

DESAFIOS NA CRIAÇÃO DE MODELAGEM CIM ATRAVÉS DA INTEROPERABILIDADE ENTRE PLATAFORMAS GIS E BIM

Challenges on CIM modeling creation through GIS and BIM platforms interoperability

Carolina Midori Oquendo Yosino
Universidade de São Paulo | São Paulo, SP | carolinayosino@usp.br

Sergio Leal Ferreira
Universidade de São Paulo | São Paulo, SP | sergio.leal@usp.br

RESUMO

Com o constante crescimento das pesquisas de Smart Cities, também é necessário aumentar as tecnologias para suportar a demanda da Engenharia Urbana. O paradigma da CIM surge com o intuito de promover o suporte tecnológico necessário para a formação de Smart Cities através da modelagem de informações da cidade, além de auxiliar na gestão e planejamento urbano. Para obter o avanço tecnológico do conceito CIM, a interoperabilidade entre plataformas baseadas nos conceitos BIM e GIS mostra-se uma alternativa interessante a fim de unir dados do meio construtivo com dados do meio urbano. Este artigo busca identificar os problemas na interoperabilidade entre as plataformas Revit e Infraworks, da desenvolvedora Autodesk, para a criação de um modelo CIM. Por fim, sugere alternativas para melhorar o processo de interoperabilidade entre as plataformas BIM e GIS, através da interoperabilidade entre dados de padrões abertos IFC e CityGML.

Palavras-chave CIM; *Smart Cities*; BIM; GIS; Engenharia Urbana.

ABSTRACT

With the constant growth of Smart Cities research, it is also necessary to increase the technologies capabilities to attend Urban Engineering's demands. The CIM paradigm emerges to promote the technological support for the Smart Cities development through the city information modeling, and also, to assist the urban planning and management. In order to obtain the technological advancement of the CIM concept, the interoperability between platforms based on BIM and GIS concepts shows an interesting alternative to unite constructive data with urban data. This article seeks to identify interoperability issues between Autodesk Revit and Infraworks platforms to create a CIM model. Finally, it suggests alternatives to improve the interoperability process between BIM and GIS platforms, through the interoperability between IFC and CityGML open data formats.

Keywords CIM; *Smart Cities*; BIM; GIS; *Urban Engineering*.

1 INTRODUÇÃO

Com a criação de novas tecnologias aplicadas ao desenvolvimento e controle urbano, pesquisas relacionadas a *Smart Cities* tornam-se cada vez mais consistentes em escala mundial, mostrando-se um tema relevante para o desenvolvimento urbano planejado e modernizado.

De acordo com Amorim (2016), o tema *Smart City* está em ascensão. Atualmente existem no mundo 143 projetos de Cidades Inteligentes em andamento, sendo 11 na América do Sul. Tal fato potencializa a demanda de utilização e renovação das tecnologias voltadas à Engenharia Urbana, área que sofre com a falta de modernização em processos de controle e automação.

Para sanar esta demanda, surge o conceito CIM (*City Information Modeling*) que, analogamente ao BIM, também é um processo de modelagem, mas, em contrapartida, é voltado para o desenvolvimento dos processos urbanos através de soluções tecnológicas integradas. Xu et al. (2014) destacam que a maior diferença entre processos BIM e CIM é na função semântica. Através da tecnologia CIM é possível obter e compartilhar informações completas relacionadas à gestão horizontal (urbana) e vertical (edificações) da cidade.

YOSINO, C. M. O.; FERREIRA, S. L. Desafios e dificuldades na criação de modelagem CIM através da interoperabilidade entre plataformas GIS e BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/215

Contudo, a tecnologia utilizada na gestão urbana não processa diversos subsistemas da engenharia de forma concomitante, tornando possível visualizar o gerenciamento das cidades em todos os aspectos (CAVALCANTI; SOUZA, 2015). Assim, pesquisas no meio acadêmico caminham para o estudo de ferramentas conhecidas e conceituadas, como BIM e GIS (*Geographic Information System*), duas macro áreas que possuem propriedades intrínsecas ao CIM, como a parametrização de elementos e a visualização tridimensional. Todavia, para utilizar estas propriedades dentro de uma conceitualização CIM seria necessário garantir um mínimo de interoperabilidade entre estas ferramentas distintas para produzir uma modelagem mais completa que resulte em apoio efetivo ao gerenciamento urbano.

O processo CIM tem muito a ganhar com as modelagens BIM e GIS, onde construção de edifícios e formação de cidades são beneficiadas ao terem informações cruzadas para um funcionamento harmônico em ambas as escalas.

Com a tecnologia CIM será possível solucionar problemas relacionados ao planejamento, gerenciamento e crescimento de demanda apresentado pelas cidades, principalmente no que diz respeito à infraestrutura urbana, fomentando assim o desenvolvimento de *Smart Cities*. Contudo, ainda existem dificuldades na interoperabilidade entre ferramentas computacionais, o que dificulta o processo de criação do ambiente CIM.

Este trabalho é um recorte da pesquisa de mestrado em desenvolvimento, que pretende fazer uso da interoperabilidade dos processos BIM e GIS para criar um modelo CIM com foco em inovação do sistema de coleta de resíduos sólidos urbanos.

2 INTEROPERABILIDADE NO AMBIENTE CIM

De acordo com Kymmell (2008), interoperabilidade trata-se da capacidade de diferentes formatos de arquivo serem integrados uns aos outros e transferirem informações relevantes entre si, sem ocorrer perda de dados. Por outro lado, para Eastman et al. (2011), interoperabilidade é a possibilidade de trocar dados entre aplicativos de forma a suavizar o fluxo de trabalho e facilitar a automação de transferência de dados.

Assim, para que seja possível criar um ambiente CIM, a interoperabilidade mostra-se essencial no processo de união entre dados do meio urbano aos da edificação. Através da interoperabilidade em ambiente CIM, cria-se uma edificação parametrizada no ambiente BIM e a importa para o meio urbano projetado em GIS, de forma que informações não sejam perdidas ou modificadas.

A melhor maneira para determinar a interoperabilidade é tentar vincular vários arquivos que contenham exemplos de diversas áreas do projeto e colocá-los em um único arquivo teste, a fim de observar todos os processos esperados (KYMMELL, 2008).

Encontrar *softwares* que trabalhem em perfeita interoperabilidade é importante para o sucesso da simulação baseada no conceito CIM. Contudo, quando a interoperabilidade entre sistemas não opera de forma a atingir seu funcionamento ótimo, ocorre perda de informações importantes para a compreensão da modelagem computacional.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, partiu-se do pressuposto que *softwares* do mesmo desenvolvedor tem processos de interoperabilidade mais bem definidos e menos entraves do que *softwares* de desenvolvedores diferentes. Portanto, determinou-se usar *softwares* baseados em tecnologia BIM e GIS da mesma desenvolvedora, a *Autodesk*.

Vale ressaltar que para aperfeiçoar a interoperabilidade da modelagem CIM também é interessante trabalhar com aplicações de desenvolvedores diferentes, criando canais de transferência de dados entre *softwares* distintos.

Ao fim, foram constatadas algumas dificuldades de interoperabilidade entre os *softwares* utilizados. Neste artigo serão abordadas as dificuldades encontradas para criar um ambiente de interoperabilidade entre a tecnologia baseada em BIM, *Revit*, com o *software* baseado em conceito GIS, *Infraworks*.

3 METODOLOGIA

Para consolidar o objetivo proposto neste artigo, a pesquisa partiu de dois tipos de plataformas: *Revit*, de modelagem BIM, para a criação e manipulação de parâmetros construtivos de edificações; e *Infraworks*, baseada em tecnologia GIS, para criação do trecho urbano e inserção do conjunto de dados BIM.

Percorreram-se três principais etapas de execução computacional para conceber a modelagem:

1. Volumetria de edificações;

2. Parametrização do modelo BIM;

3. Junção de dados da edificação com dados do trecho urbano para criação de modelagem CIM.

Serão explicitadas as dificuldades encontradas no processo de interoperabilidade entre plataformas Autodesk nos próximos subcapítulos, além de um caminho para criar a interoperabilidade entre plataformas através do uso de dados de padrões abertos.

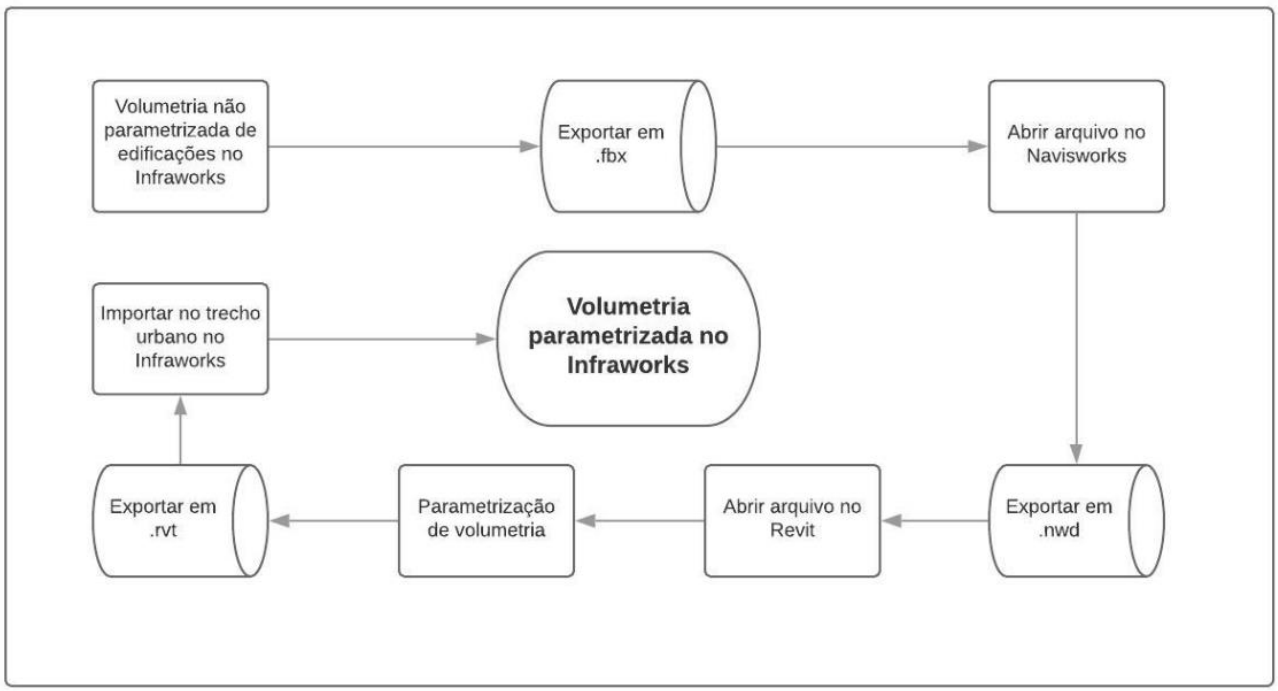
3.1 Interoperabilidade na criação de volumetria e parametrizações

Para criar um modelo CIM, apresentar modelos volumétricos parametrizados é impreterível. O ambiente CIM necessita da representação geométrica dos objetos nele contidos para dar estrutura aos parâmetros posteriormente inseridos.

Como a plataforma *Infraworks* apresenta objetos volumétricos para representação gráfica das edificações do trecho urbano, optou-se primeiramente por transferir esta volumetria para a plataforma Revit para, então, criar parametrizações posteriores.

Contudo, constatou-se que não é possível transferir volumes de massa da plataforma *Infraworks* de forma direta para a plataforma *Revit*. Para tanto, foi necessário um vasto trabalho de modificações de tipo de arquivo e suporte de outra plataforma da *Autodesk*, o *Navisworks*, para criação da interface entre as plataformas BIM e GIS (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma do processo de interoperabilidade entre plataformas *Infraworks* e *Revit*, da *Autodesk*.



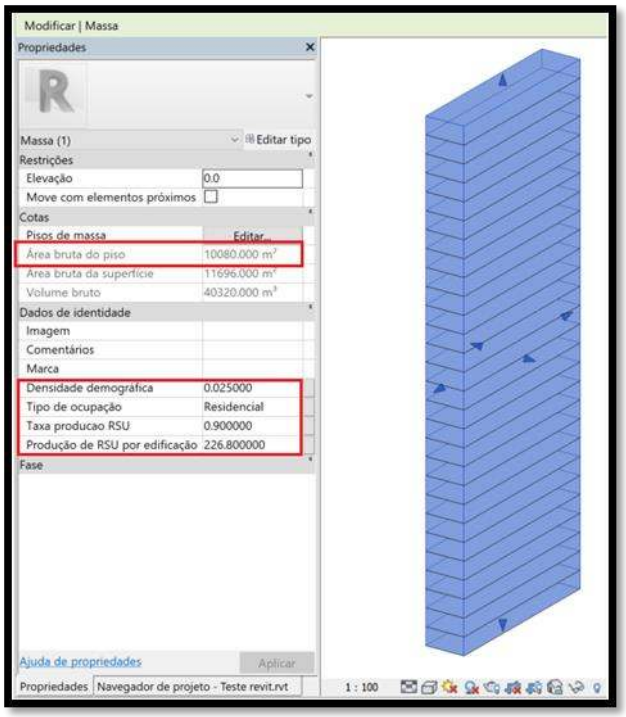
Fonte: a autora

Por fim, ao transferir a volumetria da plataforma *Infraworks* para a plataforma *Revit*, o resultado foi insatisfatório. Observou-se que o arquivo recebido na plataforma BIM perdeu características de volume de massa e passou a ser um arquivo tipo imagem. Ou seja, dentro da plataforma *Revit* os parâmetros inerentes

à geometria do volume, como altura, largura e área, não eram reconhecidos, tornando-se impossível identificar valores numéricos referentes a estes parâmetros. Assim, a transferência de dados da plataforma GIS para a plataforma BIM mostrou-se improdutiva.

Com o insucesso do processo de interoperabilidade da volumetria entre o *Infraworks* e o *Revit*, a alternativa encontrada foi inserir dados geométricos fornecidos na plataforma *Infraworks* manualmente no ambiente BIM (Figura 2). Tanto os dados volumétricos quanto as parametrizações, como densidade demográfica e tipo de ocupação da edificação, foram adicionados manualmente.

Figura 2: Parametrizações inseridas manualmente, da volumetria criada na plataforma *Revit*, da *Autodesk*.



Fonte: a autora

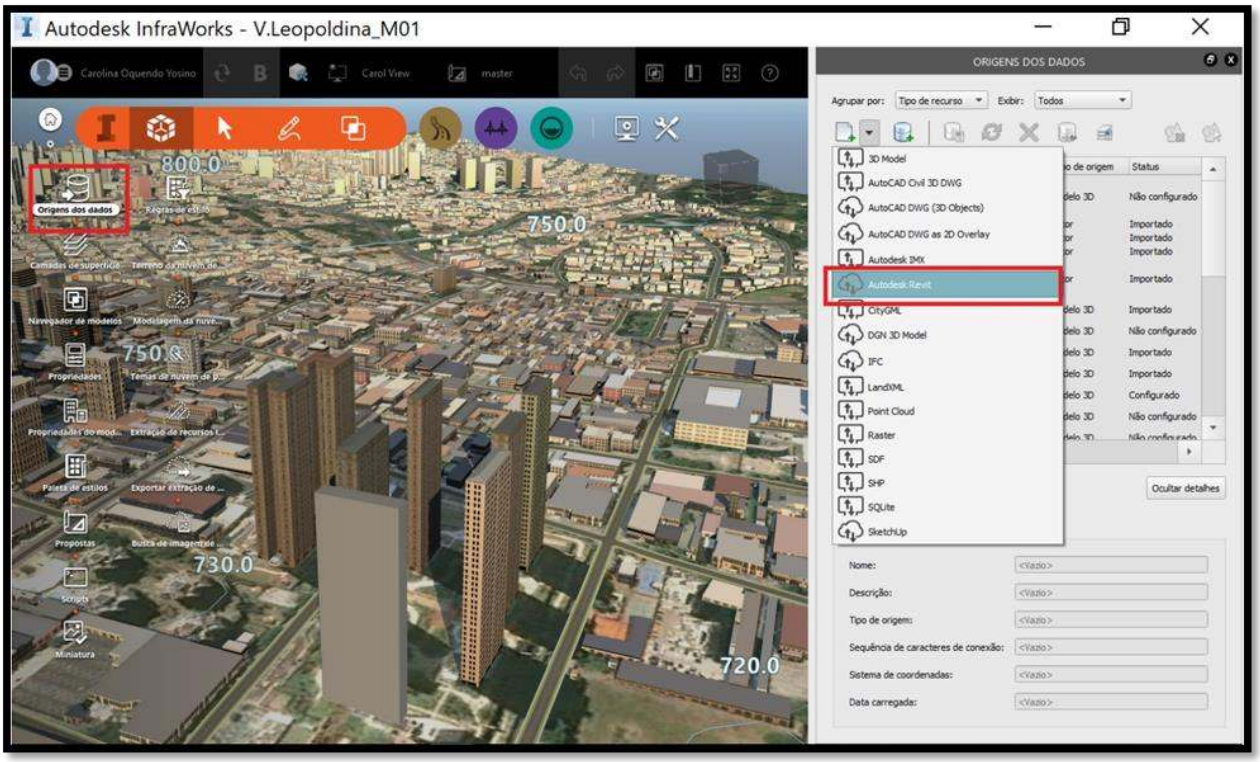
3.2 Interoperabilidade na inserção do modelo BIM no ambiente urbano

A partir da volumetria parametrizada obtida através da modelagem BIM, e o detalhamento do trecho urbano em ambiente GIS, torna-se viável unir modelagens para que seja possível visualizar a intersecção das informações advindas das edificações com as do meio urbano. É da junção de informações dos dois meios que se vislumbra, nesse contexto, o ideal de CIM.

Para tanto, utilizou-se o trecho urbano criado na plataforma *Infraworks* como meio para inserir a volumetria paramétrica antes criada em ambiente BIM. Novamente, o processo de interoperabilidade mostra-se necessário para a transferência de dados, com a ressalva de que o caminho percorrido será o oposto, com dados saindo do ambiente BIM para a plataforma GIS.

Percebe-se que este caminho oposto de transferência de dados foi mapeado pela desenvolvedora *Autodesk*, já que na plataforma *Infraworks* existem comandos específicos para inserir arquivos do tipo .rvt advindos da plataforma *Revit* (Figura 3).

Figura 3: Inserção do modelo BIM na plataforma *Infraworks*, da *Autodesk*.



Fonte: a autora

A volumetria é recebida de forma completa pela plataforma *Infraworks*, sendo possível identificar os mesmos parâmetros geométricos inseridos na plataforma *Revit*. Todavia vale ressaltar que a interoperabilidade entre estas duas plataformas não foi integral.

As parametrizações criadas em ambiente BIM, tanto qualitativas quanto quantitativas, não foram absorvidas pela plataforma *Infraworks*, deixando claro, mais uma vez, a dificuldade em obter completa interoperabilidade.

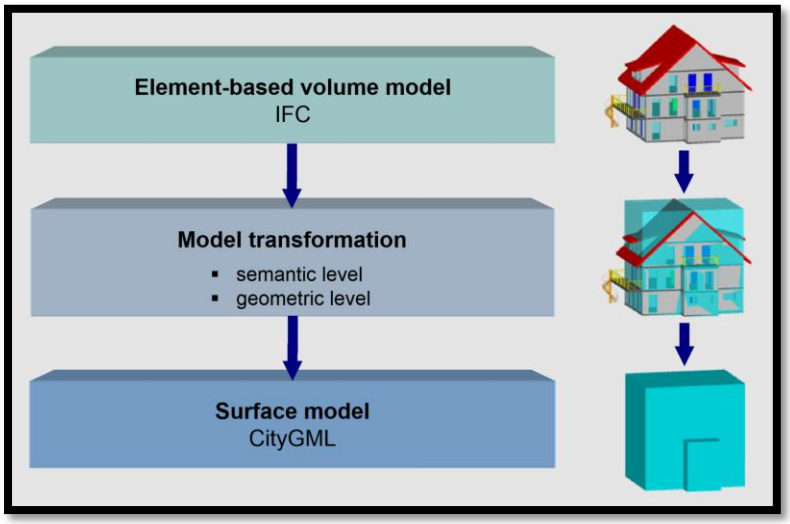
3.3 Interoperabilidade de dados de padrões abertos

Como a interoperabilidade entre plataformas Revit e Infraworks mostrou-se insatisfatória através das próprias aplicações, um caminho a ser traçado dentro desta pesquisa será a interoperabilidade entre padrões abertos IFC (*Industry Foundation Classes*) e CityGML.

Enquanto o IFC tem como objetivo descrever dados do setor da indústria de construção (ISO, 2018), o CityGML define a geometria tridimensional, a semântica e a aparência dos objetos topográficos no contexto urbano (GRÖGER; PLÜMER, 2012). A interoperabilidade entre estes dois padrões é relevante para alcançar uma visão mais completa da modelagem tridimensional, onde integra-se dados de modelos construtivos (IFC) com objetos geoespaciais (CityGML) (EL-MEKAWY ET AL., 2012).

Nagel e Kolbe (2007) evidenciam que para transferir dados do IFC para CityGML é necessário uma transformação geométrica e semântica do modelo volumétrico, através de simplificações na volumetria, que representarão o modelo construtivo no ambiente urbano (Figura 4).

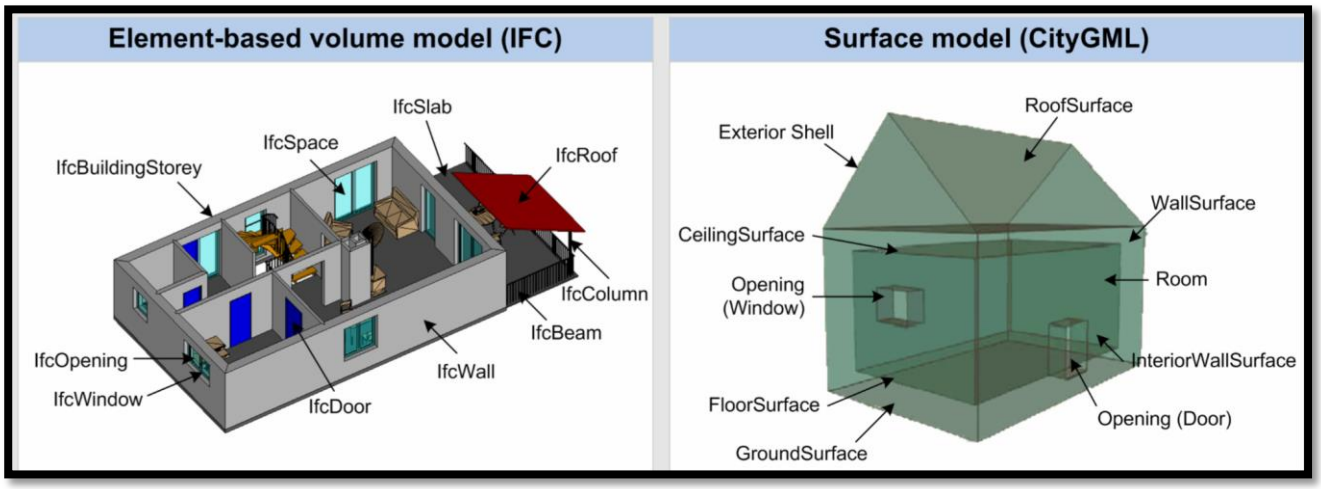
Figura 4: Transformação de dados abertos padrão IFC para CityGML.



Fonte: Nagel e Kolbe, 2007.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, os dados do tipo IFC advindos do BIM devem ser modificados para padrão CityGML (Figura 5), tornando possível a inserção do modelo no *software* GIS, *Infraworks*.

Figura 5: Comparativo de elementos construtivos: IFC e CityGML.



Fonte: Nagel e Kolbe, 2007.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dado o crescimento em relevância que o tema *Smart Cities* adquiriu, é perceptível o desenvolvimento científico que a área de modelagem CIM demanda, já que ainda carece de tecnologias. A pesquisa na integração da modelagem BIM com o sistema GIS é um caminho propício para o surgimento de novas tecnologias de CIM. Contudo, há diversas barreiras técnicas a serem transpostas, como a falta de interoperabilidade entre plataformas, inclusive advindas do mesmo fabricante, como apresentado nesta pesquisa.

Durante o decorrer deste estudo ficou claro que a interoperabilidade entre as plataformas da *Autodesk* é insuficiente, o que leva a falta de maturidade técnica dos *softwares* em questão para dar suporte ao conceito CIM e seu desenvolvimento como suporte à gestão de cidades. Foram identificados três principais problemas na interoperabilidade destas plataformas:

a. Dados de parametrização perdidos no processo;

b. Inexistência de interoperabilidade direta do *Infraworks* para *Revit*;

c. Perda de dados volumétricos no caminho *Infraworks* para *Revit*.

Tecnologias baseadas no conceito CIM podem auxiliar no desenvolvimento de *Smart Cities* em diversas áreas urbanas, tais como limpeza urbana, saneamento básico e controle de impostos. Assim, conclui-se que interoperabilidade entre plataformas voltadas para o meio urbano e o meio construtivo é essencial para a gestão de cidades de maneira completa e eficaz.

Para melhor aproveitamento das ferramentas *Autodesk* supracitadas e sua total interoperabilidade seria interessante a criação de um plug-in que permitisse transferir dados de uma plataforma para outra, sem a perda de parâmetros.

Por fim, recomenda-se, para o desenvolvimento de tecnologias CIM, a utilização de linguagens computacionais que auxiliem na criação do ambiente urbano parametrizado. Pesquisas como de El-Mekawy et al. (2012) e Xu et al. (2014) sugerem que a interoperabilidade de padrões IFC (manuseio no ambiente BIM) com CityGML (ambiente GIS) são uma alternativa interessante para alcançar o ideal CIM na modelagem computacional.

REFERÊNCIAS

AMORIM, A. L. Cidades Inteligentes e City Information Modeling Smart Cities and City Information Modeling. **SIGraDi 2016, XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics 9-11**, p. 481–488. Argentina, 2016.

CAVALCANTI, A. C. R.; DE SOUZA, F. A. M. O Uso Do CIM E a Difusão Das Ideias No Campo Das Políticas Públicas No Setor Do Gerenciamento Das Cidades. **VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção - Edificações, Infra-estrutura e Cidade: Do BIM ao CIM**, v. 2, n. 2, p. 400–410, 2015.

EASTMAN, Chuck et al. **BIM Handbook:** A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011. 626 p.

EL-MEKAWY, M.; OSTMAN, A.; HIJAZI, I. A Unified Building Model for 3D Urban GIS. **International Journal of Geo-Information (ISPRS)**, v.1, July 2012, p.120-145, 2012.

GRÖGER, G; PLÜMER, L. CityGML – Interoperable semantic 3D city models. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 71, p. 12-33, 2012.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 16739-1: 2018 - Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries**, 2018.

KYMMELL, Willem. **Building Information Modeling:** Planning and Managing Construction Projects With 4D CAD and Simulations. [s.i.]: The Mcgraw-hill, 2008.

NAGEL, Claus; KOLBE, Thomas. **Conversion of IFC to CityGML.** Pariss: Ogc 3dim Wg, 2007. 19 slides, color. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266298548_Conversion_of_IFC_to_CityGML>. Acesso em: 16 abr. 2019.

XU, X.; DING, L.; LUO, H.; MA, L. From Building Information Modeling to city Information Modeling. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 19, December 2013, p. 292–307, 2014.