curitiba

RESUMO

A crescente evolução dos hardwares nos últimos anos, aliada a necessidade de inovação na Indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção, permitiu grande acúmulo de informações em um único local para melhor gestão da informação. Esta nova realidade associada à pequena quantidade de ferramentas que elaborem cálculo de instalações complementares com base em parâmetros normativos brasileiros, tais como elétrica e hidrossanitária, fomentou a necessidade de validação de software que permitam operação em *Building Information Modeling*. Selecionou-se o QiBuilder da AltoQi, uma vez que esta é uma ferramenta de cálculo e dimensionamento de projetos complementares e possibilita exportação para IFC – extensão universal largamente utilizada para facilitar a interoperabilidade de plataformas – para validação de software perante as necessidades mínimas exigidas pela tecnologia BIM.

Palavras-chave: BIM, AltoQi, IFC, interoperabilidade.

ABSTRACT

The great hardware evolution in the past years, associated with a need to innovate the Architecture, Engineering and Construction Industry, enabled a larger gathering of data in one place for better information management. With little available tools able to calculate the necessary information of electric and hydraulic projects based on Brazilian standards, emerged the need to validate softwares made for that use into Building Information Modeling. The QiBuilder from AltoQi was selected considering that it calculates and dimensions complementary projects, besides containing the function to export to IFC – universal extension to ease the platform interoperability – to validate the software towards the minimum requirements of BIM technology.

Keywords: BIM, AltoQi, IFC, interoperability.

1. INTRODUÇÃO

O processo de elaboração de projetos passou por diversas grandes mudanças nas últimas décadas, desde os desenhos bidimensionais à mão, desenhos também em duas dimensões gerados com o auxílio de ferramentas CAD (*Computer Aided Design*), até as representações tridimensionais de projetos.

Nos últimos anos, porém, nos deparamos cada vez mais com uma realidade diferente, devido às rápidas transformações dos softwares e *hardwares*, aliada à necessidade imposta do mercado em otimizar os processos na construção civil. Nesta nova realidade

a Modelagem da Informação da Construção ganhou espaço no cenário nacional e internacional.

Este novo processo utiliza não mais informações bi ou tridimensionais, mas, n-dimensionais, uma vez que maior quantidade de informações é associado ao modelo, além de alocar em um só modelo integrado todas as características pertinentes à construção e operação da edificação.

EASTMAN, C., *et al* (2008) traduz o BIM (*Building Information Modeling*) como modelos gerados em computador contendo informações precisas de geometria e informações pertinentes ao suporte da construção, fabricação e aquisição de atividades pela qual a construção é realizada. Portanto engloba desde uma ação colaborativa até a compatibilização interdisciplinar e extração de quantitativos e planejamento da obra, todos estes processos ocorrendo em fase anterior à construção, trazendo a tomada de decisões durante a etapa de modelagem, principalmente reduzindo os custos de construção.

A realidade nacional ainda é estreitamente representada pela utilização de softwares BIM, sendo que destes, a maior parte são softwares de modelagem e gestão de informações, sendo softwares com fundamentação nas normativas brasileiras pouco utilizados.

Este seria um dos motivos que gera falta de incentivo da indústria de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) nacional para aplicar esta nova metodologia e consequentemente falta de softwares que realizem os cálculos perante as normativas nacionais e exportem em formato compatível para a implantação do BIM, o IFC. Dentro do panorama de projetos, ou modelagem, as áreas mais defasadas de softwares com interface BIM e dimensionamento de sistemas, as áreas de instalações elétricas, hidrossanitárias e correlatas.

A presença de ferramentas que operem com sucesso em formato IFC (*Industry Foundation Classes*) traria benefícios indiretos, como possibilitar que licitações sejam realizadas sem vínculo com software específico e fomentando maior utilização da plataforma BIM na Indústria AEC.

2. OBJETIVO PRINCIPAL

Validar se a plataforma nacional de elaboração de projetos QiBuilder, exporta as informações para IFC de forma suficiente para identificá-la como uma ferramenta BIM.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar as funcionalidades do software QiBuilder;

Indicar as dificuldades na exportação do modelo do QiBuilder para IFC;

Apontar as divergências entre os modelos na plataforma AltoQi e outro em formato IFC.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com a Associação dos Escritórios de Arquitetura do Brasil (AsBEA), além dos requisitos construtivos a constarem no modelo, o que seria uma premissa básica de projeto em qualquer plataforma – seja ela BIM ou não –, tem que ser levados em consideração os requisitos específicos do BIM, como o LOD (*Level Of Development*), ou Nível de Desenvolvimento do modelo.

Os modelos desenvolvidos com necessidade de coordenação e documentação tem requisitos inferiores aos modelos utilizados para extração de quantitativos e orçamento de obra. Em ambos os casos as informações dos elementos construtivos são importantes, porém, se for necessária extração de quantitativos deve-se atentar para manter determinado padrão de inserção da informação no modelo, que envolve, dentre outros, a nomenclatura dos arquivos, documentos e bibliotecas.

3.1 DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA PARA ENTREGA DO PROJETO

Como as etapas de desenvolvimento do modelo devem seguir uma sequência, partindo do menor detalhamento até o maior detalhamento, ou detalhamento executivo, deve-se abordar o que é considerado em cada etapa de desenvolvimento do modelo, ou *Level of Development* (LOD).

De acordo com o *Building Information Modeling Standards Manual*, DASNY, *Construction Division*, os LOD são definidos entre 100, 200, 300, 400 e 500, sendo esta a ordem crescente de detalhamento necessária, podendo em alguns casos haver LOD 350 para representar uma etapa intermediária entre o nível 300 e 400.

O nível de detalhamento LOD 100 inclui os elementos de forma genérica, utilizados para estudos de massa, viabilidade ou de conceito da construção. Nesta etapa localização e orientação são muito importantes. Apenas áreas e volumes de forma geral são gerados como quantitativos.

No detalhamento LOD 200 as formas genéricas de volume e área são substituídas por componentes genéricos de cada uma das disciplinas envolvidas. Nesta etapa é possível realizar análises básicas de sistemas e quantitativos de elementos podem ser extraídos.

A próxima etapa de detalhamento, LOD 300, as formas genéricas passam a ser especificadas em detalhe suficiente para análise detalhada do sistema, porém sem as informações necessárias para a execução dos elementos no canteiro de obras. As quantidades dos elementos pode ser extraída mas não se tem o detalhe de execução.

Apenas no LOD 400 todas as informações de localização, tamanho, orientação e detalhamento suficiente para a fabricação dos elementos é mostrado. Outras informações textuais podem ser utilizadas para complementar e facilitar a execução, não sendo necessário detalhamento posterior para execução completa da obra.

O LOD 500 é estreitamente utilizado por conter informações precisas de todos os elementos conforme utilizados na construção, com o intuito de servir para a operação e manutenção da construção, além de servir como um modelo *as built*.

Consequentemente, pode-se utilizar a tabela abaixo para identificar os requisitos mínimos do modelo em cada etapa de detalhamento do modelo:

Tabela 1: Requisitos dos sistemas hidrossanitários nos LODs 100, 200, 300 e 400.

COMPONENTE	REQUISITOS	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400
Água Fria, Água Quente, Esgoto, Ventilação e Águas Pluviais	Type/Dimensions	X	X	X	X
	Level	X	X	X	X
	Start Offset		X	X	X
	End Offset		X	X	X
	Slope		X	X	X
	System Classification			X	X
	System Type			X	X
	System Name			X	X
	System Abbreviation			X	X
	Material				X
	Mark			X	X
	Phase Created				X
	Phase Demolished				X
Complementos (Conexões, terminais, louças, metais, etc.)	Type/Dimensions	X	X	X	X
	Level	X	X	X	X
	Flow Pressure		X	X	X
	System Classification			X	X
	System Type			X	X
	System Name			X	X
	System Abbreviation			X	X
	Material				X
	Mark			X	X
	Phase Created				X
	Phase Demolished				X

Fonte: DASNY, (2013).

Tabela 2: Requisitos dos sistemas elétricos nos LODs 100, 200, 300 e 400.

COMPONENTE	REQUISITOS	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400
Alarme e detecção de incêndio	Type/Dimensions	N/A	X	X	X
	Level	N/A	X	X	X
	Elevation	N/A	X	X	X
	Panel	N/A		X	X
	Circuit Number	N/A		X	X
	Electrical Data	N/A		X	X
	Material	N/A			X
	Mark	N/A		X	X
	Phase Created	N/A			X
	Phase Demolished	N/A			X

Iluminação e complementos elétricos	Type/Dimensions	N/A	X	X	X
	Level	N/A	X	X	X
	Elevation	N/A	X	X	X
	Switch ID	N/A		X	X
	Panel	N/A		X	X
	Circuit Number	N/A		X	X
	Material	N/A			X
	Mark	N/A		X	X
	Phase Created	N/A			X
	Phase Demolished	N/A			X
Equipamentos Elétricos	Type/Dimensions	X	X	X	X
	Level	X	X	X	X
	Elevation		X	X	X
	Panel Name		X	X	X
	Mounting		X	X	X
	Enclosure		X	X	X
	Breakers		X	X	X
	Mains		X	X	X
	Circuit Naming			X	X
	Circuit Prefix Separator			X	X
	Circuit Prefix			X	X
	Short Circuit Rating			X	X
	Distribution System			X	X
	Feed			X	X
	Material			X	X
	Mark			X	X
	Phase Created				X
	Phase Demolished				X

Fonte: DASNY, (2013).

De acordo com EASTMAN, C., *et al.*, se um objeto não existe na ferramenta BIM, têm-se as seguintes opções:

1. Definir novo objeto de família parametrizada, caracterizada por objetos n-dimensionais contendo informações a cerca de suas particularidades e aplicações que incorpore os parâmetros externos e regras de design, sem haver relação com outros objetos da mesma classe;
2. Definir extensão a um objeto parametrizado já existente com formato, funcionalidades e parâmetros, resultando em um objeto integrado com as bases e extensões dos demais objetos.

3.2 COMO REALIZAR O CONTROLE DE QUALIDADE DOS MODELOS

Uma vez definidas as informações, como o modelo em BIM é desenvolvido em softwares diversos, é indispensável a interoperabilidade dos mesmos. O formato IFC, criado pela BuildingSmart como uma extensão universal para facilitar interoperabilidade entre softwares BIM. Este formato deve conter todas as informações necessárias para a execução e operação de cada sistema a ser construído.

EASTMAN, C., *et al.* menciona, dentre outras, algumas formas de verificação da qualidade do modelo:

1. Padronização e validação dos elementos;
2. Checagem de interferência por meio de relatórios de *clash detection*;
3. Checagem visual.

3.3 PRINCIPAIS NORMAS REFERENTES AOS PROJETOS ELÉTRICOS E HIDROSSANITÁRIOS

Para obter a aprovação de projetos complementares elétricos e hidráulicos dos órgãos públicos como Prefeitura Municipal, Vigilância Sanitária e Companhias de abastecimento de luz e água de edificações residenciais e comerciais, é necessário que as edificações obedeçam algumas normas de âmbito nacional. São elas:

- NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5626: Instalação predial de água fria;
- NBR 7198: Projeto e execução de instalações prediais de água quente;
- NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução;
- NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais.

É necessário ainda, para as edificações no Estado do Paraná, satisfazer as normas da COPEL (Companhia Paranaense de Energia) e SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) para obtenção do Alvará de construção e Habite-se.

4. METODOLOGIA

Como metodologia deste trabalho, utilizou-se de projetos já desenvolvidos em softwares da AltoQi para avaliar a performance desta plataforma como plataforma BIM. O projeto estudado refere-se aos projetos elétrico e hidrossanitário de uma residência unifamiliar de alto padrão com 640m², denominada Casa Americana. O trabalho limitou-se à vários testes de interoperabilidade entre o software QiBuilder e Solibri, além de várias análises e manuseio dos dados que compõe o projeto.

4.1 FERRAMENTAS

4.1.1 QiBuilder Hidrossanitário e Elétrico

Para o desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se os softwares QiBuilder Hidrossanitário e QiBuilder Elétrico, ambos desenvolvidos pela AltoQi na versão: QiBuilder 2017 (atualização 2016-10), aplicação Basic, cujas restrições devem-se a

quantidade de pavimentos, altura da edificação e área. Esta plataforma permite a concepção dos projetos complementares, proporcionando ao usuário a análise, dimensionamento e detalhamento das peças que compõem os projetos elétricos, hidráulicos e sanitários. O software fornece visualização em 3D da estrutura global da edificação das disciplinas envolvidas e permite a exportação do modelo para formatos como DWG, DXF e IFC. Além destas, a plataforma da AltoQi proporciona ao usuário informações como lista de material, memorial de cálculo, relatórios e diagramas que podem ser exportados para formatos HTML e RTF, bem como detalhes isométricos anexos às plantas.

4.1.2 Solibri

O software utilizado para a investigação dos modelos gerados pelo QiBuilder foi o Solibri Model Checker 9.7. Este é um software que permite diversas análises e manipulação nos modelos gerados por outros softwares. Entre suas principais funcionalidades, encontram-se: análise e agrupamento automático de conflitos de acordo com a gravidade; detecção de interferências; localiza falhas entre modelos criados por diferentes equipes de projeto; gerenciamento e controle de alterações entre versões de modelos; permite a criação de relatórios conforme necessidade e atribuições do usuário, além de manejo dos dados para extração de quantidades.

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Para iniciar a modelagem no QiBuilder, é necessário preencher algum pré-requisito de projeto, os quais são informações relativas ao sistema como um todo, fazem referência ao ambiente onde o projeto será implementado, seja do projeto hidráulico, sanitário ou elétrico. A figura abaixo mostra os primeiros dados solicitados pelo software. Em azul, informações relativas ao projeto hidráulico; em verde, correspondente ao sanitário e em laranja, as informações para o projeto elétrico.

Nova edificação (passo 3 de 5) X

Propriedades dos projetos

✓ Projeto hidráulico	
✓ Água quente	
Consumo diário (m ³ /dia)	0.04
Temperatura de recuperação (°C)	20
Tempo de recuperação (h)	2
Intensidade de radiação solar (kWh/m ² .dia)	5
✓ Alimentação	
Número de dias de reserva	1
Consumo diário (m ³ /dia)	0.15
% do volume no reservatório superior	100
% do volume no reservatório inferior	100
✓ Npsh	
Altitude em relação ao mar (m)	0
Temperatura da água (°C)	20
✓ Projeto sanitário	
✓ Esgoto	
Tipo de edificação	Residencial
Temperatura do mês mais frio (°C)	20
✓ Pluvial	
Intensidade de precipitação (mm/h)	0
✓ Projeto de fiação	
✓ Elétrica	
✓ Circuitos	
Critério de numeração	Pavimento
Estilo de numeração	1, 2, 3, ...
Nomenclatura das fases	R, S, T, N, PE
✓ Comandos	
Critério de numeração	Pavimento
Estilo de numeração	a, b, c, ...
✓ Temperatura	
Ambiente (°C)	30
Solo (°C)	20
Tipos de Apartamento	1

<< Voltar
Avançar >>
Cancelar
Ajuda

Figura 1: Passo três ao iniciar um novo projeto do QiBuilder.

Nos passos seguintes do desenvolvimento do projeto, já em fase de alimentação do modelo, o software apresenta um sistema de modelagem em 2D, pelo qual são traçados os encaminhamentos das tubulações e onde serão alocados os pontos intermediários e terminais de cada sistema, tais como torneiras e pontos de esgoto nos sistemas hidrossanitários e tomadas, quadros elétricos e caixas de passagem nos sistemas elétricos, por exemplo. Embora a representação seja 2D, a informação relativa à altura de cada ponto inserido é previamente determinada - no sistema hidrossanitário, esta informação está associada à peça, e no sistema elétrico, pode ser definida no momento de inserção da peça.

Entretanto, ainda em fase de desenvolvimento do modelo não existe a possibilidade de adotar elementos genéricos que possibilitem uma posterior adição da informação. Por exemplo: ao fazer o lançamento de condutos e/ou conexões o software exige que o usuário escolha um item particular, como um tubo de PVC rígido soldável 40mm ou um

joelho 45° F/F 32mm. Desta forma, a classificação do modelo em LOD 100 e LOD 200 não é representada nesta plataforma.

A modelagem do sistema elétrico ocorre de forma análoga ao processo de modelagem do sistema hidrossanitário. Portanto para exemplificar o LOD 300 na ferramenta, utilizou-se do seguinte exemplo: o usuário define já de início, quando ainda está locando o ponto elétrico de iluminação da sala de jantar, qual tipo de luminária, tipo de lâmpada, sua potência e marca inclusive, bem como a altura do ponto, como mencionado acima.

Existe a possibilidade de se cadastrar peças, no entanto, este cadastro exige certo nível de detalhamento que extrapola às exigidas nas classificações inferiores (LOD 100 e 200).

Das informações que correspondem ao LOD 400, o QiBuilder permite que o usuário inclua detalhes genéricos previamente elaborados em CAD 2D e informações aditivas para auxiliar e facilitar o entendimento do projeto, entretanto, não trazem referências à respeito da fase de criação/demolição dos elementos do projeto, também requisito do LOD 400, segundo o DASNY.

O software QiBuilder foi desenvolvido inicialmente para o cálculo e dimensionamento dos projetos complementares e, por isso, não trata a geometria dos elementos da mesma forma que os demais softwares BIM.

Nas imagens abaixo é fácil identificar este ponto. Na figura 2 vê-se a representação de uma curva de transposição no ambiente de desenvolvimento do sistema. Já na figura 3, percebe-se que a representação em 3D dentro do software é tratada de forma distinta daquela representada na figura anterior – os tubos se cruzam entre si como se não existisse a curva de transposição.

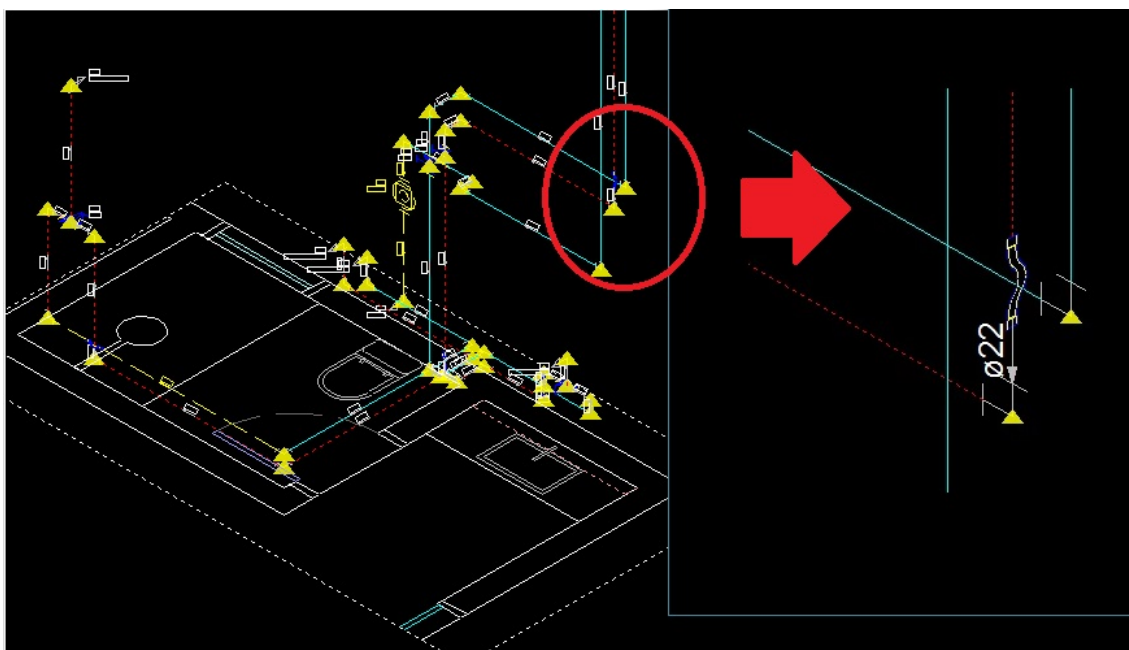


Figura 2: Detalhe H4 – sistema hidráulico do banheiro social da Residência Americana com zoom para a conexão curva de transposição em CAD 2D.

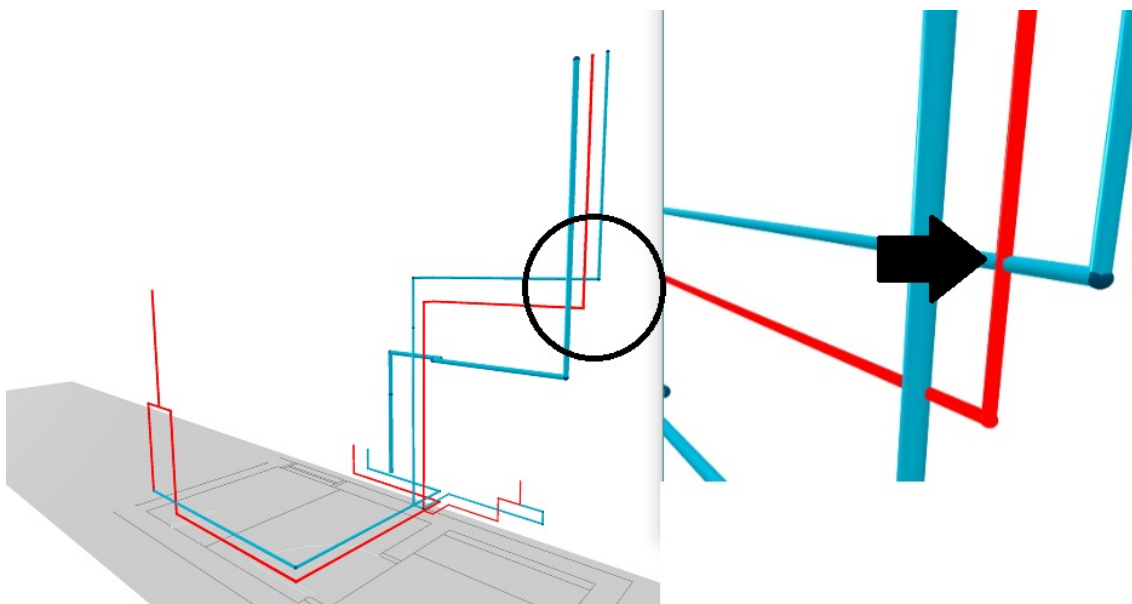


Figura 3: Detalhe H4 – sistema hidráulico do banheiro social da Residência Americana com zoom para a conexão curva de transposição no ambiente 3D do QiBuilder.

Outra divergência entre os dois ambientes e não retratadas nas figuras é que, no universo de desenvolvimento do projeto (plataforma CAD 2D) todas as informações relativas ao objeto estão disponíveis para o usuário ao clicar no item desejado. Na aba de visualização 3D estas informações se perdem e deixam de estar atreladas ao objeto.

Assim como no universo 3D da plataforma do QiBuilder, todas as informações vinculadas ao elemento se perdem no Solibri. A figura 4 ilustra esta afirmação, onde os elementos são exportados como objetos e não carregam informações básicas como: geometria, localização, pressão, fases S R T, entre outras. As informações de projeto não são exportadas com o modelo, estas, como por exemplo número da linha, prumada, sistema e descrição do objeto estão contidas na ferramenta de desenvolvimento mas não no IFC. Este fato ocorre pois a ferramenta opera em 2D, extrudados para as alturas definidas pelo usuário durante a etapa de modelagem.

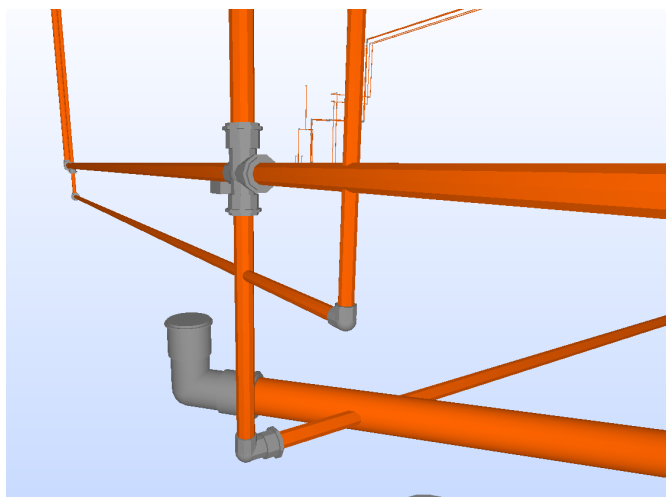
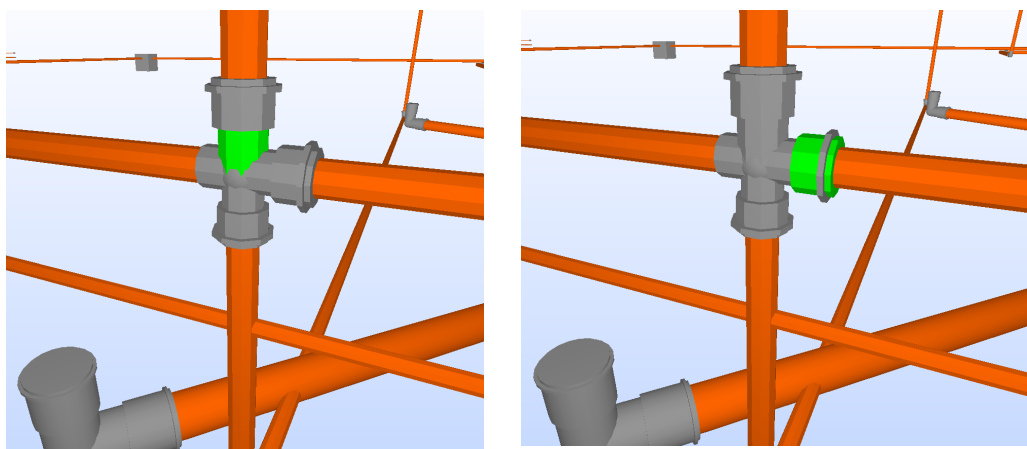


Figura 4: Imagem de projeto hidrossanitário da Residência Americana em formato IFC.

No processo de exportação para IFC a geometria das peças é fragmentada de acordo com os primitivos puros que a própria ferramenta utiliza para desenhar a peça e não de acordo com o real número de elementos que serão listados pelo suprimentos. Portanto, não apresentam a classe IFC apropriada para extração de quantidades, como pode ser observado na figura 5.



Figuras 5(a) e (b): Fragmentação de elementos de conexões do projeto hidrossanitário da Residência Americana em formato IFC.

Além disso, muitas das características dos elementos informados durante a modelagem no QiBuilder são perdidas ao serem analisadas no Solibri, como pode ser observado na figura 6a e b, respectivamente.

Identification	Location	Quantities	Profile	Relations	Classification	Hyd
Property					Value	
Model					(B) Casa_Americana_HID	
Discipline					Plumbing	
Name						
Type						
Type Name						
Description						
Functional Type					NOTDEFINED	
Layer						
System						
Geometry					Extrusion	
Application						
GUID					3xV\$Ulr3D74w5sYxl27C4D	
BATID						

Identification	Location	Quantities	Profile	Relations	Classification	H
Property					Value	
Site						
Building						
Floor					Térreo	
Federated Floor					(A) Térreo	
Top Elevation					314 mm	
Bottom Elevation					286 mm	
Distance to Next Floor					5.16 m	
Global Top Elevation					314 mm	
Global Bottom Elevation					286 mm	
Global X					-11.49 m	
Global Y					-965 mm	

Figura 6(a) e (b):Aba “Identification” e “Location”- Informações de identificação do elemento selecionado na figura 5.

Tratando-se de um nível de detalhamento LOD 300, informações como nome, tipo e descrição deveriam constar no IFC para análise das informações do modelo e extração de quantitativos.

Análises similares foram realizadas para os modelos de instalações elétricas e embora não tenham sido encontradas incompatibilidades nos cruzamentos de tubulações, é possível verificar que os elementos também não possuem as informações mínimas necessárias para caracterizar como LOD 300, como identificado nas figuras 7 e 8. O elemento selecionado trata-se de uma caixa de passagem octogonal de teto.

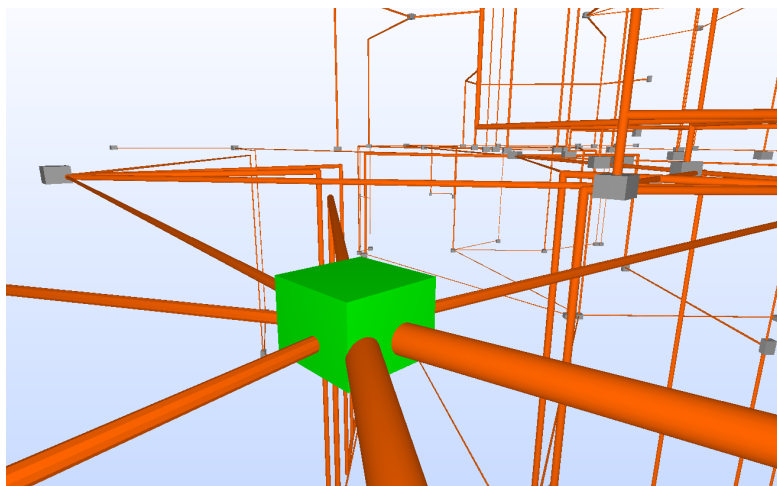


Figura 7: Caixa de passagem octogonal de teto.

Identification	Location	Quantities	Profile	Relations	Classification	Hy
Property	Value					
Model	(A) Casa_Americana_ELE					
Discipline	Electrical					
Name						
Type						
Type Name						
Description						
Functional Type	NOTDEFINED					
Layer						
System						
Geometry	Extrusion					
Application						
GUID	01JPKGA8v5G0drMB4qL0EW					
BATID						

Identification	Location	Quantities	Profile	Relations	Classification	Hy
Property	Value					
Site						
Building						
Floor	Térreo					
Federated Floor	(A) Térreo					
Top Elevation	3.67 m					
Bottom Elevation	3.56 m					
Distance to Next Floor	0 mm					
Global Top Elevation	3.67 m					
Global Bottom Elevation	3.56 m					
Global X	-18.94 m					
Global Y	10.00 m					

Figura 8(a) e (b): Aba “Identificaction” e “Location”- Informações de identificação do elemento selecionado na figura 7.

Com relação a interoperabilidade, a plataforma da AltoQi permite exportação das seguintes formas: IFC 2x4 compatível com Altodesk Revit; IFC 2x3 compatível com Solibri e Graphisft ArchiCAD, podendo ainda, ser exportado individualmente por disciplina ou todas elas concomitantemente. Neste trabalho, retratou-se exclusivamente os testes executados com o Solibri, contudo, foram realizados testes com todas as demais exportações possíveis, e obteve-se os mesmos resultados apresentados anteriormente. Inclusive houve tentativa de exportações consecutivas entre diferentes softwares afim de tentar recuperação de dados e informações, especialmente quanto à geometria dos objetos.

Ainda com relação a extensão IFC, notou-se a impossibilidade de se importar para o QiBuilder, um projeto em BIM extensão IFC para iniciar o desenvolvimento do projeto. Isso facilitaria a compatibilização no ato do desenvolvimento do projeto e não somente em momento posterior à criação, como é atualmente realizado.

Um ponto relevante e parte da elaboração dos projetos das plataformas da AltoQi é a necessidade de tomadas de decisão em momentos ainda considerados precipitados. Os clientes e até mesmo os projetistas de outras disciplinas não estão acostumados, nem aptos a fornecer informações relativas às etapas de acabamento já no início do

desenvolvimento do projeto. Este ponto ilustra a precisão de se agregar as etapas de detalhamento de LOD 100 e 200 na ferramenta QiBuilder.

6. CONCLUSÕES

Apontou-se neste trabalho, as necessidades que um modelo deve conter em suas diferentes fases para que este seja considerado BIM. A principal característica levantada é que o modelo deve carregar informações e não somente ser desenvolvido em ambiente tridimensional.

Em seguida, é relevante que este mesmo modelo desenvolvido e abastecido destas informações possa ser exportado à outras plataformas - onde novas informações possam ser geradas e agregadas. Neste contexto, há muito a ser aperfeiçoado à plataforma da AltoQi para que esta tenha um resultado satisfatório quando à interoperabilidade. A grande vantagem do software QiBuilder em detrimento aos demais softwares de modelagem de projetos complementares está no dimensionamento do projeto e em todas as informações que ele carrega consigo.

Hoje, a AltoQi não apresenta os parâmetros de modelagem necessários para cumprir com o desenvolvimento de projetos na plataforma BIM e ainda, não apresenta a possibilidade de personalizar campos de forma a adequar o software para este uso, devendo-se utilizar o objeto com a função para qual o mesmo foi desenvolvido.

A possibilidade de anexar desenhos isométricos com detalhes genéricos corrobora também o parecer de que a plataforma não é adequada para elaboração de projetos em BIM.

Observou-se ainda, que a plataforma permite dentro de seu ambiente tridimensional a possibilidade de visualização das disciplinas em diferentes cores e nível de transparência. Ao ser exportado, o modelo perde esta característica.

Como sugestão de melhoria na ferramenta aqui discutida, os autores aconselham:

- Permitir a inclusão de parâmetros nas peças cadastradas no software para minimizar interferência de interoperabilidade identificada;
- Elaboração de estudos de massa a partir das áreas de arquitetura previamente definidas para buscar verificação de projeto, incluindo o software nas etapas iniciais de LOD 100. Exemplos:
 - cálculo do local mais próximo do centro de carga elétrica de uma unidade de consumo (casa, apartamento ou similar) em sistemas elétricos;
 - estimar menor consumo de tubulação hidráulica de esgoto a partir dos pontos de consumo definidos. A partir desta identificação ideal, o usuário poderia optar por alterar a distribuição calculada pelo software, dentre outras aplicações;
 - comparar volumes de caixa d'água definidos anteriormente com cálculo de população realizado com base na arquitetura, na etapa LOD 100 com ambientes identificados, em um edifício residencial com identificação dos quartos.
- Transformar os detalhes genéricos em objetos parametrizados e inteligentes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA: **Boas Práticas em BIM, Fascículo 1: Estruturação do escritório de projeto para a implantação do BIM**. 1ª Edição. AsBEA, 2015, 20p.

_____. **Boas Práticas em BIM, Fascículo 2: Fluxo de Projetos em BIM: Planejamento e Execução**. 1ª Edição. AsBEA, 2015, 27p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2008.

_____. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

_____. NBR 7198: Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993.

_____. NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

_____. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

AltoQi – Software para engenharia. Disponível em: <altoqi.com.br>. Acesso em: 19 de janeiro de 2017.

DORMITORY AUTHORITY STATE OF NEW YORK – DASNY. Construction Division. **Building Information Model (BIM) Standards Manual**. December, 2013. 39 p. Disponível em: <http://dasny.org/Libraries/Documents_-_Construction/DASNY_BIM_Manual.pdf>. Acesso em: 28 de dezembro de 2016.

EASTMAN, C., et al. **The BIM handbook**. 1a. edição. Wiley&Sons, 2008, 504 p.

EASTMAN, C., et al. Tradução: FILHO, Cervantes G. A., et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 1a. edição. Porto Alegre: Bookman, 2014, 483 p.