



**FACULDADE DE TECNOLOGIAS E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS - FATECS**  
**CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

Filipe do Espírito Santo Ferreira

MATRÍCULA: 21653979

**POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS ABERTAS PARA O BIM: CASOS  
PRÁTICOS**

Orientadora: M.Sc. Eugênia Cornils Monteiro Araújo

Brasília

Junho de 2017

FILIPE DO ESPÍRITO SANTO FERREIRA

**POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS ABERTAS PARA O BIM: CASOS  
PRÁTICOS**

Trabalho de Curso (TC) apresentado como  
um dos requisitos para a conclusão do curso  
de Engenharia Civil do UniCEUB– Centro  
Universitário de Brasília

Orientadora: Eng<sup>a</sup> Civil Eugênia Cornils  
Monteiro Araújo, M.Sc.

Brasília  
Junho de 2017



Brasília  
2017

FILIPE DO ESPÍRITO SANTO FERREIRA

**POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS ABERTAS PARA O BIM: CASOS PRÁTICOS**

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB– Centro Universitário de Brasília

Orientadora: Eng<sup>a</sup> Civil Eugênia Cornils Monteiro Araújo, M.Sc.

Brasília, 2017

**Banca Examinadora**

---

Eng<sup>a</sup>. Civil: Eugênia Cornils Monteiro Araújo, M.Sc.  
Orientadora

---

Eng<sup>a</sup>. Civil: Maruska T. N. S. Bueno, D.Sc.  
Examinadora Interna

---

Eng. Civil: Javier Valencia, M.Sc.  
Examinador Interno

## RESUMO

A Modelagem da Informação da Construção, ou BIM (*Building Information Modeling*), está em crescente expansão no Brasil, portanto se torna importante conhecer os diferentes tipos de processos de colaboração e fluxo de trabalho BIM. Este trabalho visa demonstrar analisar e caracterizar por estudos de caso a colaboração de *softwares* de modelagem aberta (*Open BIM*) através do IFC (*Industry Foundation Classes*) os resultados positivos, dificuldades e pontos que devem melhorar, afim de se verificar se a colaboração BIM por meio do arquivo de formato aberto IFC gera perda de informação tal a tornar inviável a sua utilização para atividades de certificação nesse projeto específico, além de se analisar se a qualidade dos modelos em IFC é comparável e viável em relação ao modelo federado. O estudo de caso será realizado utilizando-se os softwares BIM: Revit da Autodesk para demonstrar uma colaboração do modelo federado, e os softwares de tecnologia aberta, Archicad da Graphisoft, DDS-CAD da Data Design System e o Solibri Model Checker do Solibri. Avaliaremos os aspectos: proteção de autoria do modelo, compatibilização dos modelos, capacidade de gerar análise de colisão, capacidade de gerar quantitativos e perda de dados. Os resultados são satisfatórios em todos os aspectos para as tecnologias abertas para BIM, entretanto, os resultados para o modelo federado foram abaixo do esperado. No estudo de caso foi identificado que as tecnologias abertas para BIM são mais eficazes do que o modelo federado para os aspectos analisados, todavia, existem diferentes meios de se trabalhar no ambiente federado, tornando impreciso questionar sua capacidade geral de colaboração.

**Palavras chave:** BIM. Colaboração. Federado. IFC. *Open BIM*.

## ABSTRACT

Building Information Modeling or BIM, is on crescent expansion in Brazil, therefore, it becomes important to know the different types of collaboration and workflow process. This work aims to demonstrate through case studies the collaboration of Open BIM software using the IFC (Industry Foundation Classes), positive results, difficulties and aspects of improvement. In order to verify whether the BIM collaboration with the open file format IFC generates loses of information in such a way that makes his use impracticable for activities of certification in this specific project. Moreover, analyze if the quality of the IFC models are comparable and viable in relation with the federated model. This case study will be made using the BIM software: Autodesk Revit, Archicad from Graphisoft, DDS-CAD from Data Design System and Solibri Model Checker from Solibri. The following aspects will be analyzed: model authorship protection, model coordination, clash detection capabilities, quantitative generation capabilities. The results are satisfactory in all aspects for open BIM, however, the results of the federated model were lower than expected. For this specific academic work, we concluded that open BIM is more efficient than federated model, nevertheless, there are different ways to work in the federated environment, making it inaccurate to question his overall ability to collaborate.

**Key words:** BIM. Collaboration. Federated. IFC. Open BIM.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
3.1. MODELO FEDERADO.....	3
3.2. TECNOLOGIAS ABERTAS PARA BIM ( <i>OPEN BIM</i> ) .....	5
3.3. SITUAÇÃO ATUAL DO BIM NO MERCADO BRASILEIRO .....	9
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
<b>5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>13</b>
5.1. ITENS ADOTADOS PARA ANÁLISE DOS MODELOS .....	13
5.2. PADRÃO DE MODELAGEM ADOTADO DO MODELO FEDERADO.....	15
5.3. PADRÃO DE MODELAGEM OPEN BIM ADOTADO .....	16
5.4. ANÁLISE INDIVIDUAL DAS DISCIPLINAS MODELADAS.....	16
5.4.1. MODELO DE ARQUITETURA.....	16
5.4.2. MODELO ELÉTRICO .....	19
5.4.3. MODELO HIDRÁULICO .....	21
5.4.4. MODELO DE VENTILAÇÃO .....	24
5.5. ANÁLISE DA PROTEÇÃO DE AUTORIA .....	26
5.6. ANÁLISE DE COMPATIBILIDADE DOS MODELOS .....	29
5.7. ANÁLISE DE COLISÃO .....	32
5.8. QUANTITATIVOS .....	36
5.9. PERDA DE DADOS .....	37
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>40</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ILUSTRAÇÃO DA METODOLOGIA DE MODELO FEDERADO .....	3
FIGURA 2A – <i>SOFTWARES</i> BIM CERTIFICADOS PELA <i>BUILDINGSMART</i> .....	7
FIGURA 2B – <i>SOFTWARES</i> BIM CERTIFICADOS PELA <i>BUILDINGSMART</i> .....	8
FIGURA 3 – IFC OBRIGATÓRIO EM SANTA CATARINA.....	9
FIGURA 4 – GUIA BIM DA ABDI – ORÇAMENTO E PLANEJAMENTO .....	13
FIGURA 5 – PLANTA BAIXA – ARQUIVO DWG .....	15
FIGURA 6 – EXEMPLO FUNÇÃO <i>LINK REVIT</i> – MODELO DE ARQUITETURA REFERENCIADO NO MODELO HIDRÁULICO .....	16
FIGURA 7 – PLANTA BAIXA DO MODELO DE ARQUITETURA – MODELO FEDERADO.....	17
FIGURA 8 – ISOMÉTRICA DO MODELO DE ARQUITETURA – MODELO FEDERADO.....	17
FIGURA 9 – PLANTA BAIXA DO MODELO DE ARQUITETURA – MODELO <i>OPEN BIM</i> .....	17
FIGURA 10 – ISOMÉTRICA DO MODELO DE ARQUITETURA – MODELO <i>OPEN BIM</i> .....	18
FIGURA 11 – PLANTA BAIXA DO MODELO ELÉTRICO – MODELO FEDERADO.....	19
FIGURA 12 – ISOMÉTRICA DO MODELO ELÉTRICO – MODELO FEDERADO.....	20
FIGURA 13 – PLANTA BAIXA DO MODELO ELÉTRICO – MODELO <i>OPEN BIM</i> .....	20
FIGURA 14 – ISOMÉTRICA DO MODELO ELÉTRICO – MODELO <i>OPEN BIM</i> .....	21
FIGURA 15 – PLANTA BAIXA DO MODELO HIDRÁULICO – MODELO FEDERADO .....	22
FIGURA 16 – ISOMÉTRICA DO MODELO HIDRÁULICO – MODELO FEDERADO .....	22
FIGURA 17 – PLANTA BAIXA DO MODELO HIDRÁULICO – MODELO <i>OPEN BIM</i> .....	23
FIGURA 18 – ISOMÉTRICA DO MODELO HIDRÁULICO – MODELO <i>OPEN BIM</i> .....	23
FIGURA 20 – ISOMÉTRICA DO MODELO DE VENTILAÇÃO – MODELO FEDERADO .....	24
FIGURA 19 – PLANTA BAIXA DO MODELO DE VENTILAÇÃO – MODELO FEDERADO .....	24
FIGURA 21 – PLANTA BAIXA DO MODELO DE VENTILAÇÃO – MODELO <i>OPEN BIM</i> .....	25
FIGURA 22 – ISOMÉTRICA DO MODELO DE VENTILAÇÃO – MODELO <i>OPEN BIM</i> .....	26
FIGURA 23 – MODELO RVT DE ARQUITETURA IMPORTADO NO MODELO RVT DE VENTILAÇÃO .....	26
FIGURA 24 – ABA <i>IFC PROPERTIES</i> DO DIÁLOGO <i>WALL</i> .....	28
FIGURA 25 – MODELOS CENTRALIZADOS NO MODELO DE ARQUITETURA .....	29
FIGURA 26 – MODELOS CENTRALIZADOS NO MODELO DE ARQUITETURA – MODELO HIDRÁULICO PARCIALMENTE CORRIGIDO .....	30
FIGURA 27 – COORDENAÇÃO DE MODELOS IFC NO SOLIBRI.....	31
FIGURA 28 – DIÁLOGO <i>INTERFERENCE CHECK</i> DE ANÁLISE DE COLISÃO DO REVIT .....	32
FIGURA 29 – RELATÓRIO DE COLISÕES INTELIGENTE DO REVIT .....	33
FIGURA 30 – RELATÓRIO DE COLISÕES EXPORTADO PARA .HTML.....	33
FIGURA 31 – RELATÓRIO DE COLISÕES INTELIGENTE DO SOLIBRI .....	34
FIGURA 32 – RELATÓRIO DE COLISÕES EM PDF .....	35



## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – PESO DOS ITENS ANALISADOS .....	14
TABELA 2 – PROTEÇÃO DE AUTORIA .....	28
TABELA 3 – COMPATIBILIDADE DOS MODELOS .....	31
TABELA 4 – ANÁLISE DE COLISÃO .....	35
TABELA 6 – PERDA DE DADOS .....	37

## **LISTA DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 1 – RESULTADO FINAL .....	38
-----------------------------------	----

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os projetos da construção civil têm passado por grandes transformações. Muito devido ao contínuo desenvolvimento da tecnologia. Os projetos que anteriormente eram feitos a mão passaram a ser assistidos pelo computador, dando mais automação para rotinas relacionadas ao desenho. Ao longo desse processo evolutivo, nos últimos anos o termo BIM, foi introduzido na indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) (AsBEA, 2015).

Para Eastman (2011), BIM é um dos desenvolvimentos mais promissores na indústria AEC. Ele cita que no BIM, um ou mais modelos virtuais da edificação são digitalmente construídos, possibilitando que o projeto seja feito durante suas fases, permitindo melhor análise e controle, comparado a processos manuais. Quando completo, esses modelos virtuais contêm geometrias precisas e dados necessários para auxiliar a construção, fabricação e atividades de orçamento e planejamento no qual a edificação é construída.

Com o BIM a construção é criada primeiramente de forma virtual. Esse modelo 3D populado de informações abre um leque de recursos e funcionalidades desde a geração de cortes, detalhes, imagens renderizadas e até cálculos específicos para cada disciplina, além de listas de materiais precisas com produtos que podem ser genéricos ou fornecidos por fabricantes.

Segundo Scheer (2013), BIM é um modelo populado de dados de edificações que contêm dados multidisciplinares para uma edificação em particular. Ele acrescenta que BIM deve ser entendido também como um processo.

A iniciativa National Building Information Modeling Standard categoriza o BIM em três diferentes aspectos, como produto, como ferramenta (sistemas/software) com padrões abertos de entrega, e como processo colaborativo (NBIMS, 2007).

O processo de modelo federado tem sido preferencialmente aceito em comparação as tecnologias abertas para BIM, principalmente devido ao maior fornecedor mundial de tecnologia para a indústria AEC, a Autodesk, conduzir o mercado que tem adotado o AutoCAD nas últimas décadas sendo esta, a ferramenta CAD mais conhecida, para o seu sucessor BIM, o Revit. Se tornando a principal ferramenta BIM do mercado mundial.

Outro fator importante que contribui para a disseminação da utilização do BIM prioritariamente federado é a falta de confiabilidade da troca de dados eficaz realizada através do arquivo IFC (*Industry Foundation Classes*) que é o arquivo universal para troca de dados entre plataformas BIM, tornando possível as tecnologias abertas para BIM.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Esse trabalho visa descrever as características, analisar em um estudo de caso e comparar dois tipos de processo de colaboração e fluxo de trabalho BIM. O modelo federado e as tecnologias abertas para BIM. Uma vez que os dois processos são amplamente utilizados e aceitos no mercado brasileiro, contudo, ainda existe grande desentendimento sobre a validade das tecnologias abertas para BIM, ou como é conhecido *Open BIM*.

### **2.2. Objetivos específicos**

Comparar a qualidade do modelo federado e as tecnologias abertas para BIM analisando se alcançam os requisitos mínimos dos aspectos abaixo:

- Proteção de autoria: um projetista não pode ser capaz de alterar o modelo alheio;
- Compatibilidade: capacidade de os modelos permanecerem nas mesmas coordenadas que foram modelados, ver e analisar os diferentes sistemas em conjunto;
- Análise de colisão: capacidade de analisar se os diferentes modelos são compatíveis;
- Quantitativos: processo de geração da lista de material dos elementos modelados;
- Perda de dados: perda de dados no processo de exportação e importação de arquivos.

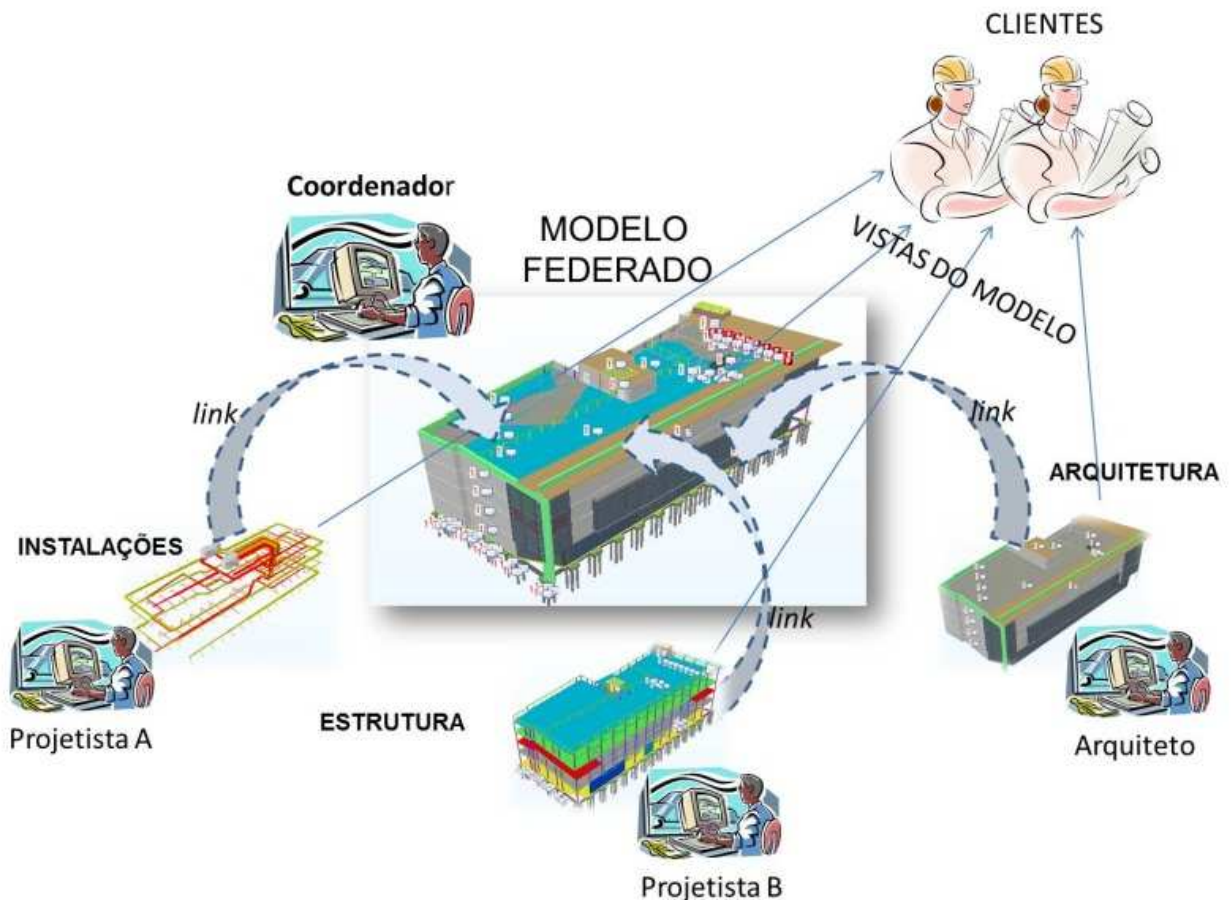
### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Apresentaremos na revisão bibliográfica a definição e aspectos principais do modelo federado e as tecnologias abertas para BIM. Além disso, discursaremos sobre a situação atual do BIM no Brasil. Não é intenção deste trabalho qualificar a melhor metodologia de trabalho e sim informar que existe mais de uma solução que pode ser utilizada para a colaboração BIM.

#### 3.1. Modelo Federado

O processo de modelagem BIM principal do Revit da Autodesk é denominado federado. Lowe e Muncey (2009) apud Manzione (2015) definem um modelo federado como um modelo composto por modelos distintos e ligados logicamente, em que suas fontes de dados não perdem a identidade ou integridade pelo fato de estarem ligadas. Então, uma alteração feita em um dos modelos não cria mudanças nos demais componentes do modelo federado. A Figura 1 ilustra o esquema de um modelo federado:

FIGURA 1 – Ilustração da metodologia de modelo federado



Fonte: <http://www.coordenar.com.br/compartilhamento-e-troca-de-modelos-bim/>

Citamos o Revit da Autodesk por ser o software BIM amplamente conhecido do mercado, entretanto, a metodologia de modelo federado pode ser aplicada em qualquer software BIM, tendo como base que a integração dos modelos será realizada pelo arquivo nativo da plataforma. Na figura 1, todos os envolvidos no projeto estão trabalhando no mesmo software, esse projeto pode estar em rede, sendo acessado simultaneamente ou em disco rígido local, de forma que cada projetista tem acesso a um arquivo individual que será salvo e armazenado individualmente. Por fim, esses arquivos individuais são importados em um arquivo central, onde esse estará configurado como o modelo federado. Essa integração é feita através da troca de dados realizada pelo arquivo nativo da plataforma utilizada, por exemplo, o arquivo proprietário do Revit é o RVT, portanto, para se configurar um modelo federado, a comunicação essencial do projeto é feita através deste arquivo.

Bentley (2003) *apud* Manzione (2015) define modelo federado como um banco de dados único em termos de sua lógica, mas distribuído e sincronizado em muitas partes. Isikdag e Underwood (2010) *apud* Manzione (2015) complementam o conceito afirmando que esse conjunto ou federação de banco de dados associados precisa ser coordenado por um aplicativo para manter a consistência.

Segundo Manzione (2015) o modelo federado caracteriza-se por ser um sistema que permite aos usuários trabalhar com os dados e formatos de forma mais produtiva, permitindo também um controle central para gerenciar a conectividade e as grandes transações. Esse método propicia ajustes finos e ganhos graduais no modelo BIM, criando um modelo globalmente escalável. O desafio para a gestão nesse método é manter a compatibilidade e a consistência entre os níveis dos modelos individuais com o modelo federado Bentley (2003) *apud* Manzione (2015).

A grande vantagem de se trabalhar com o modelo federado pode ser facilmente notada em grandes firmas que possuem controle total da criação e gerenciamento dos modelos BIM, desta forma podem coordenar com eficiência facilidade os diferentes modelos produzidos, tornando o fluxo de trabalho uniforme e estável.

### 3.2. Tecnologias abertas para BIM (*Open BIM*)

Parte importante do valor agregado ao BIM está associado à promessa de eficiência nestas soluções de interoperabilidade, para proporcionar um fluxo de informações e trabalho transparente entre as diferentes disciplinas dentro de um projeto (MCGRAW-HILL (2009) *apud* TODELO e CORRÊA (2013)).

Considerando a necessidade de diferentes aplicativos, nem sempre disponíveis ou eleitos do mesmo fabricante, para cada tipo de profissional, a existência de modelos comuns (portanto abertos) que possam ser compartilhados pelas partes interessadas num projeto de engenharia é crucial para aumentar a eficiência da colaboração na indústria da construção (BEETZ et al. (2010) *apud* TODELO e CORRÊA (2013)).

Para Eastman (2011) *apud* TODELO e CORRÊA (2013), é vital que a interoperabilidade entre todas as aplicações envolvidas funcione adequadamente para evitar a necessidade de retrabalho por parte dos profissionais. Além disso, Eastman (2011) acrescenta que o retrabalho manual desencoraja a troca de informações entre as aplicações (como, por exemplo, para determinar soluções otimizadas de projeto estrutural ou energético), impossibilita a automação destes mesmos processos de troca, e aumenta a probabilidade de introdução de erros durante a cópia manual de informações de uma aplicação para outra.

Toledo e Corrêa (2013), citam que as empresas de software, que inicialmente desenvolviam aplicativos para traduzir seus modelos proprietários para cada uma das outras plataformas existentes, no intuito de obter algum grau de interoperabilidade, decidiram em 1994 criar um consórcio (hoje conhecido como *buildingSMART*) interessado em desenvolver um modelo de dados aberto.

A *buildingSMART* (2017) define *Open BIM* como uma abordagem universal de colaboração de projeto, realização e operação de construções baseada em padrões abertos e de fluxo de trabalho. *Open BIM* é uma iniciativa da *buildingSMART* e de vários fornecedores de software BIM que utilizam o *open buildingSMART Data Model*.

A *buildingSMART* (2017) explica ainda que fruto desta iniciativa foi o IFC (*Industry Foundation Classes*), que consiste num esquema conceitual de dados que pode ser registrado em formato de arquivo padronizado para intercâmbio, capaz de representar uma edificação em todo o seu ciclo de vida. O IFC é regido pela ISO 16739:2013 que especifica um

esquema de dados conceitual e um formato de arquivo de troca de dados BIM. Ele interpreta as geometrias e as informações contidas nelas, sendo que o modelo BIM é constituído por numeráveis produtos. Os diferentes modelos BIM poderão ser utilizados para diferentes funcionalidades e recursos entre si, como análise de colisões, coordenação dos modelos, orçamento, cálculos específicos entre outros.

Além disso, os modelos IFC tem uma identidade, ou seja, cada modelo contém o nome do autor, data de criação e a plataforma proprietária. Assim diferentes firmas podem trabalhar em cooperação assegurando-se de que seus modelos estão protegidos e não serão alterados sem autorização. Ademais, o IFC está padronizado na versão IFC2x3, sendo assim, todos irão exportar e importar a mesma versão de arquivo, resultando em um fluxo de trabalho de padrão aberto acessível a todos.

A *BuildingSMART* (2017) classifica e certifica os softwares BIM capazes de importar/exportar o arquivo IFC com qualidade, na figura 2 eles são apresentados.

FIGURA 2a – Softwares BIM certificados pela *buildingSMART*

## Certified Software

Home Page > Compliance > Certified Software











































Vendor	Application	Certification	Type	Date	Download
NEMETSCHEK Scia	Scia Engineer	CV2.0	import	2013/09/17	
GRAPHISOFT	ArchiCAD	CV2.0	import	2013/09/20	
Solideo Systems	ArchiBIM Server	CV2.0	import	2014/04/22	
NEMETSCHEK Allplan GmbH	Allplan	CV2.0	import	2014/05/07	
Autodesk-A	AutoCAD Architecture	CV2.0-Arch	export	2015/02/24	
Autodesk-R	Autodesk Revit MEP	CV2.0-MEP	export	2013/07/11	
CadLine Ltd	ARCHLine.XP	CV2.0-Arch	export	2016/04/04	
Glodon Software Company Limited	Glodon Takeoff for Architecture and Structure	CV2.0-Struct	export	2017/01/06	
Glodon Software Company Limited	Glodon Takeoff for Architecture and Structure	CV2.0-Arch	export	2017/01/06	
Data Design System	DDS-CAD MEP	CV2.0-MEP	export	2014/09/10	
RIB	RIB iTWO	CV2.0	import	2013/09/07	
Trimble Germany GmbH	Plancal nova	CV2.0-MEP	export	2014/10/31	
Autodesk-R	Autodesk Revit LT	CV2.0	import	2015/07/26	
Autodesk-R	Autodesk Revit MEP	CV2.0	import	2015/07/26	
Autodesk-R	Autodesk Revit Structure	CV2.0	import	2015/07/26	
Progman	MagiCad	CV2.0-MEP	export	2016/04/11	
CadLine Ltd	ARCHLine.XP	CV2.0	import	2016/11/08	
cadwork	Lexocad	CV2.0	import	2017/05/23	
Tekla	Tekla Structures	CV2.0	import	2013/10/09	
Solibri	Solibri Model Checker	CV2.0	import	2013/10/30	



FIGURA 2b – *Softwares BIM certificados pela buildingSMART*

NEMETSCHKE Vectorworks, Inc.	Vectorworks	CV2.0	import	2013/11/11	
Autodesk-R	Autodesk Revit LT	CV2.0-Arch	export	2014/07/07	
Design Data	SDS/2	CV2.0-Struct	export	2014/10/10	
GRAPHISOFT	ArchiCAD	CV2.0-Arch	export	2013/04/16	
NEMETSCHKE Allplan GmbH	Allplan	CV2.0-Arch	export	2013/04/16	
Autodesk-R	Autodesk Revit Architecture	CV2.0-Arch	export	2013/04/16	
NEMETSCHKE Scia	Scia Engineer	CV2.0-Struct	export	2013/04/16	
Autodesk-R	Autodesk Revit Structure	CV2.0-Struct	export	2013/04/16	
Tekla	Tekla Structures	CV2.0-Struct	export	2013/06/12	
Glodon Software Company Limited	Glodon Takeoff for Architecture and Structure	CV2.0	import	2015/01/12	
Bentley Systems, Incorporated	AECOSim Building Designer	CV2.0	import	2015/03/22	
NEMETSCHKE Vectorworks, Inc.	Vectorworks	CV2.0-Arch	export	2013/05/30	
Seokyoung Systems Corp.	NaviTouch	CV2.0	import	2014/01/13	
Bentley Systems, Incorporated	AECOSim Building Designer	CV2.0-Arch	export	2015/02/28	
Dlubal Software GmbH	RFEM/RSTAB	CV2.0	import	2015/03/09	
Autodesk-R	Autodesk Revit Architecture	CV2.0	import	2015/07/24	
Glodon Software Company Limited	Glodon Takeoff for Architecture and Structure	CV2.0-Arch	export	2015/08/19	
ACCA Software S.p.A	Edificius	CV2.0-Arch	export	2016/03/11	
Kymdata Oy	CADS Planner MEP	CV2.0-MEP	export	2016/04/11	
Bricsys services	BricsCAD	CV2.0-Arch	export	2016/10/14	
Bentley Systems, Incorporated	AECOSim Building Designer	CV2.0-Struct	export	2015/02/28	
Bentley Systems, Incorporated	AECOSim Building Designer	CV2.0-MEP	export	2015/12/18	

Fonte: <http://buildingsmart.org/compliance/certified-software/>

### 3.3. Situação atual do BIM no mercado brasileiro

Na última década os processos que envolvem BIM estão sendo implementados e padronizados no Brasil. A NBR 15965 que ainda está em processo de desenvolvimento, define o sistema de classificação da informação da construção, AMORIM (2015). Junto com esta norma a ABNT/CEE134 também está em processo de elaboração e tem como objetivo específico desenvolver e publicar diretrizes para orientar o mercado sobre o desenvolvimento de objetos BIM, TOLEDO (2016).

O governo de Santa Catarina elaborou um caderno BIM definindo o IFC como o arquivo padrão para entrega de projetos públicos no estado, como visto na figura 3.

FIGURA 3 – IFC obrigatório em Santa Catarina

3.	Formatos do modelo BIM a serem entregues	O modelo BIM deverá ser entregue em mídia DVD nos seguintes formatos: a. Formato nativo dos softwares de modelagem adotados. (A ferramenta de modelagem adotada pelos autores dos
----	--	---



**GOVERNO DE SANTA CATARINA**  
**SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE SANTA CATARINA**

*CADERNO BIM*

		<p>projetos deverá ser capaz de importar e exportar eficientemente o formato aberto IFC O formato IFC é uma especificação da ISO, ISO/PAS 16739.)</p> <p>b. Formatos IFC 2x3 ou IFC4.</p> <p>c. As especificações desses formatos estão disponíveis no seguinte website: <a href="http://www.buildingsmart-tech.org/">http://www.buildingsmart-tech.org/</a></p>
4.	Ferramentas de modelagem BIM	Ao início dos projetos o Coordenador de Projetos deverá informar ao CONTRATANTE as ferramentas de modelagem que serão utilizadas pelos autores dos projetos das diferentes especialidades . Tais ferramentas devem garantir a geração do modelo de dados IFC conforme definido no tópico 3.

Fonte : <http://www.keepcad.com.br/arquivosbim/Caderno%20BIM%20Santa%20Catarina.pdf>

Na recente palestra sobre *Open BIM* no instituto de engenharia de São Paulo no dia 12 de abril de 2017, o advogado Paulo Brancher transcorreu sobre os aspectos legais do *Open BIM*. Ele presenciou impugnações de editais de licitações onde os projetos obrigatoriamente eram requisitados no formato proprietário de um determinado software CUNHA (2017). Manzione (2016) discorre sobre o mesmo assunto e cita licitações onde o arquivo nativo RVT é requisito de entrega do modelo:

“Venho me deparando com a divulgação de concorrências públicas onde é exigido o formato proprietário único .rvt da Autodesk. Como caso emblemático temos as concorrências de 2013, realizadas no regime de RDC: 10406 / 11190/11192/11193/11194, disponível em < <http://goo.gl/JhsKHR> >, acesso em 21/6/2016, que trataram de licitações de Aeroportos feitas pelo Governo Federal. Uma das exigências era que o desenvolvimento dos projetos fosse feito no formato proprietário .rvt da Autodesk. Ocorreram diversos pedidos de impugnação baseados nesse e em outros fatos. Tratando especificamente dessa exigência, ocorreu um recurso, publicado em Acórdão do TCU disponível em < <https://goo.gl/dqiPUz> >, acesso em 21/6/2016, contrário à impugnação o que possibilitou o uso do formato .rvt. Esse Acórdão vem servindo como base para outras concorrências, como a do BNDES esse ano, para a modelagem do edifício sede. Entrei em contato com o órgão e fui informado na ocasião que eles estavam se baseando nesse Acórdão do TCU para isso. O Acórdão do TCU está criando uma jurisprudência errada no mercado. O objetivo desse artigo é esclarecer o teor desse acórdão.”

O acórdão do TCU cita:

“ Quanto à restrição a sistemas específicos na proposta técnica, embora o representante não tenha indicado objetivamente em quais itens do anexo 9 do edital estaria presente essa exigência, identificamos que na impugnação apresentada pelo Sinaenco questionamento semelhante foi analisado pela comissão de licitação, cujos argumentos, que consideramos suficientes para afastar a irregularidade, reproduzimos abaixo:[...] De modo diverso ao exposto pelo impugnante, não existe caráter restritivo nem direcionamento do mercado para a utilização do software da Autodesk, visto existirem outros softwares no mercado com a plataforma BIM, a exemplo da Bentley e da Graphisoft. [...] A contratada poderá utilizar o software de qualquer empresa, desde que forneça à contratante os arquivos na extensão .rvt, visto ser o Revit da Autodesk, o software utilizado pela contratante.”

Manzione (2016) ainda cita a Lei 8666 para salientar que a obrigatoriedade de um arquivo proprietário fere os princípios de isonomia, igualdade e restringem o caráter competitivo da concorrência:

*“Art. 3º A licitação destina-se a garantir a observância do princípio constitucional da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável e será processada e julgada em estrita conformidade com os princípios básicos da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo e dos que lhes são correlatos.[...]É vedado aos agentes públicos: “I – admitir, prever, incluir ou tolerar, nos atos de convocação, cláusulas ou condições que comprometam, restrinjam ou frustrem o seu caráter competitivo...”*”

Listamos abaixo as desvantagens da obrigatoriedade dos padrões fechados para entrega para o processo e fluxo de trabalho BIM:

- **Monopólio:** O fornecimento do arquivo proprietário/nativo RVT ou qualquer outro, requer que os participantes trabalhem especificadamente com a plataforma Revit da Autodesk ou qualquer outra plataforma específica, não havendo opção de escolha de outro software/ferramenta BIM.
- **Versionalização:** Os fabricantes de software BIM desenvolvem e fornecem novas versões de seus produtos periodicamente. Essa versionalização torna necessária a conversão dos modelos de uma versão anterior para a posterior, entretanto, essa conversão na direção contrária não é possível. Por exemplo, um modelo que tenha sido feito na versão Revit 2013, pode ser convertida para as versões Revit 2014 e Revit 2015. Mas um modelo feito na versão Revit 2015, não poderá ser convertida para as versões anteriores.
- **Manutenção do Software:** Devido a versionalização do arquivo proprietário/nativo RVT, é necessário que os envolvidos no projeto tenham a mesma versão do Revit durante todo o ciclo de vida do projeto. Se uma das partes atualizar sua versão, os demais envolvidos se tornarão incapazes de colaborar até que atualizem para a mesma versão.
- **Autoria:** Os modelos BIM populados de produtos são enviados como *templates* para as diferentes partes envolvidas no projeto. Uma vez que os produtos são compartilhados estão disponíveis para o uso de todos, mesmo que isso seja indesejável.

#### 4. METODOLOGIA

Esse trabalho visa demonstrar por estudos de caso a colaboração de softwares de modelagem aberta (*Open BIM*) através do IFC os resultados positivos, dificuldades e pontos que devem melhorar. Afim de se verificar se o uso colaborativo por meio do arquivo aberto IFC gera perda de informação tal a tornar inviável a sua utilização para atividades de certificação nesse projeto específico, além de se analisar se a qualidade dos modelos em IFC é comparável e viável em relação ao modelo federado.

Pesquisa prática: Será realizado ensaio prático e estudo de caso por diferentes softwares BIM específicos para cada fase de um projeto de construção desde a modelagem da arquitetura, sistemas prediais e coordenação dos modelos. O ensaio prático consiste de um modelo hipotético que será modelado segundo o fluxo de trabalho aberto e fechado. Serão utilizados os seguintes materiais para a o ensaio prático:

*Hardware:* Notebook DELL com Processador Intel® Core™ I7-4510U CPU @ 2.00GHz; Memória 8,00 GB, Sistema Operacional Windows 10 com 64 bits.

*Softwares:*

- ArchiCAD 20 – Solução *Open BIM* para modelos de Arquitetura, fornecido pela GRAPHISOFT do grupo Nemetschek.
- DDS-CAD 12 – Solução *Open BIM* para modelos de Sistemas Prediais e Ventilação, fornecido pela Data Design System do grupo Nemetschek.
- Solibri Model Checker 9.7 – Solução para Análise de modelos BIM, fornecido pela Solibri.
- Revit 2015 – Solução completa para projetos de construções, fornecido pela Autodesk.



## 5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1. Itens adotados para análise dos modelos

A ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial) está desenvolvendo um guia BIM para ser utilizado como diretriz para o desenvolvimento de modelos BIM e sua colaboração. Neste guia mostrado na figura 4, a verificação da qualidade do modelo BIM deve atender as condições básicas para obtenção de uma lista de material.

FIGURA 4 – Guia BIM da ABDI – Orçamento e Planejamento

#### 4.6 Verificação de qualidade do modelo BIM

Levantamentos a partir de um modelo BIM têm por pressuposto que este modelo atende a condições básicas:

- a) Todos os elementos, componentes e equipamentos que compõem o modelo estão corretamente classificados de acordo com o sistema de classificação adotado no empreendimento;
- b) Todos os elementos, componentes e equipamentos que compõem o modelo estão especificados de acordo com as regras definidas para o empreendimento, inclusive quanto aos parâmetros que devem ser incluídos nos componentes BIM;
- c) A modelagem deste conjunto está consistente e sem conflitos.

Se estas premissas não estiverem atendidas satisfatoriamente, o levantamento vai apresentar falhas, seja por desconsiderar algum elemento ou componente, seja por resultar em dupla contagem de algum deles. Assim sendo, a primeira atividade, antes mesmo de qualquer levantamento, é efetuar uma verificação de qualidade do modelo BIM, com um aplicativo (*model checker*) capaz de indicar conflitos e falhas de junções, por exemplo, uma parede que não atinja a laje. A extração de uma listagem inicial de componentes vai permitir verificar se os parâmetros adequados foram contemplados e se todos foram devidamente classificados.

Fonte: Produto 6 guia 3 orc e planej R00 - 2017 04 20 – Texto para discussão

Escolhemos os itens abaixo para comparar a qualidade do modelo federado e as tecnologias abertas para BIM para se obter uma lista de material e compatibilizar os modelos das diferentes disciplinas.

- Proteção de autoria: um projetista não pode ser capaz de alterar o modelo alheio;
- Compatibilidade: capacidade de os modelos permanecerem nas mesmas coordenadas que foram modelados, ver e analisar os diferentes sistemas em conjunto;
- Análise de colisão: capacidade de analisar se os diferentes modelos são compatíveis;
- Quantitativos: processo de geração da lista de material dos elementos modelados;
- Perda de dados: perda de dados no processo de exportação e importação de arquivos.

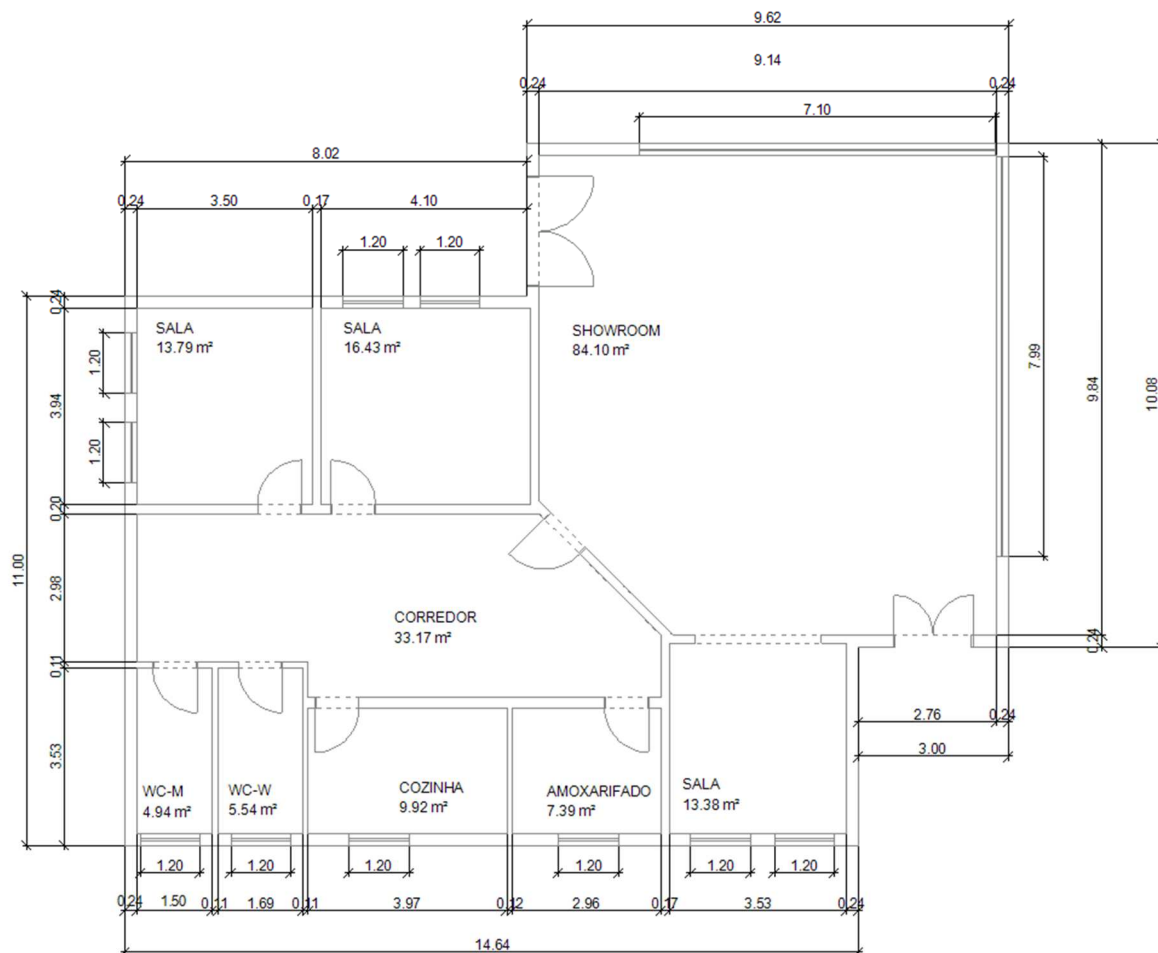
A quantificação dessa análise será através dos pesos para atender os requisitos totalmente, parcialmente, ou não atende aos requisitos a seguir:

Tabela 1 – Peso dos itens analisados

	Total	Parcial	Não atende
<b>Proteção de autoria</b>	3	1	0
<b>Compatibilidade</b>	3	1	0
<b>Análise de colisão</b>	3	1	0
<b>Quantitativos</b>	3	1	0
<b>Perda de dados</b>	3	1	0

Para essa análise, foi escolhido uma planta 2D de arquitetura (figura 5) de escritório simples tendo basicamente paredes, portas e janelas de um pavimento. A planta desse arquivo está originalmente em DWG. Essa planta será modelada no Revit (modelo federado) e no Archicad (*Open BIM*), a partir do que as disciplinas complementares serão baseadas também de forma similar, ou seja, modelos idênticos serão modelados para o federado e *Open BIM*:

FIGURA 5 – Planta baixa – arquivo DWG



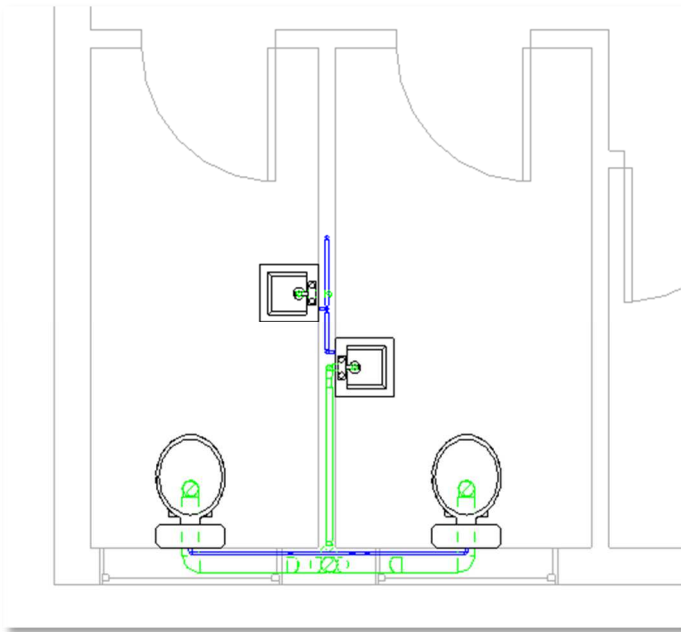
## 5.2. Padrão de modelagem adotado do modelo federado

O projeto do modelo federado será totalmente modelo no software Revit 2015. A modelagem consiste das disciplinas de arquitetura, elétrica, hidráulica e climatização. Entretanto, cada disciplina será modelada em um arquivo nativo do Revit, denominado RVT, independente. São eles respectivamente: TCC-ARQ.rvt, TCC-ELP.rvt, TCC-HCS.rvt e TCC-VEN.rvt.

Sua integração será feita através da função *Link Revit* na qual modelos adjacentes são referenciados no modelo que está sendo modelado, por exemplo, para se modelar o sistema hidrossanitário, o arquivo da arquitetura (TCC-ARQ.rvt) é referenciado ao modelo do arquivo hidráulico (TCC-HCS.rvt), ver figura 6:



FIGURA 6 – Exemplo função *Link Revit* – Modelo de arquitetura referenciado no modelo hidráulico



Logo a arquitetura será importada para cada arquivo de disciplina complementar para servir como base para sua modelagem. Uma vez que todas as disciplinas sejam modeladas, os arquivos das disciplinas complementares serão importados a arquitetura se tornando assim um modelo federado, sendo o centro de todas as análises.

### 5.3. Padrão de modelagem Open BIM adotado

O modelo Open BIM será modelado com diferentes softwares. A arquitetura será modelada com o Archicad 20 e as disciplinas complementares que consiste de elétrica, hidráulica e ventilação com o DDS-CAD 12.

A interoperabilidade do modelo de arquitetura com os modelos complementares será feita através da importação do arquivo IFC do modelo de arquitetura para o DDS-CAD.

### 5.4. Análise individual das disciplinas modeladas

#### 5.4.1. Modelo de arquitetura

O modelo de arquitetura baseado na planta 2D (figura 4) de um pavimento contém: 3 salas, um corredor, um *showroom*, uma cozinha, um almoxarifado e dois banheiros. Todos os espaços têm um pé direito de 2,50 m. As figuras 7, 8, 9 e 10 abaixo mostram uma planta baixa e isométrica da arquitetura do modelo federado e modelo *open* BIM respectivamente.

a) Modelo federado

FIGURA 7 – Planta baixa do modelo de arquitetura – Modelo federado

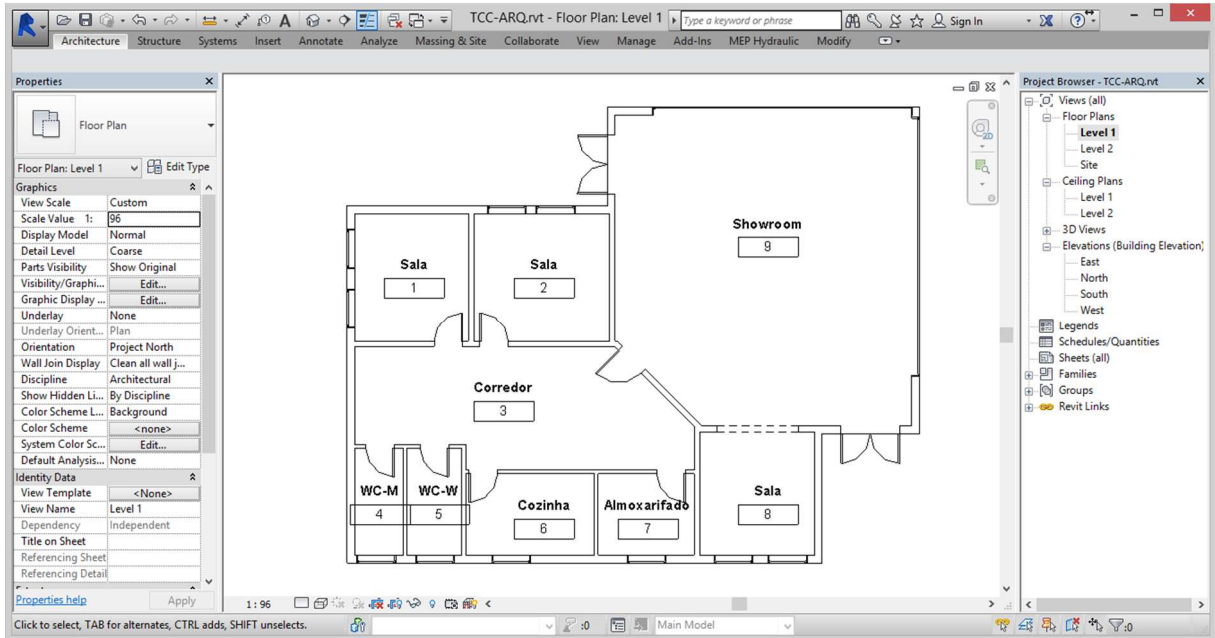
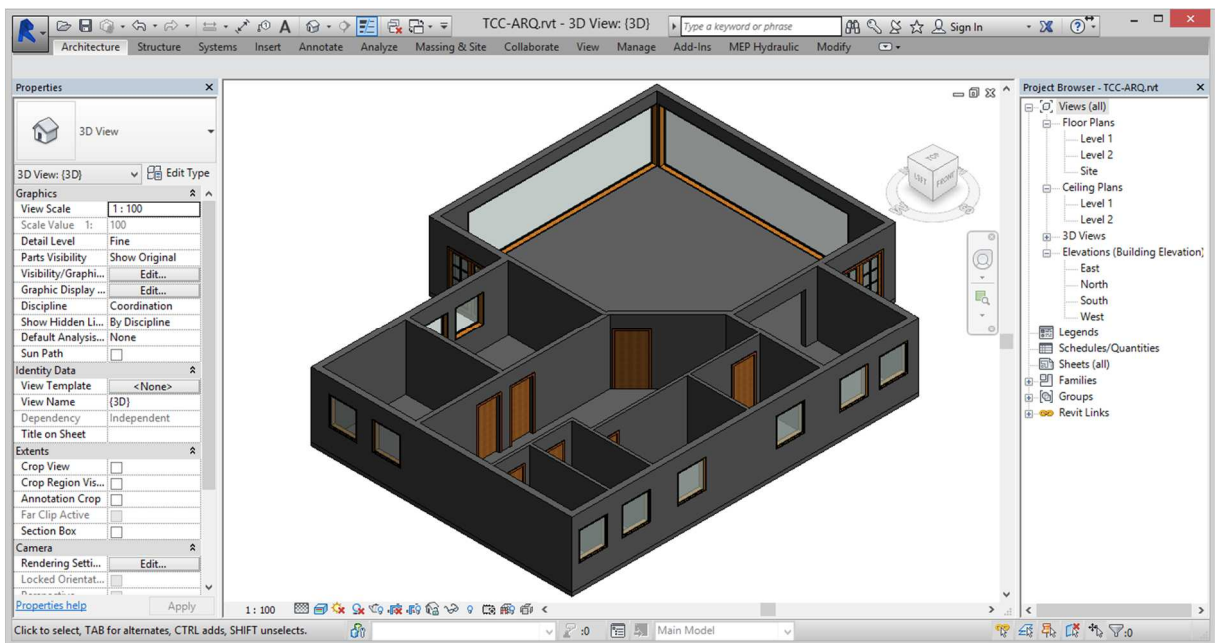


FIGURA 8 – Isométrica do modelo de arquitetura – Modelo federado



b) Modelo *open* BIM

FIGURA 9 – Planta baixa do modelo de arquitetura – Modelo *open* BIM

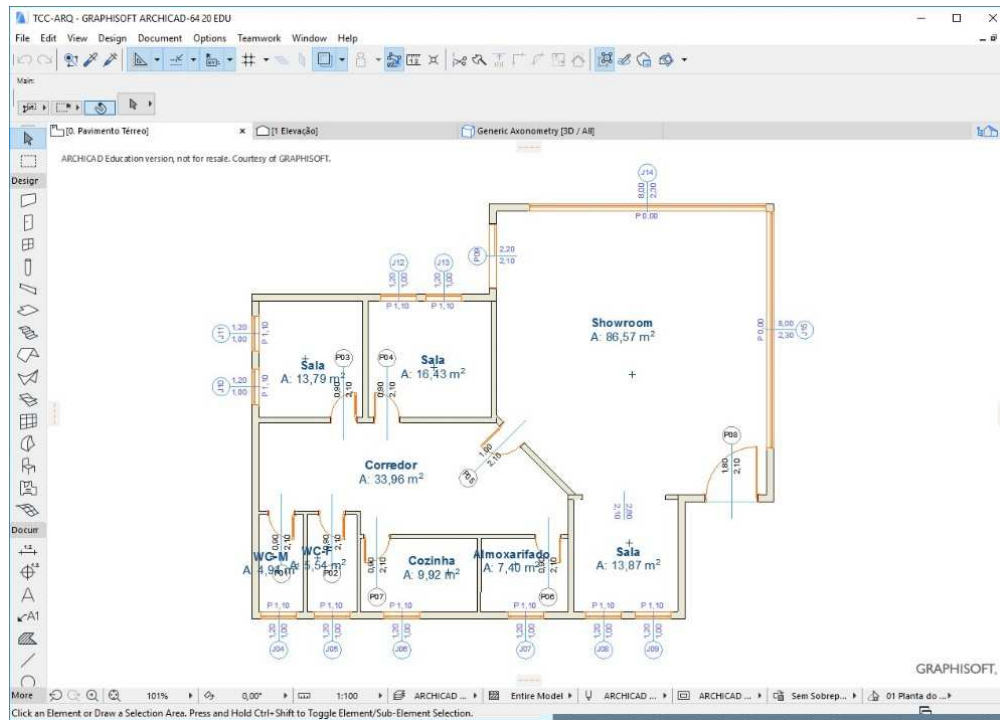
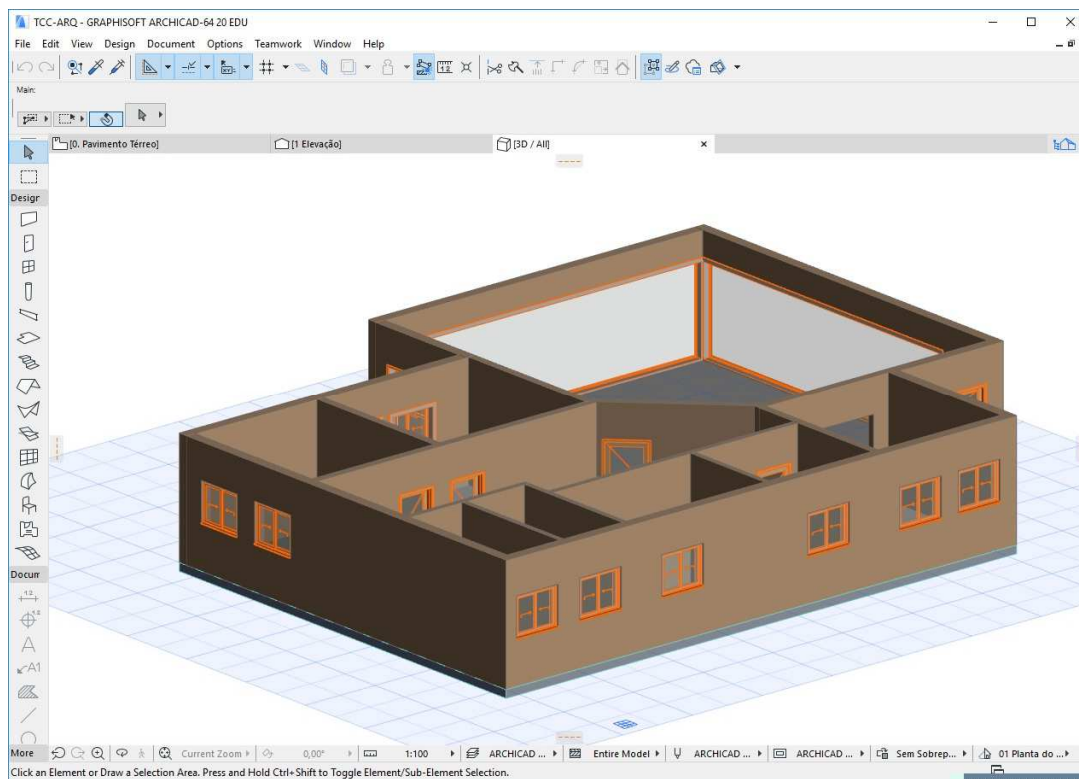


FIGURA 10 – Isométrica do modelo de arquitetura – Modelo *open* BIM



Podemos observar que a base arquitetônica utilizada para a modelagem é a mesma, porém existem detalhes como símbolos das portas e janelas e informações dos espaços que serão desprezados dessa análise.

#### 5.4.2. Modelo Elétrico

O modelo elétrico consiste de sistema luminotécnico representado pela cor amarela. Luminárias fluorescentes foram posicionadas em todos os espaços com exceção dos banheiros, que foram inseridas luminárias de *Led*. As figuras 11, 12, 13 e 14 abaixo mostram uma planta baixa e isométrica do sistema de elétrico do modelo federado e modelo *open* BIM respectivamente.

a) Modelo federado

FIGURA 11 – Planta baixa do modelo elétrico – Modelo federado

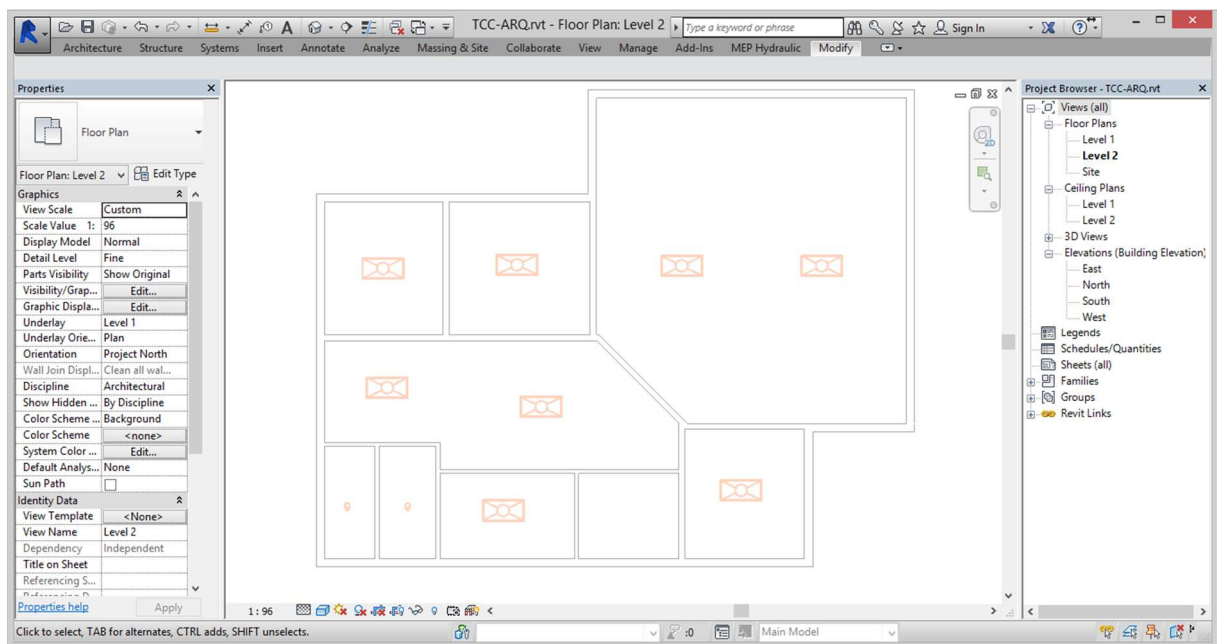
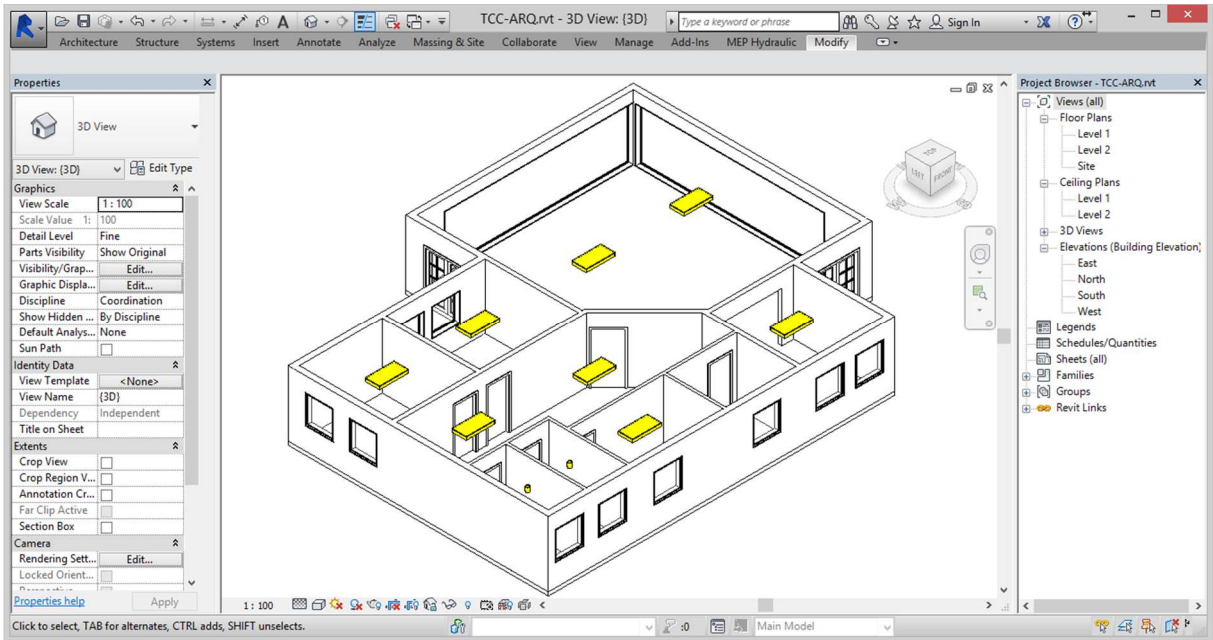


FIGURA 12 – Isométrica do modelo elétrico – Modelo federado



b) Modelo *Open BIM*

FIGURA 13 – Planta baixa do modelo elétrico – Modelo *open BIM*

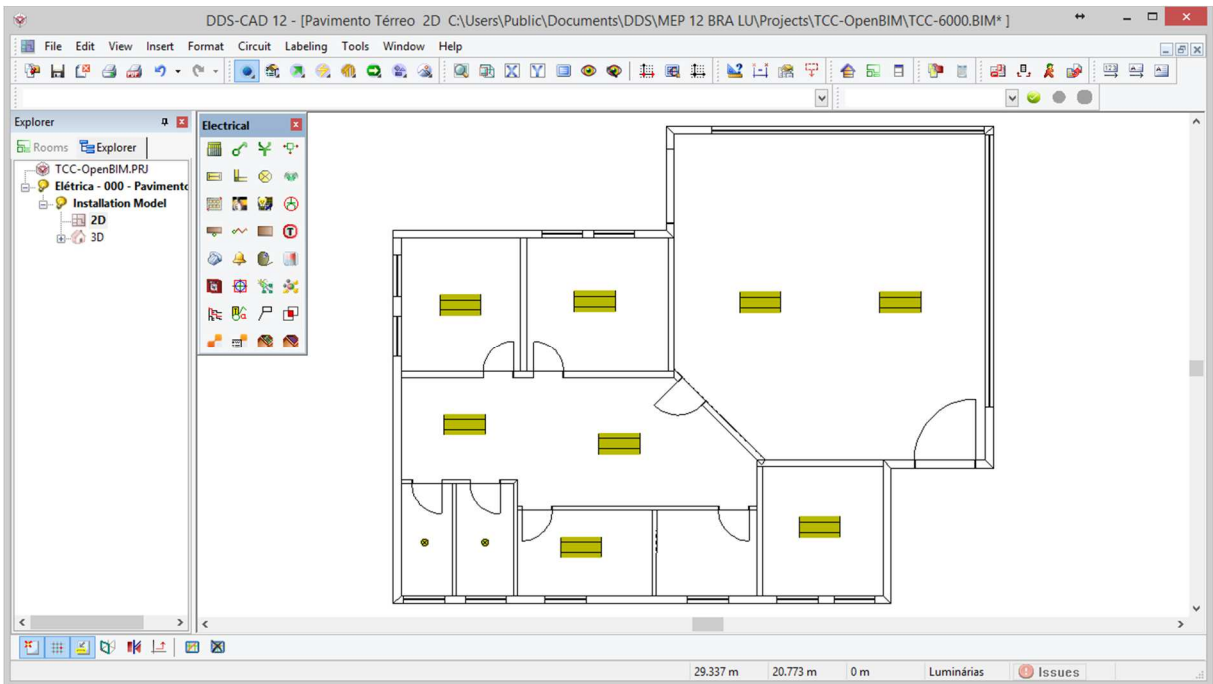
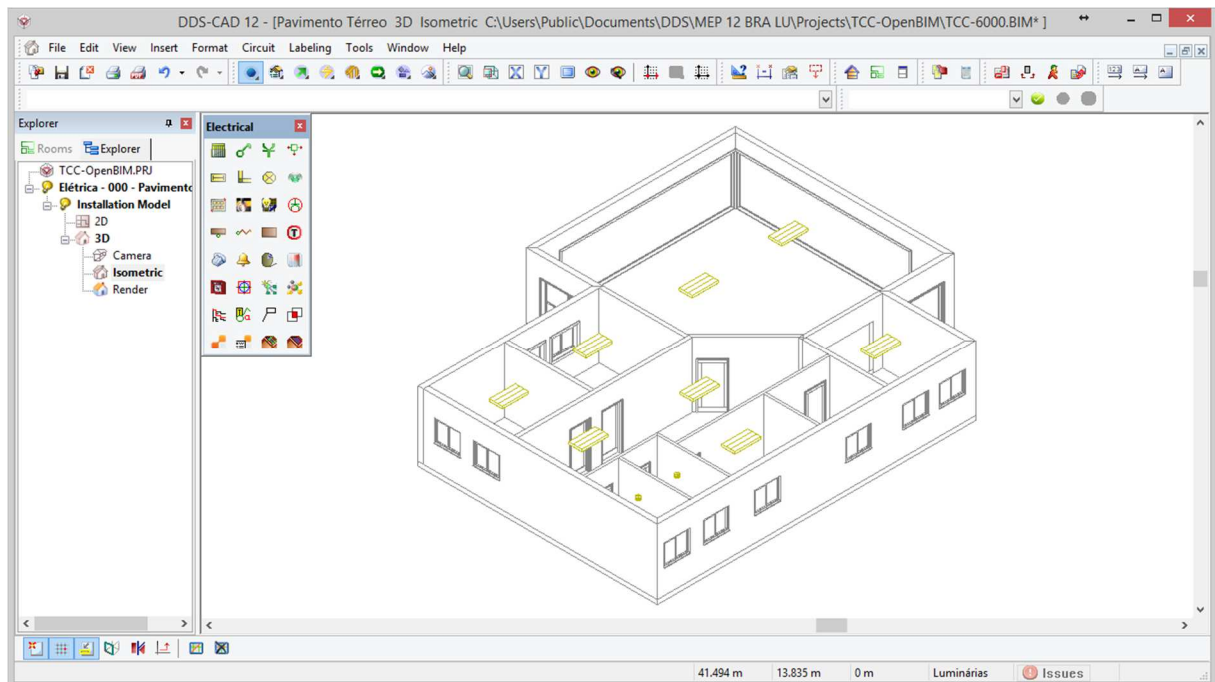


FIGURA 14 – Isométrica do modelo elétrico – Modelo *open* BIM



A diferença dos símbolos 2D e objeto 3D das luminárias será desprezada nessa análise.

### 5.4.3. Modelo Hidráulico

O modelo hidrossanitário consiste de um sistema de água fria representado pela cor verde e o sistema de esgoto doméstico representado pelas cores marrom (modelo federado) e roxo (modelo *open* BIM). O sistema hidrossanitário consiste da instalação de um lavatório e uma bacia sanitária para cada banheiro, sendo que o modelo contém dois banheiros. As figuras 15, 16, 17 e 18 abaixo mostram uma planta baixa e isométrica do sistema de hidráulico do modelo federado e modelo *Open* BIM respectivamente.



a) Modelo federado

FIGURA 15 – Planta baixa do modelo hidráulico – Modelo federado

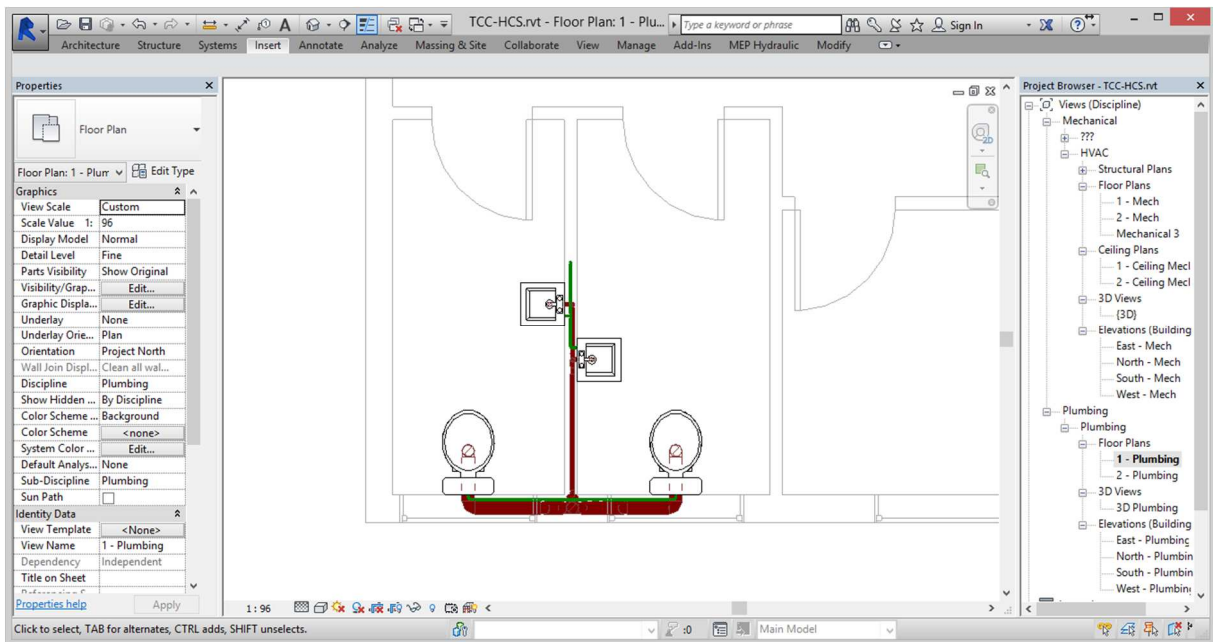
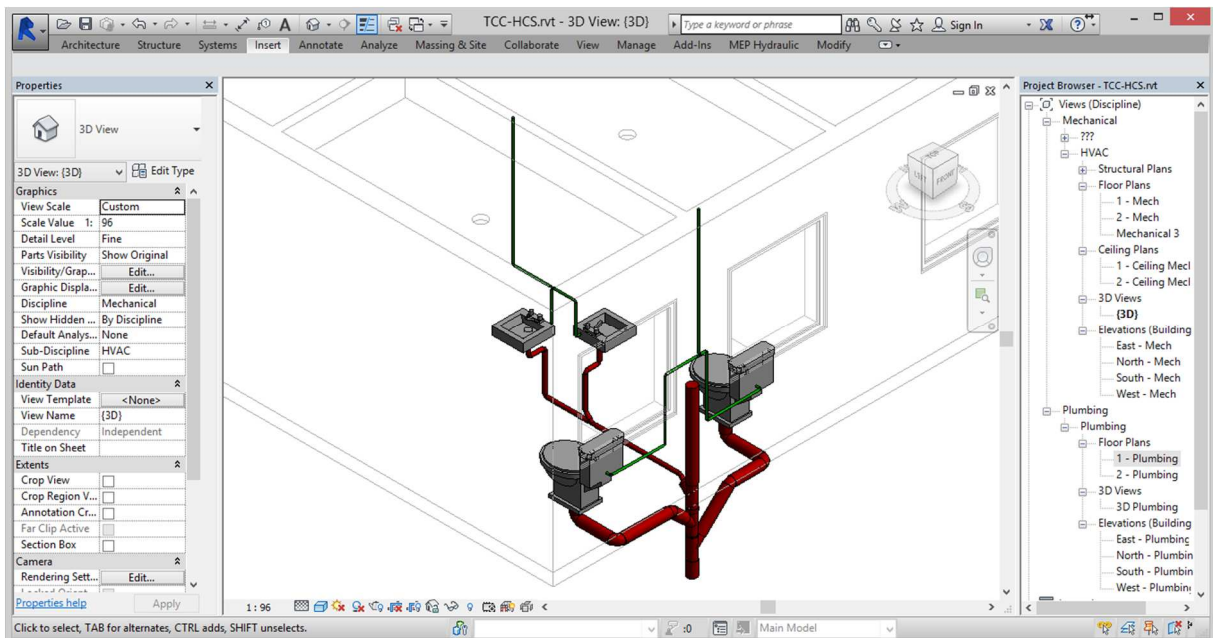


FIGURA 16 – Isométrica do modelo hidráulico – Modelo federado



b) Modelo *Open* BIM

FIGURA 17 – Planta baixa do modelo hidráulico – Modelo *open* BIM

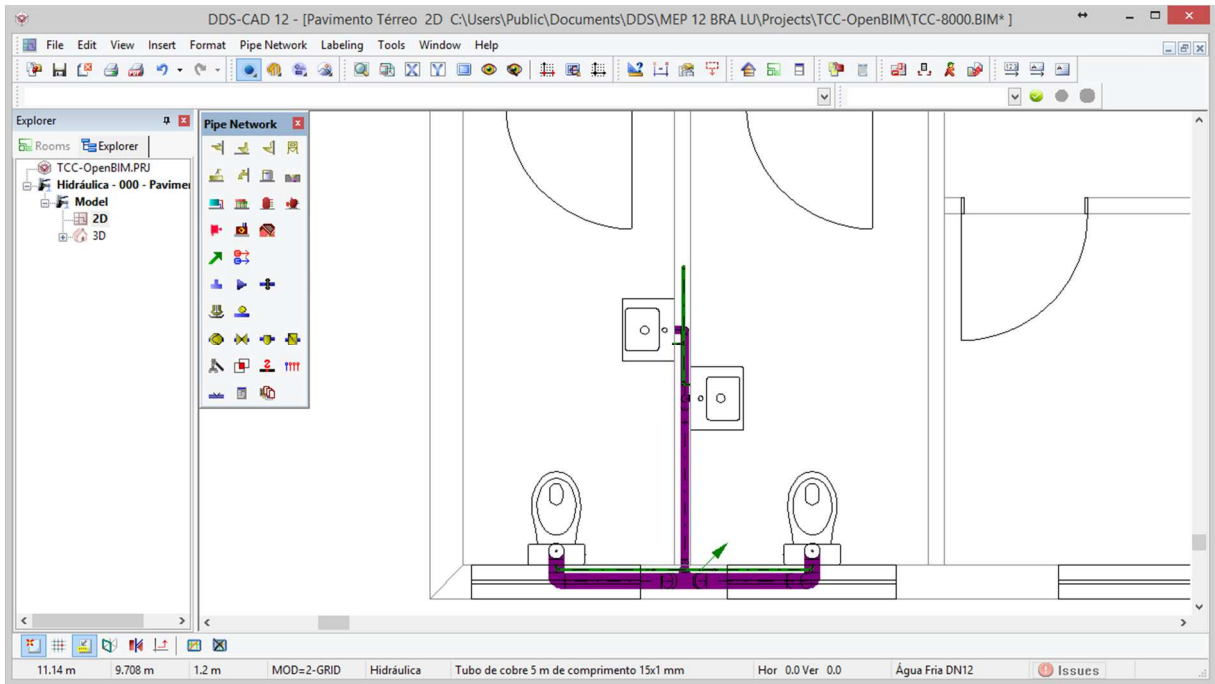
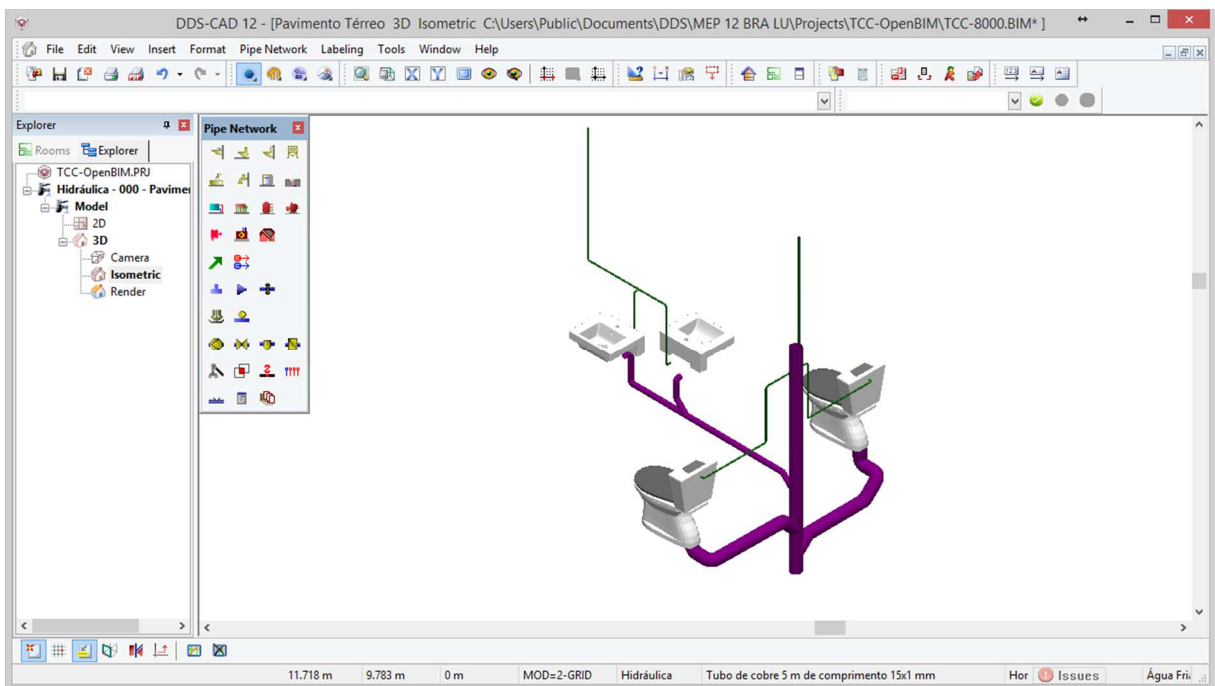


FIGURA 18 – Isométrica do modelo hidráulico – Modelo *open* BIM





As diferenças de representação dos tubos e conexões, e equipamentos sanitários serão desprezadas neste projeto.

#### 5.4.4. Modelo de Ventilação

O modelo de ventilação consiste do sistema insuflação representado por dutos na cor azul e o sistema de retorno representado pelas cores magenta (modelo federado) e amarelo (modelo *Open BIM*). O sistema de ventilação é realizado através de uma unidade de tratamento de ar posicionada no teto e a insuflação ou retorno do ar é feita através de difusores de ar posicionados nas salas e no banheiro respectivamente. As figuras 19, 20, 21 e 22 abaixo mostram uma planta baixa e isométrica do sistema de ventilação do modelo federado e modelo *Open BIM* respectivamente.

##### a) Modelo federado

FIGURA 19 – Planta baixa do modelo de ventilação – Modelo federado

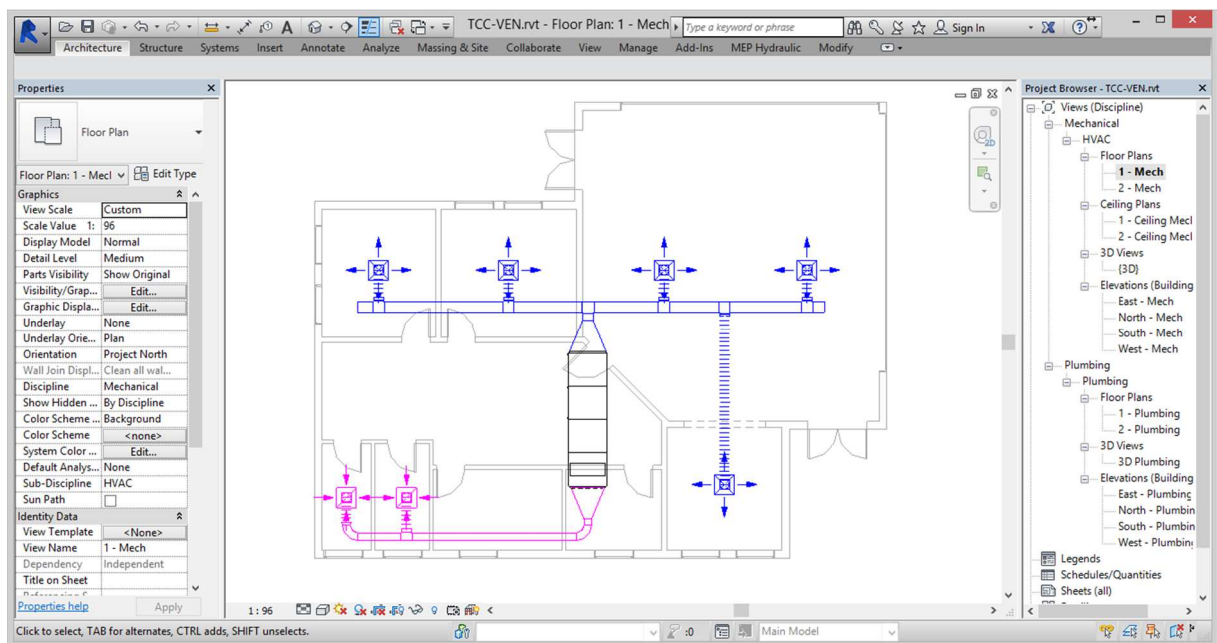
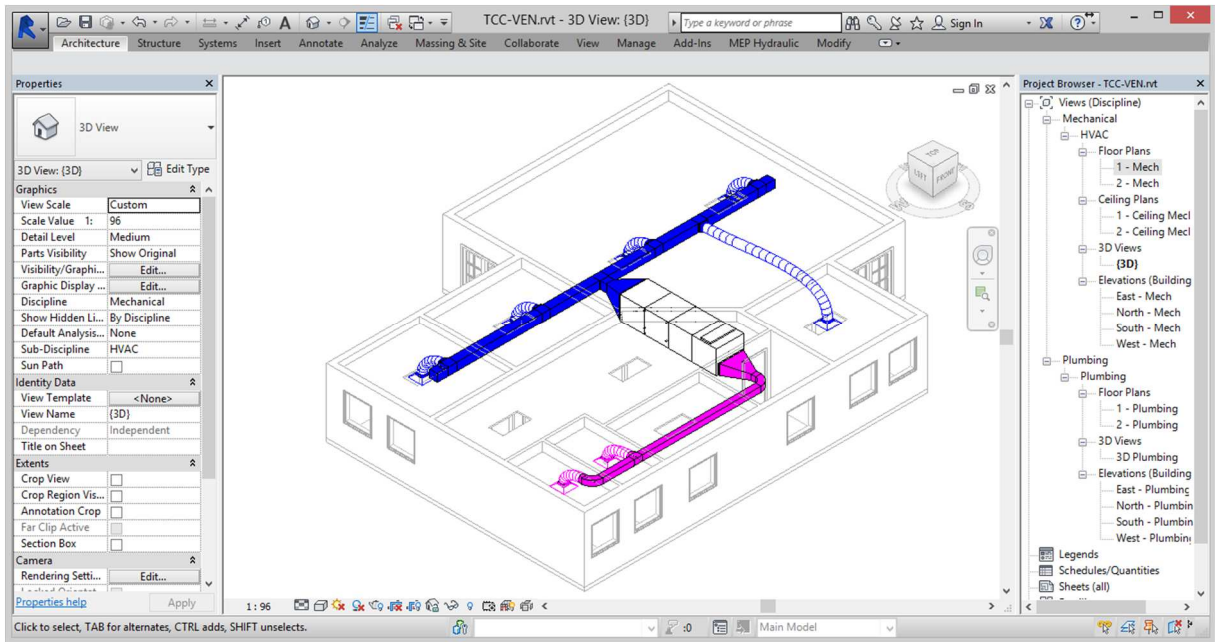


FIGURA 20 – Isométrica do modelo de ventilação – Modelo federado



b) Modelo *Open* BIM

FIGURA 21 – Planta baixa do modelo de ventilação – Modelo *open* BIM

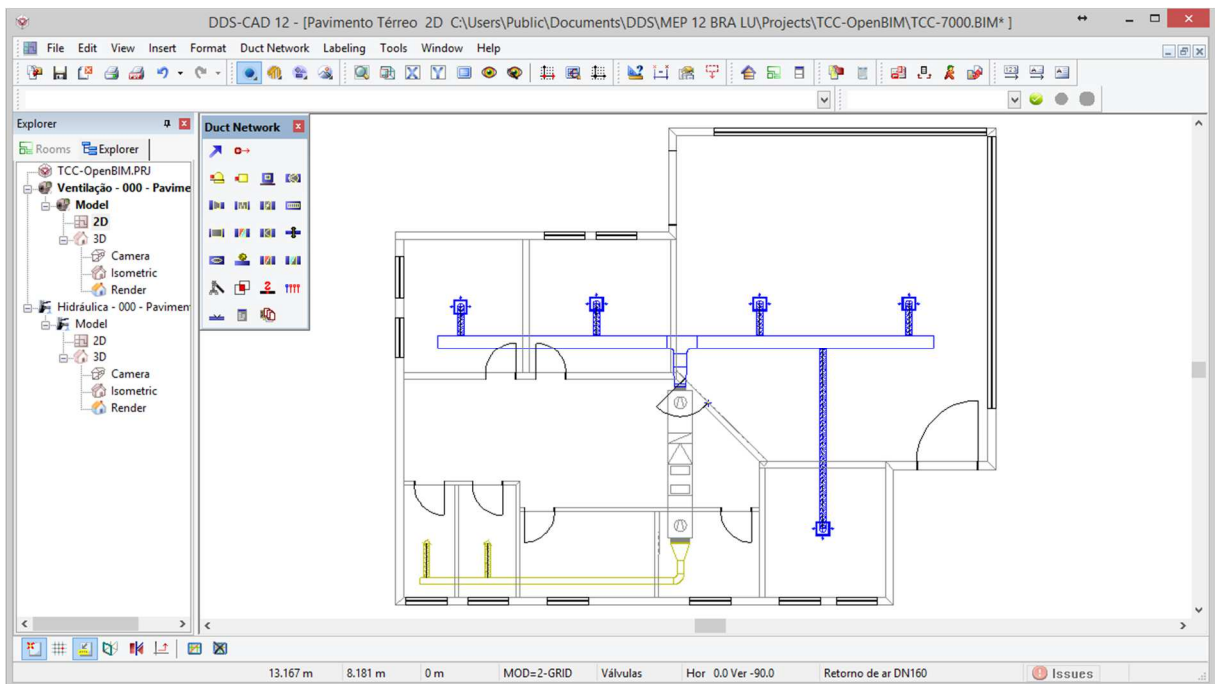
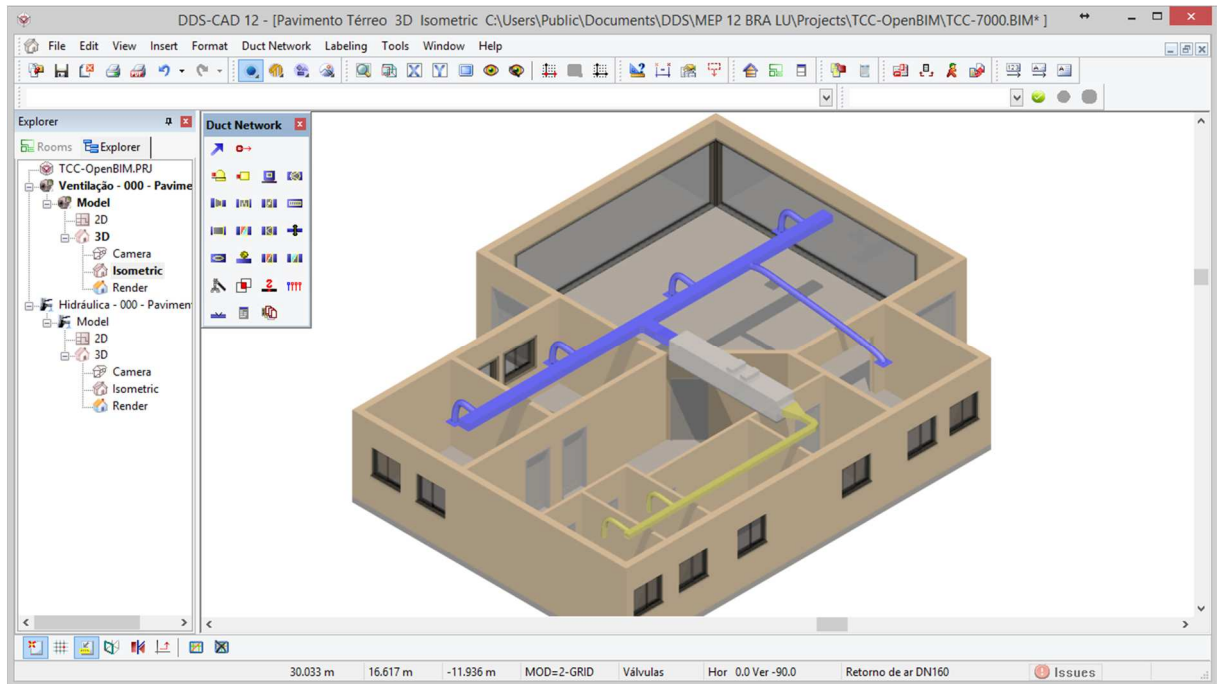


FIGURA 22 – Isométrica do modelo de ventilação – Modelo *open BIM*



As diferenças de simbologia e representação dos dutos retangulares, flexíveis, unidade de tratamento de ar e difusores serão desprezadas neste projeto

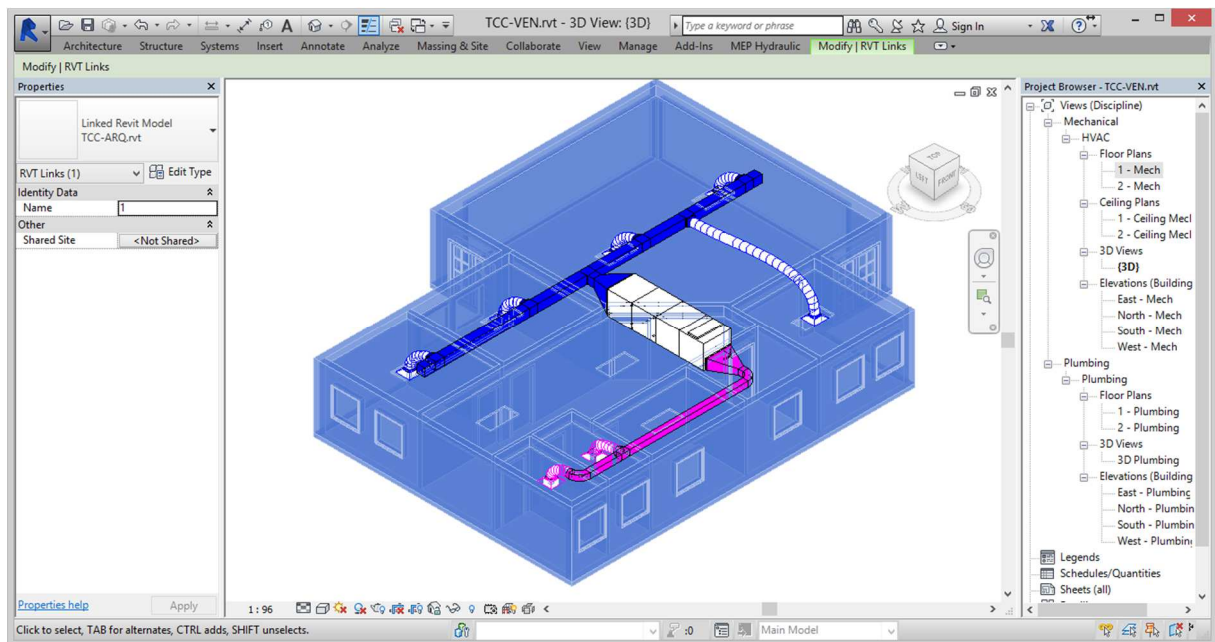
### 5.5. Análise da proteção de autoria

No fluxo de trabalho BIM várias pessoas irão compartilhar as mesmas informações e arquivos, portanto, se não houver restrições quanto ao que cada projetista pode fazer, haverá uma confusão quanto as atribuições de cada pessoa e quem fez a alteração em determinado componente ou disciplina, assim sendo, a proteção de autoria visa garantir que o modelo de responsabilidade de um projetista somente possa ser editado por ele próprio.

#### a) Modelo federado

Com a função Link Revit, o modelo importado se torna um bloco, assim não é possível o projetista editar o modelo referenciado. Na figura 23, temos o modelo de ventilação aberto (TCC-VEN.rvt) e a arquitetura (TCC-ARQ.rvt) está referenciada a esse modelo. Ao selecionar a arquitetura, o bloco inteiro é selecionado garantindo a proteção de autoria do modelo de arquitetura.

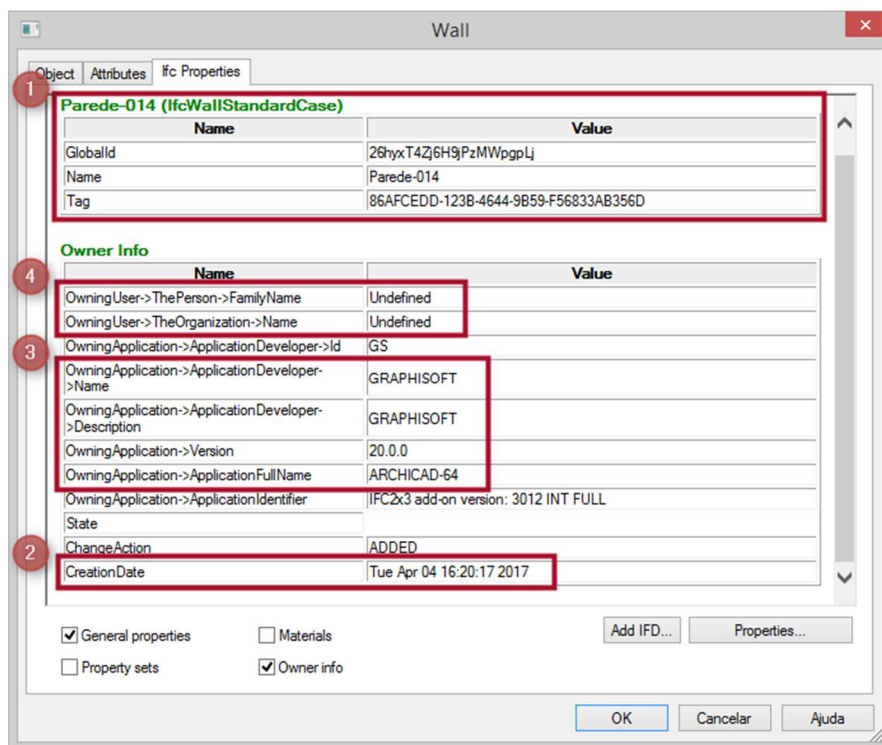
FIGURA 23 – Modelo RVT de arquitetura importado no modelo RVT de ventilação



## b) Modelo *Open* BIM

O modelo de arquitetura é exportado para o arquivo IFC a partir do Archicad, e importado para o software de complementares que é o DDS-CAD. A exportação para IFC por si só já garante a proteção de autoria do modelo, pois uma vez que o modelo é exportado para IFC ele não pode ser editado, entretanto, todos os elementos IFC contêm informações quanto ao que é o elemento (1), data de criação do arquivo (2), software nativo (3) e o projetista (4), quando definido, como podemos ver na figura 24 que foi aberta automaticamente no DDS-CAD quando o usuário clicou em uma parede do modelo.

FIGURA 24 – Aba *Ifc properties* do diálogo *Wall*



Como vimos na tabela 1 anteriormente, avaliaremos se os requisitos mínimos serão alcançados. Nesse caso, a análise de autoria foi totalmente satisfatória no modelo Open BIM, pois além de proteger o modelo de edição, contém informações úteis sobre o modelo, assim aplicamos o peso 3. O modelo federado com a função Link Revit cumpriu parcialmente sua função de proteção de autoria, pois apesar de evitar a edição do modelo referenciado, o usuário precisa ter acesso ao arquivo original para realizar sua importação, assim sendo, nada impede que o usuário abra o arquivo e faça qualquer alteração, desta forma recebeu o peso 1. Abaixo vemos a tabela 2 apresenta os pesos para a proteção de autoria.

TABELA 2 – Proteção de autoria

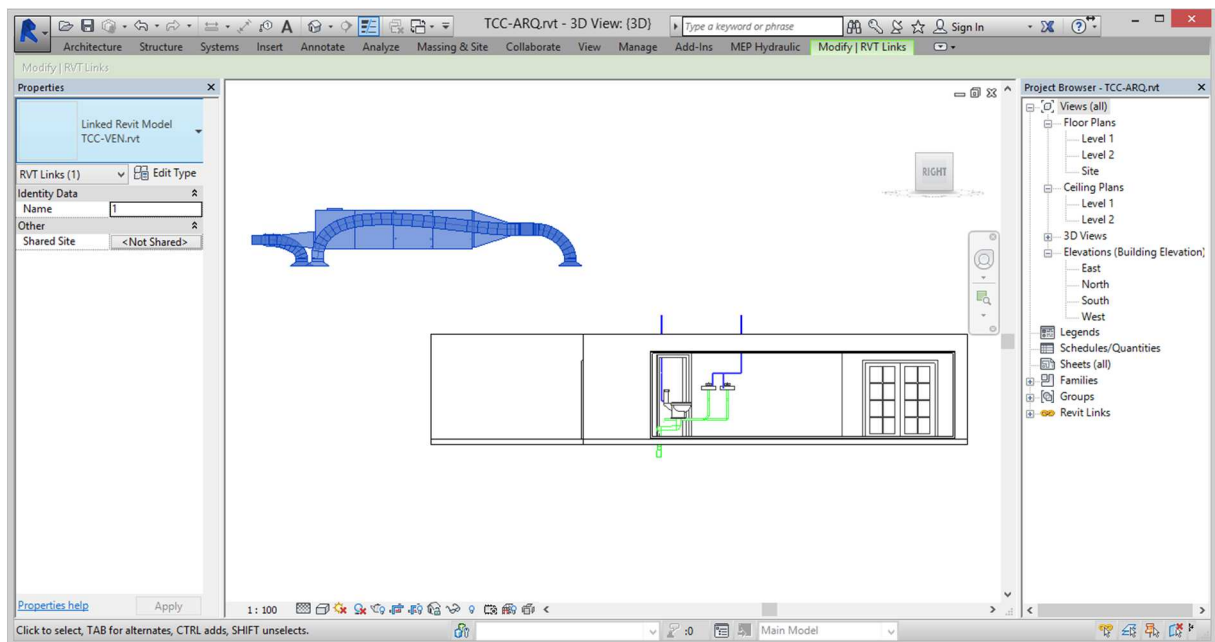
Proteção de autoria	Peso
Modelo federado	1
Modelo <i>open</i> BIM	3

## 5.6. Análise de compatibilidade dos modelos

### a) Modelo federado

Utilizaremos a função Link Revit para centralizar os modelos de elétrica, hidráulica e ventilação no arquivo RVT da arquitetura (TCC-ARQ.rvt) no Revit 2015. Assim, os modelos importados são referenciados e podem ser selecionados como visto na análise anterior (proteção de autoria). Constatamos que os modelos referenciados podem facilmente ser movidos de seu posicionamento original e não encontramos nenhuma função que evitasse esse deslocamento ou retornasse o modelo referenciado para sua coordenada real. Desta forma, sua coordenada não é garantida, o que pode ocasionar erros de compatibilização entre os modelos. Na imagem figura 25 abaixo movemos o modelo de ventilação nas coordenadas x, y e z.

FIGURA 25 – Modelos centralizados no modelo de arquitetura



Ademais, com a ferramenta Link Revit, a única informação referente ao modelo importado é o nome do arquivo que pode ser visto no canto superior esquerdo na aba *Properties*.

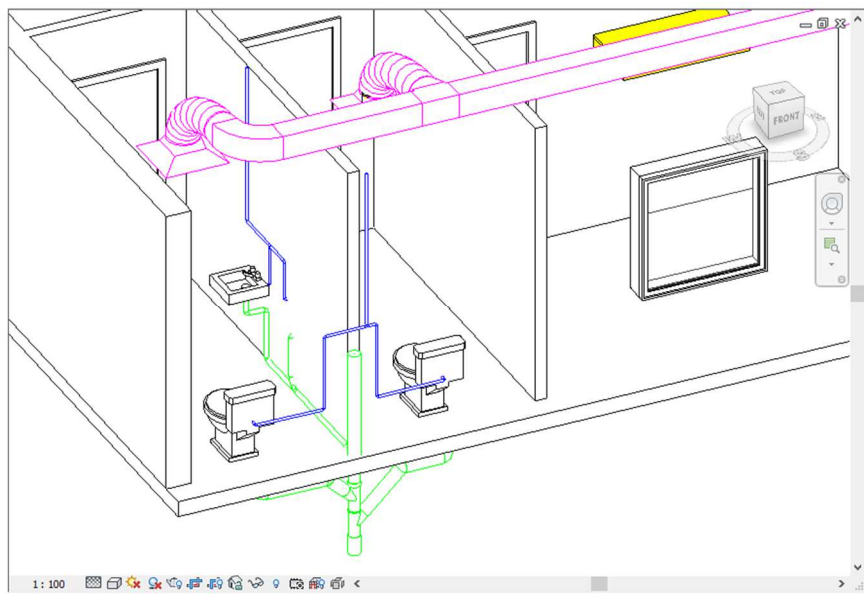
O modelo hidráulico que foi modelado nas coordenadas provenientes do modelo de arquitetura como visto na figura 25, foi importado com as coordenadas erradas no modelo de arquitetura. Esse erro ocorreu devido a opção de posicionamento padrão de importação Auto



center to center. Uma vez identificado o erro, importou-se novamente com a opção *Auto origin to origin* e o erro foi parcialmente resolvido, pois ainda houve um pequeno deslocamento na coordenada x.

As cores definidas no modelo original não são salvas no modelo federado com a função *Link Revit*.

FIGURA 26 – Modelos centralizados no modelo de arquitetura – Modelo hidráulico parcialmente corrigido

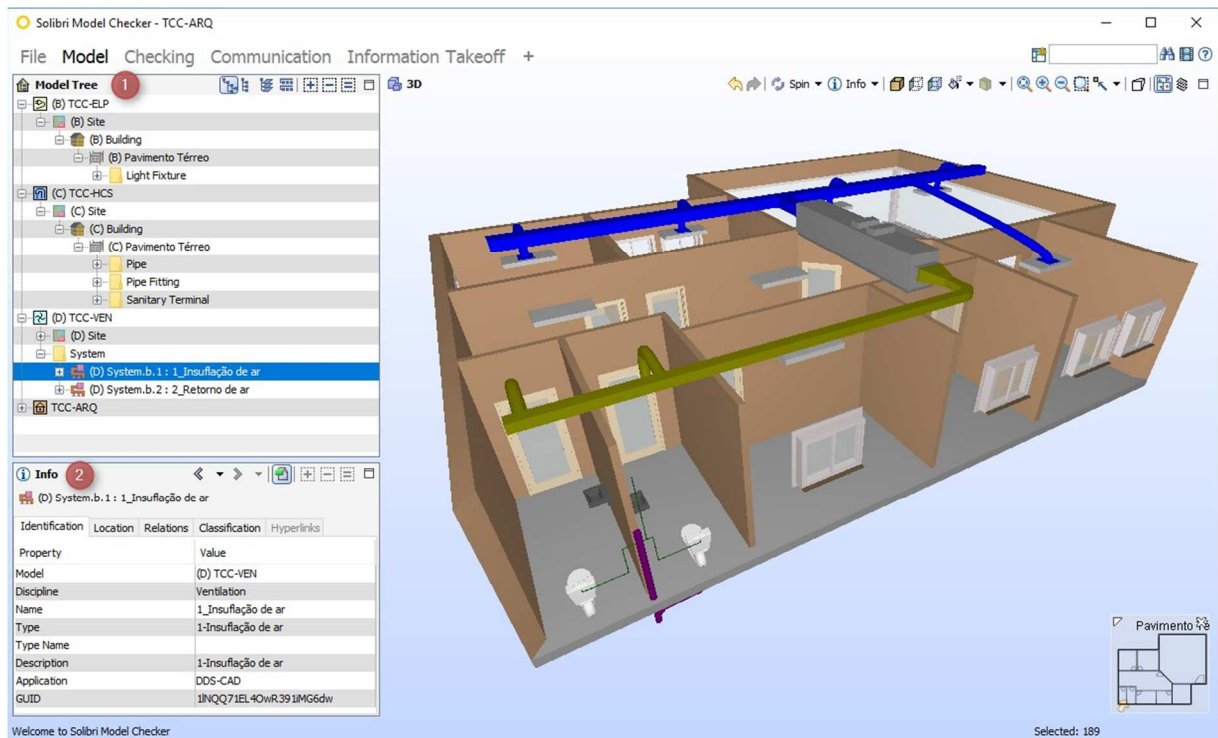


#### b) Modelo *Open BIM*

Utilizaremos o software Solibri Model Checker v9.7 para centralizar todos os modelos. Os modelos de arquitetura, elétrica, hidráulica e ventilação foram exportados para IFC com os seguintes nomes respectivamente: TCC-ARQ.ifc, TCC-ELP.ifc, TCC-HCS.ifc e TCC-VEN.ifc. Os arquivos serão importados no Solibri.

Constatamos que os arquivos podem ser classificados de acordo com sua disciplina, assim podemos reconhecer a disciplina do arquivo facilmente na janela *Model tree* (1). Além disso, todos os elementos são listados e categorizados na mesma janela. As propriedades do sistema ou elemento selecionado é visualizada na janela *Info* (2). Os modelos foram importados nas coordenadas corretas e não é possível modifica-las.

FIGURA 27 – Coordenação de modelos IFC no Solibri



A análise de compatibilidade foi totalmente satisfatória no modelo Open BIM, porém no modelo federado não cumpriu os requisitos mínimos de preservar as coordenadas originais do modelo. A tabela 3 apresenta os pesos obtidos pelos modelos.

TABELA 3 – Compatibilidade dos modelos

Compatibilidade dos modelos	Peso
Modelo federado	0
Modelo <i>open</i> BIM	3



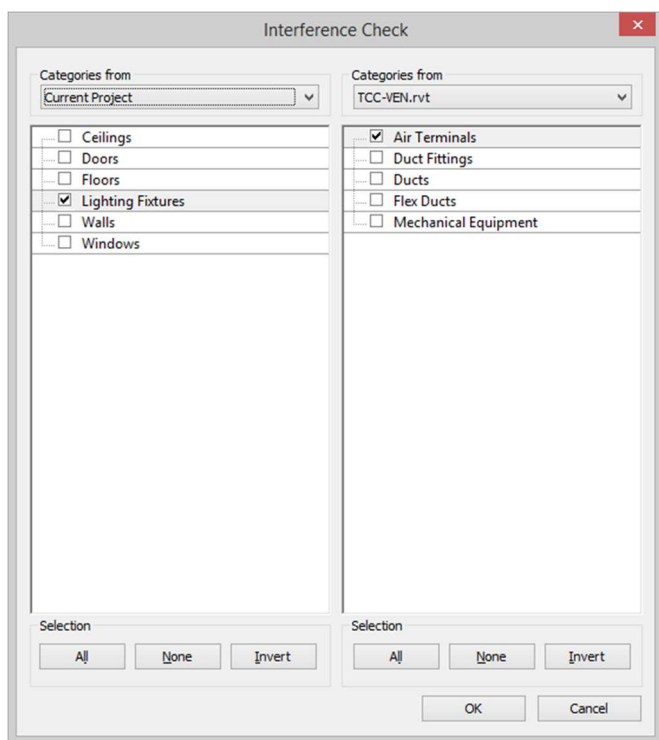
## 5.7. Análise de colisão

Para realizar a análise de colisão, propositalmente modelamos vários objetos de modo a colidirem.

### a) Modelo federado

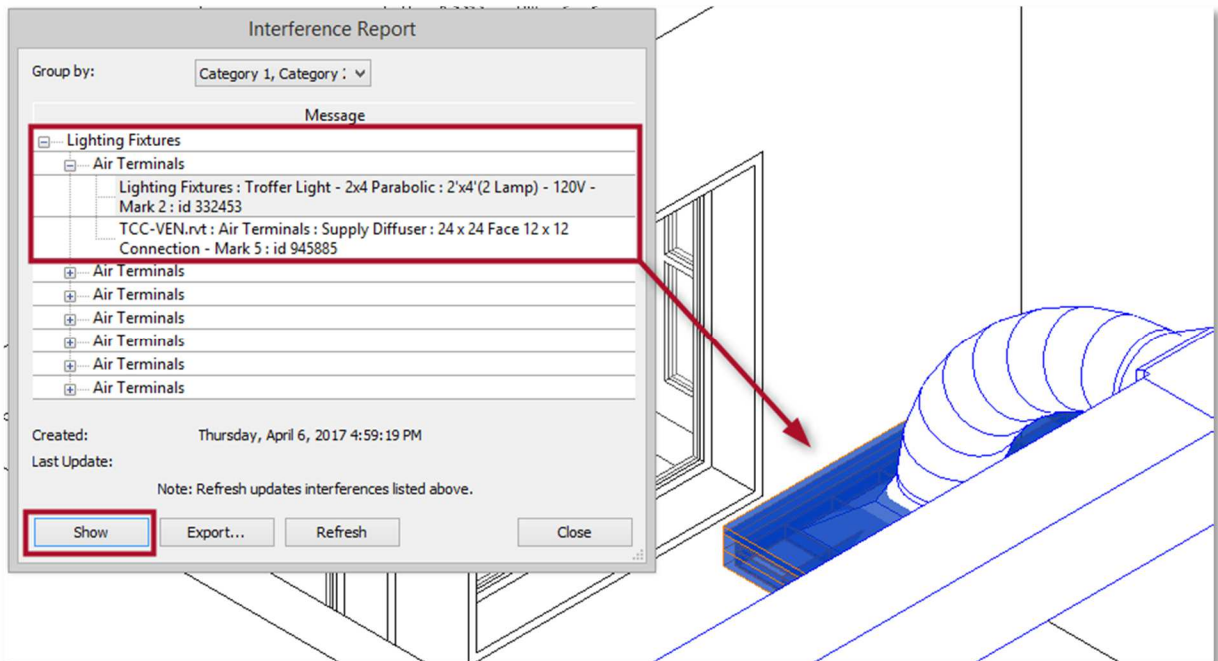
Realizamos uma análise de colisão no Revit com a função *Interference Check* como visto na figura 28. No arquivo de arquitetura (TCC-ARQ.rvt), com as demais disciplinas referenciadas neste modelo utilizando a função *Link Revit*. Nesse caso, filtramos a análise de colisão entre luminárias que pertencem ao arquivo TCC-ARQ.rvt onde o sistema luminotécnico foi modelado, e difusores de ar que pertence ao arquivo TCC-VEN.rvt.

FIGURA 28 – Diálogo *Interference Check* de análise de colisão do Revit



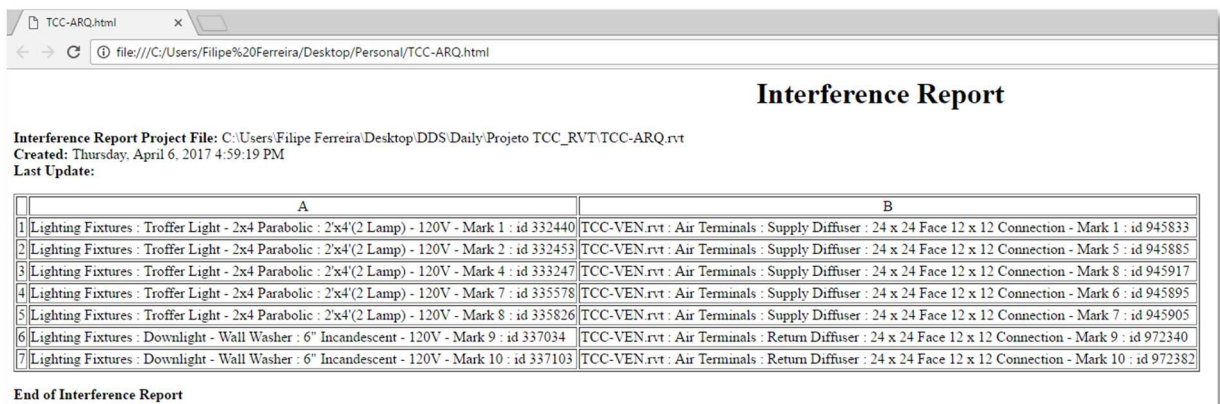
O Revit gera um relatório das colisões encontradas. Esta lista inteligente apresenta os objetos que tem colisão no modelo, como visto na figura 29.

FIGURA 29 – Relatório de colisões inteligente do Revit



O relatório de colisões também pode ser exportado para diferentes extensões de arquivos para ser enviado para terceiros, como mostrado na figura 30.

FIGURA 30 – Relatório de colisões exportado para .html



**Interference Report**

Interference Report Project File: C:\Users\Filipe Ferreira\Desktop\DDS\Daily\Projeto TCC\_RVT\TCC-ARQ.rvt  
 Created: Thursday, April 6, 2017 4:59:19 PM  
 Last Update:

	A	B
1	Lighting Fixtures : Troffer Light - 2x4 Parabolic : 2'x4'(2 Lamp) - 120V - Mark 1 : id 332440	TCC-VEN.rvt : Air Terminals : Supply Diffuser : 24 x 24 Face 12 x 12 Connection - Mark 1 : id 945833
2	Lighting Fixtures : Troffer Light - 2x4 Parabolic : 2'x4'(2 Lamp) - 120V - Mark 2 : id 332453	TCC-VEN.rvt : Air Terminals : Supply Diffuser : 24 x 24 Face 12 x 12 Connection - Mark 5 : id 945885
3	Lighting Fixtures : Troffer Light - 2x4 Parabolic : 2'x4'(2 Lamp) - 120V - Mark 4 : id 33247	TCC-VEN.rvt : Air Terminals : Supply Diffuser : 24 x 24 Face 12 x 12 Connection - Mark 8 : id 945917
4	Lighting Fixtures : Troffer Light - 2x4 Parabolic : 2'x4'(2 Lamp) - 120V - Mark 7 : id 335578	TCC-VEN.rvt : Air Terminals : Supply Diffuser : 24 x 24 Face 12 x 12 Connection - Mark 6 : id 945895
5	Lighting Fixtures : Troffer Light - 2x4 Parabolic : 2'x4'(2 Lamp) - 120V - Mark 8 : id 335826	TCC-VEN.rvt : Air Terminals : Supply Diffuser : 24 x 24 Face 12 x 12 Connection - Mark 7 : id 945905
6	Lighting Fixtures : Downlight - Wall Washer : 6" Incandescent - 120V - Mark 9 : id 337034	TCC-VEN.rvt : Air Terminals : Return Diffuser : 24 x 24 Face 12 x 12 Connection - Mark 9 : id 972340
7	Lighting Fixtures : Downlight - Wall Washer : 6" Incandescent - 120V - Mark 10 : id 337103	TCC-VEN.rvt : Air Terminals : Return Diffuser : 24 x 24 Face 12 x 12 Connection - Mark 10 : id 972382

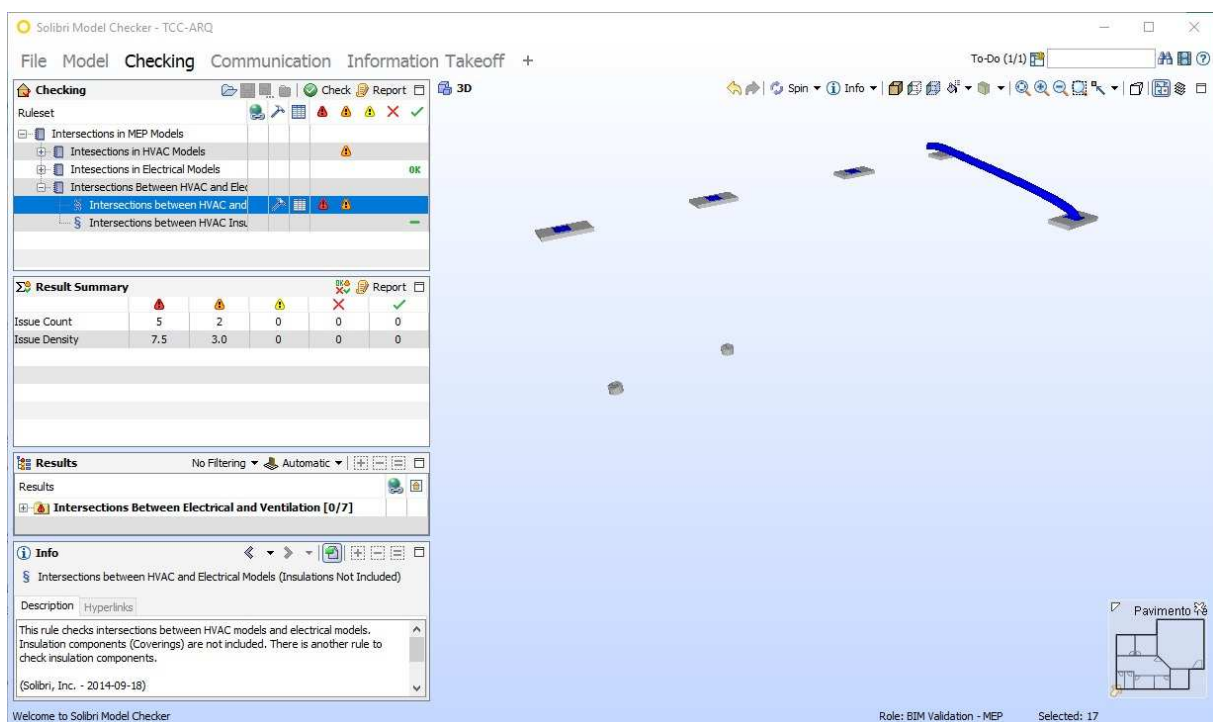
End of Interference Report

## b) Modelo *Open* BIM

O usuário pode configurar regras de análise de colisões complexas no Solibri Model Checker. Nesse caso, utilizamos a opção *BIM Validation MEP* que consiste em analisar a compatibilidade entre os sistemas complementares.

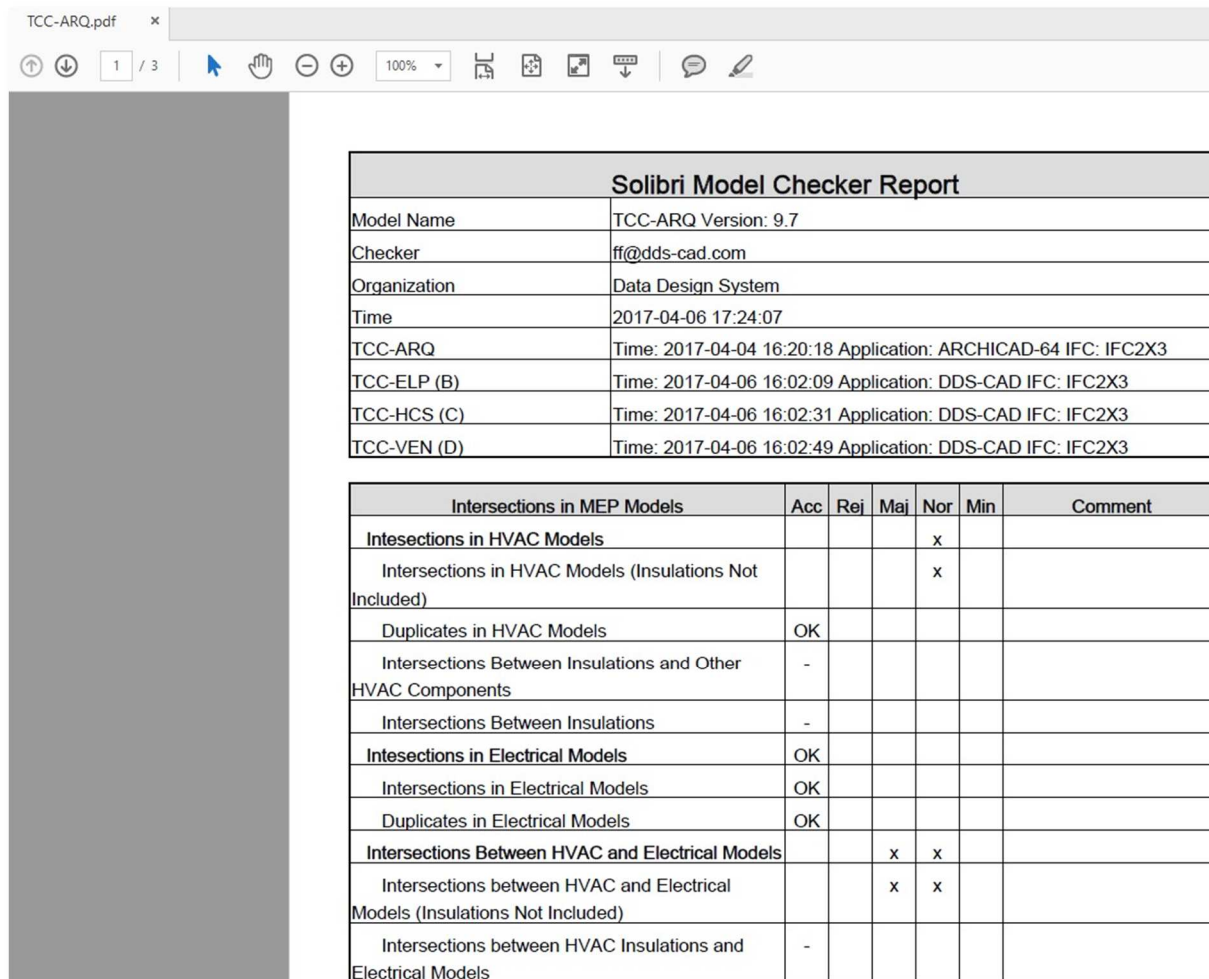
Um relatório inteligente das colisões é apresentado na aba *Checking*, visto na figura 31, onde as colisões são definidas de acordo com o grau de colisão, como resultado da análise vemos que os elementos HVAC, ou seja, de ventilação tem erros moderados entre eles, os elementos elétricos estão em conformidade, e a análise entre os elementos de ventilação e elétricos temos resultados críticos e moderados. Assim como no Revit, esse relatório é referenciado ao modelo apresentando os elementos que estão colidindo.

FIGURA 31 – Relatório de colisões inteligente do Solibri



Um relatório detalhado pode ser exportado para Excel ou PDF, nesse caso, exportamos para PDF um relatório de 3 páginas, um exemplar visto na figura 32.

FIGURA 32 – Relatório de colisões em PDF



Solibri Model Checker Report						
Model Name	TCC-ARQ Version: 9.7					
Checker	ff@dds-cad.com					
Organization	Data Design System					
Time	2017-04-06 17:24:07					
TCC-ARQ	Time: 2017-04-04 16:20:18 Application: ARCHICAD-64 IFC: IFC2X3					
TCC-ELP (B)	Time: 2017-04-06 16:02:09 Application: DDS-CAD IFC: IFC2X3					
TCC-HCS (C)	Time: 2017-04-06 16:02:31 Application: DDS-CAD IFC: IFC2X3					
TCC-VEN (D)	Time: 2017-04-06 16:02:49 Application: DDS-CAD IFC: IFC2X3					

Intersections in MEP Models	Acc	Rej	Maj	Nor	Min	Comment
<b>Intesections in HVAC Models</b>				x		
Intersections in HVAC Models (Insulations Not Included)				x		
Duplicates in HVAC Models	OK					
Intersections Between Insulations and Other HVAC Components	-					
Intersections Between Insulations	-					
<b>Intesections in Electrical Models</b>	OK					
Intersections in Electrical Models	OK					
Duplicates in Electrical Models	OK					
<b>Intersections Between HVAC and Electrical Models</b>			x	x		
Intersections between HVAC and Electrical Models (Insulations Not Included)			x	x		
Intersections between HVAC Insulations and Electrical Models	-					

A análise de colisão foi totalmente satisfatória em ambos os modelos. Na tabela 4 apresentamos os pesos alcançados pelos modelos.

TABELA 4 – Análise de colisão

Análise de colisão	Peso
Modelo federado	3
Modelo <i>open</i> BIM	3

## 5.8. Quantitativos

Na análise de quantitativos analisamos a capacidade de geração de lista de material com todos os modelos importados no modelo de arquitetura utilizado a função *Link Revit* para o modelo federado. No modelo Open BIM, utilizaremos o Solibri Model Checker para analisar a capacidade de gerar lista de materiais a partir de arquivos IFC. Essa análise está limitada a verificação da capacidade de se gerar uma lista de material em um ambiente colaborativo com a função *Link Revit* e o IFC.

### a) Modelo federado

A função *Link Revit* do Revit 2015 não tem a capacidade de reconhecer os elementos dos arquivos RVT importados, entretanto, o Revit 2017 já possui essa capacidade. Como utilizamos o Revit 2015 que atualmente é uma versão desatualizada, consideraremos que o Revit é capaz de gerar lista de material com arquivos Revit importados.

### b) Modelo *open* BIM

O Solibri possui regras para se gerar listas de materiais específicas para cada disciplina. O IFC possui uma biblioteca de dados que ordena e classifica as informações, sendo assim, todos os elementos contêm descrição, coordenada (X, Y, Z) com seu posicionamento correto, fabricante e dados específicos de cada tipo de elemento, por exemplo, uma luminária pode conter dados como: corrente, tensão e potência que podem ser parâmetros utilizados para a geração dos quantitativos.

De acordo com os parâmetros utilizados para essa análise, consideramos o resultado satisfatório em ambos os modelos. Na tabela 5 apresentamos os pesos alcançados pelos modelos.

TABELA 5 – Quantitativos

<b>Quantitativos</b>	<b>Peso</b>
Modelo federado	3
Modelo <i>open</i> BIM	3

## 5.9. Perda de dados

Nessa análise, verificaremos se a importação de arquivos externos gera perda de dados no modelo federado e no modelo *open BIM*.

### a) Modelo federado

Podemos considerar a alteração e erro de coordenada encontrado no modelo de hidráulica quando importado ao modelo de arquitetura identificado na figura 26 como perda de dados de localização que afeta drasticamente a compatibilidade dos modelos.

Como visto na análise de quantitativos, a função *Link Revit* do Revit 2015 não reconhece os elementos dos arquivos importados, porém esse problema foi solucionado no Revit 2017, não foi possível verificar, se existiu perda de dados, desta forma definimos essa análise como inconclusiva.

### b) Modelo *Open BIM*

Não identificamos nenhuma perda de dados dos elementos ou a ausência de elemento no modelo.

Na tabela 6 apresentamos os pesos alcançados pelos modelos.

TABELA 6 – Perda de dados

<b>Perda de dados</b>	<b>Peso</b>
Modelo federado	1
Modelo <i>open BIM</i>	3

## 6. CONCLUSÃO

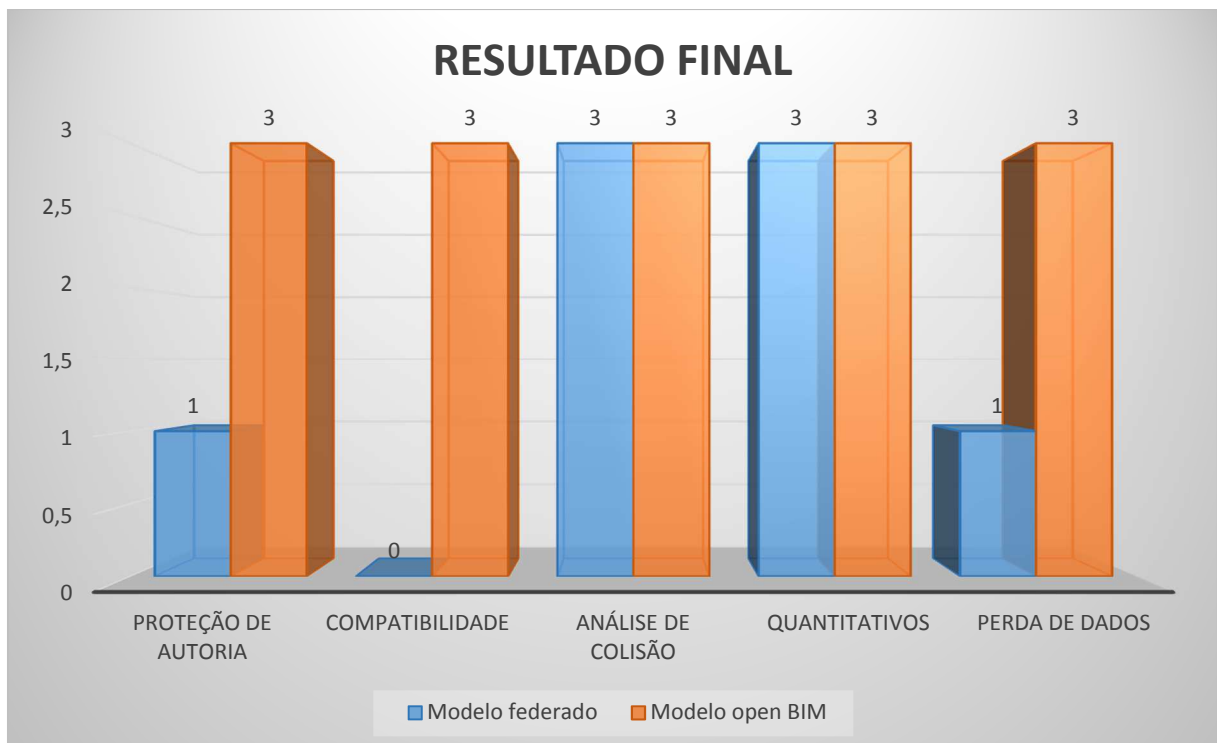
Utilizamos ferramentas específicas como a função *Link Revit* do Revit para demonstrar o modelo federado. Entretanto, o próprio Revit possui uma função mais desenvolvida e específica para um fluxo de trabalho de colaboração, denominado *Worksharing* onde se define o que cada usuário pode fazer ou ver. Essa função, entretanto está vinculada a um arquivo RVT individual. Ou seja, todos os usuários, teriam que trabalhar no mesmo arquivo, limitando seu uso a um servidor local.

Escolhemos a função *Link Revit* para poder simular a colaboração entre diferentes partes que podem pertencer a diferentes organizações ou trabalhar remotamente com o Revit.

Durante o processo de desenvolvimento deste projeto que começou no segundo semestre 2015 e está concluído em 2017, verificamos um amadurecimento significativo das instituições para se padronizar o uso do IFC para projetos públicos e como diretriz para projetos particulares no Brasil.

O gráfico 1 apresenta o resultado final alcançado pelos modelos federado e *Open BIM*.

GRÁFICO 1 – Resultado final



O modelo Open BIM obteve vantagem em comparação ao modelo federado nesse projeto proposto. Apesar do resultado, assumimos que existem outros fatores importantes para que a compatibilização da colaboração BIM seja otimizada.

BIM já é o presente para a realização de projetos na indústria AEC, o que torna essencial o conhecimento das metodologias de processo e fluxo de trabalho disponíveis.

O uso do IFC para a colaboração BIM é importante para se manter os princípios de isonomia, igualdade e o caráter competitivo da concorrência em projetos públicos.



## 7. BIBLIOGRAFIA

ABDI – Agência de Brasileira de Desenvolvimento da Indústria, **Produto 6: Guia 3 – BIM na Quantificação, Orçamento, planejamento e gestão de serviços da construção – Texto Premilinar**, 2017. P. 15

AMORIM, K., **Sétima parte da primeira norma sobre bim desenvolvida no brasil**. PINI Disponível em <http://construnormas.pini.com.br/engenharia-instalacoes/noticias/setima-parte-da-primeira-norma-sobre-bim-desenvolvida-no-brasil-364396-1.aspx>  
Acesso em 1º de junho de 2017

AsBEA, Guia AsBEA: Boas práticas em BIM, 2013. p. 6.  
buildingSMART, **Certified Software**.  
Disponível em <http://buildingsmart.org/compliance/certified-software/>  
Acesso em 31 de maio de 2017

AUTODESK, **Revit collaborate**.  
Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Revit-Collaborate/files/GUID-EE92017A-F29C-4568-A51F-CAFA7D714EE7-htm.html>  
Acesso em 3 de junho de 2017

buildingSMART, **Technical Vision**.  
Disponível em <http://buildingsmart.org/standards/technical-vision/>  
Acesso em 31 de maio de 2017

buildingSMART, **IFC Introduction**.  
Disponível em <http://buildingsmart.org/ifc/>  
Acesso em 31 de maio de 2017

CUNHA, J.; **IFC ou não IFC, eis a questão**  
Disponível em <https://pt.linkedin.com/pulse/open-bim-ifc-ou-n%C3%A3o-eis-quest%C3%A3o-joao-marcos-farias-da-cunha> e <http://www.cadtec.com.br/palestrabim/>  
Acesso em 1º de junho de 2017

EASTMAN, Chuck et al.; **BIM Handbook: A Guide for Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 2. Ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011. p. vii-viii.

ISO 16739:2013, **Industry Foundation Classes (IFC)** for data sharing in the construction and facility management industries.  
Disponível em <https://www.iso.org/standard/51622.html>  
Acesso em 31 de maio de 2017

MANZIONE, L., **Compartilhamento e trocas de modelos BIM.**

Disponível em <http://www.coordenar.com.br/compartilhamento-e-troca-de-modelos-bim/>

Acesso em 5 de novembro de 2015

MANZIONE, **Exigência de padrões proprietários únicos.**

Disponível em <http://www.coordenar.com.br/bim-exigencia-de-formato-proprietario-unico-em-concorrencias-publicas-contraria-os-interesses-estrategicos-nacionais/>

Acesso 1º de junho de 2017

NBIMS. Overview, Principles and Methodologies, Version 1 – Part 1: **Transforming the Building Supply Chain through Open and Interoperable Information Exchanges.** 2007. p. 18.

SCHEER, S.; BIM Modelagem da Informação da Construção: **Panorama de potencialidades e desafios**, 2013. p. 40.

[SESSC], **Termo de referência para desenvolvimento de projetos com BIM**, 2015, p. 36.

Disponível em

<http://www.keepcad.com.br/arquivosbim/Caderno%20BIM%20Santa%20Catarina.pdf>

Acesso em 31 de maio de 2017

TOLEDO, E.; CORRÊA, F.; **Ontologias na Construção Civil: Soluções para o problema de interoperabilidade com o uso do IFC**, 2013. p. 2-3.

TOLEDO, E.; **ABNT/CEE134 – Normas Técnicas BIM em desenvolvimento no Brasil**

Disponível em <http://www.bimmi.net/index.php/en/component/tlpteam/team/eduardo-toledo-santos19>

Acesso em 31 de maio de 2017

UK Construction Media, **Open BIM v Closed BIM.**

Disponível em <https://www.ukconstructionmedia.co.uk/press-releases/open-bim-v-closed-bim-xs-cad/>

Acesso em 31 de maio de 2017