XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

INTEGRAÇÃO BIM E GIS PARA FORMAÇÃO DE MODELOS CIM: APLICAÇÃO EM SUBSISTEMAS URBANOS [1]

YOSINO, Carolina Midori Oquendo (1); FERREIRA, Sergio Leal (2)

(1) Universidade de São Paulo, carolinayosino@usp.br
(2) Universidade de São Paulo, sergio.leal@usp.br

RESUMO

O conceito City Information Modeling, ou CIM, apresenta uma visão holística do meio urbano, conectando dados construtivos com dados geográficos. A integração destes dois tipos de informação traz ao gestor urbano uma perspectiva ampla para o planejamento e gerenciamento da cidade, ao possuir dados tanto na macro como na micro-escala urbana. Este trabalho fez uso da integração de dados BIM (Building Information Modeling) e GIS (Geographic Information System)para a criação de parte de um modelo CIM capaz de estudar rotas de coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU). Isso foi possível através da conexão de dados de produção de RSU, das modelagens BIM e das informações do ambiente que o rodeia, fornecidos através do sistema GIS. Por meio do desenvolvimento deste modelo CIM buscou-se identificar como a integração de dados BIM e GIS é capaz de cooperar na gestão e planejamento de outros subsistemas urbanos. Por fim, concluiu-se que a modelagem CIM formada a partir da integração BIM e GIS é funcional e pode ser utilizada em diversos subsistemas urbanos. O caso específico da coleta de RSU foi pertinente por tratar de dados individuais por edificação, que podem ser parametrizados em BIM e utilizados no meio urbano, através de ferramentas GIS.

Palavras-chave: *BIM, GIS, CIM, Interoperabilidade.*

ABSTRACT

The City Information Modeling concept, or CIM, presents a holistic view of the urban environment, connecting constructive data with geographic data. The integration of these two types of information gives the urban manager a broad perspective for city planning, management and it enables him to get the macro and the micro-scale urban data. This work used of the BIM (Building Information Modeling) and GIS (Geographic Information System) data integration to create a part of CIM model capable of studying urban solid waste (USW) collection routes. This was possible through the connection of USW production data, BIM modeling and information from the surrounding environment provided by GIS system. Through the development of this CIM model, it was possible to identify how the integration of BIM and GIS data was able to cooperate in the management and planning of other urban subsystems. Finally, it was concluded that the CIM modeling formed from the BIM and GIS integration is functional and can be used in several urban subsystems. The specific case of USW collection was relevant because it deals with individual data by building, which can be parameterized in BIM and used in the urban environment trough GIS tools.

[1] YOSINO, Carolina Midori Oquendo; FERREIRA, Sergio Leal. Integração BIM e GIS para a Formação de Modelos CIM: Aplicação em Subsistemas Urbanos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

***Keywords**: BIM, GIS, CIM, Interoperability*.

1 INTRODUÇÃO

Diferente do conceito BIM (*Building Information Modeling*), que atualmente já é amplamente conhecido, na esfera do ambiente urbano, o conceito CIM (*City Information Modeling*) ainda é uma temática relativamente nova.

O termo CIM surgiu a partir da analogia ao BIM, tanto no acrônimo quanto no conceito, uma vez que também busca a modelagem através da integração, visualização e aplicação de dados espaciais, com o intuito de analisar e gerenciar o ambiente urbano (THOMPSON et al., 2016).

Para alcançar este patamar de ideal CIM, autores como Xu et al. (2014), Berlo et al. (2013) e Almeida e Andrade (2015) defendem que a interoperabilidade entre sistemas BIM e GIS (*Geographic Information System*) é um caminho interessante para integrar dados pertinentes à área construída (edificações) com dados do meio urbano. Amorim et al. (2015) complementam ainda que a compatibilidade entre sistemas BIM e GIS é o "embrião para as estruturas de dados e as plataformas de *software* que viabilizarão futuras aplicações da Modelagem da Informação da Cidade através das ferramentas CIM de primeira geração".

Portanto, a integração de dados BIM e GIS tem o potencial de fornecer aos gestores urbanos informações mais precisas sobre o consumo de recursos e infraesturura urbana, uma vez que o BIM fornece uma vasta gama de informações para a composição de dados da cidade (ALMEIDA e ANDRADE, 2015), enquanto o GIS contribui com o mapeamento temático e análises espaciais para o gerenciamento urbano (AMORIM et al., 2015).

Por outro lado, Berlo et al. (2013) ressaltam também que este tipo de integração representa um desafio científico, já que estes dois conceitos possuem seus próprios processos, padrões e culturas, o que implica numa grande dificuldade na interoperabilidade entre estes dois modelos.

Com o intuito de mostrar a capacidade da modelagem CIM, autores como Beirão (2012) e Xu et al. (2014) desenvolveram em suas pesquisas ferramentas computacionais baseadas neste conceito analisar o traçado urbano e seus subsistemas. Da mesma forma, o presente trabalho, baseado na pesquisa de mestrado desenvolvida, utilizou dados BIM para compor as informações de um recorte urbano referente à produção de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) para, a partir de então, traçar rotas de coleta que otimizassem o uso dos coletores.

Através da pesquisa desenvolvida foi observado que a interoperabilidade entre sistemas BIM e GIS é capaz de atender diversos subsistemas urbanos, em que dados relacionados à edificação ou unidades habitacionais são relevantes para a análise de consumo desta infraestrutura urbana específica.

2 INTEGRAÇÃO DE DADOS BIM E GIS

Dentro de uma modelagem CIM, dados BIM serão utilizados para dar o suporte paramétrico de dados construtivos, ou seja, informações individuais de cada edificação inserida no modelo. Já os dados GIS irão fornecer informações pertinentes ao georreferencimanento (latitude e longitude) e definição do traçado urbano, incluindo calçamentos, ruas e lotes.

É interessante observar que a integração entre os sistemas BIM e GIS permite uma "visão holística do ambiente urbano", como citado por Thompson et al. (2016) ao

definir o termo CIM, uma vez que são representados tanto os dados em micro escala, através da modelagem BIM, que inclui parâmetros por unidade habitacional, quanto em macro escala, ao incluir informações GIS que definem noções gerais da cidade. A interação dessas informações entre si permite que o gestor do ambiente urbano tenha uma visão mais fidedigna ao movimento real e natural da cidade.

Assim, para delimitar o desenvolvimento da parte do modelo CIM nesta pesquisa, foram integrados dados referentes à produção de RSU (obtidos através da parametrização de modelos BIM) com dados georreferenciados do traçado urbano (desenvolvido em GIS).

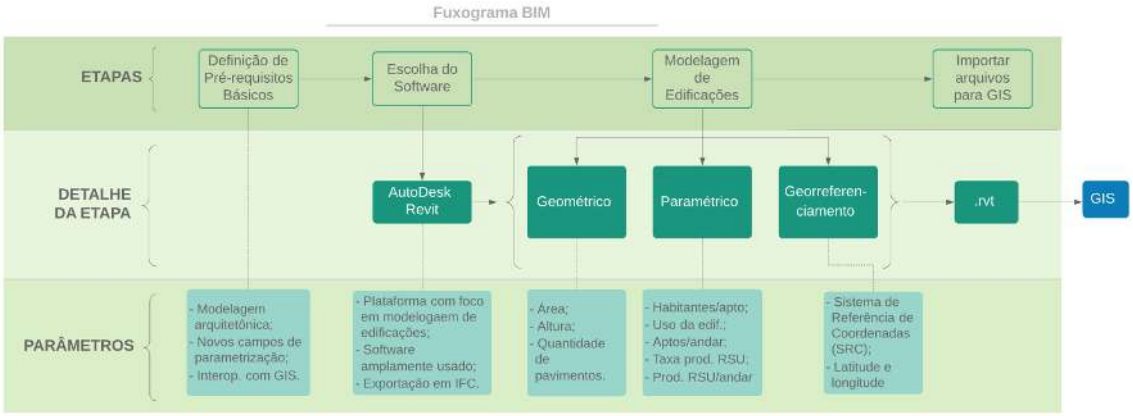
Para organizar a concepção do modelo CIM, esta pesquisa dividiu o desenvolvimento da modelagem em três principais estágios:

1. Modelagem BIM;
2. Modelagem GIS;
3. Integração de dados em ambiente CIM.

2.1 Modelagem BIM

Este estágio concentrou esforços para definir principais requisitos necessários para a modelagem BIM e definição de formas de exportar arquivo que será integrado com sistema GIS mais adiante.

Figura 1 – Fluxograma da modelagem BIM



Fonte: a autora.

Como identificado na Figura 1, a modelagem BIM foi desenvolvida respeitando quatro principais etapas, que serão explanadas a seguir:

1. Definição de pré-requisitos básicos. Para escolher a plataforma BIM que seria utilizada no desenvolvimento da simulação CIM, definiu-se alguns requisitos obrigatórios que o software deveria conter para a criação das modelagens, sendo estes: (i) Plataforma com foco arquitetônico; (ii) Permitir criar novos campos parametrizáveis; (iii) Interoperabilidade com sistema GIS;
2. Escolha do *software*. A partir do estudo preliminar, optou-se por utilizar a plataforma Revit, da desenvolvedora Autodesk, por, além de apresentar todos os pré-requisitos estabelecidos, também ser uma ferramenta BIM de amplo uso no mercado atual, e estar disponível para o uso imediato;
3. Modelagem de edificações. As modelagens foram desenvolvidas

respeitando três principais tipos de parâmetros: (i) Geométrico, que definiu dados como área, altura, número de pavimentos; (ii) Paramétrico, onde foram criados novos campos de parametrização para inserir dados pertinentes à produção de RSU de cada unidade habitacional; e (iii) Georreferenciados, para definir latitude e longitude de cada modelo e conectar com georreferenciação no modelo GIS;

4. Exportação do arquivo BIM. Foram analisadas três formas de exportação de dados: (i) IFC, para que a interoperabilidade de dados fosse desenvolvida a partir da integração de padrões IFC com CityGML. A experiência na interoperabilidade entre os padrões IFC e CityGML foi abordada no artigo de Yosino e Ferreira (2019). (ii) Banco de dados, para que dados BIM fossem inseridos em modelo GIS como banco de dados com georreferenciamento. (iii) E formato proprietário, caso em que o arquivo BIM seria exportado no próprio formato da plataforma utilizada. Ambas as opções (ii) e (iii) mostraram-se satisfatórias para a integração de dados BIM e GIS.

É importante ressaltar que a interoperabilidade é crucial para o correto funcionamento de um modelo CIM. Através da interoperabilidade dos sistemas BIM e GIS, torna-se possível a junção da dados de uma edificação e dados do meio urbano em que ele será inserido, sem que informações sejam perdidas ou modificadas.

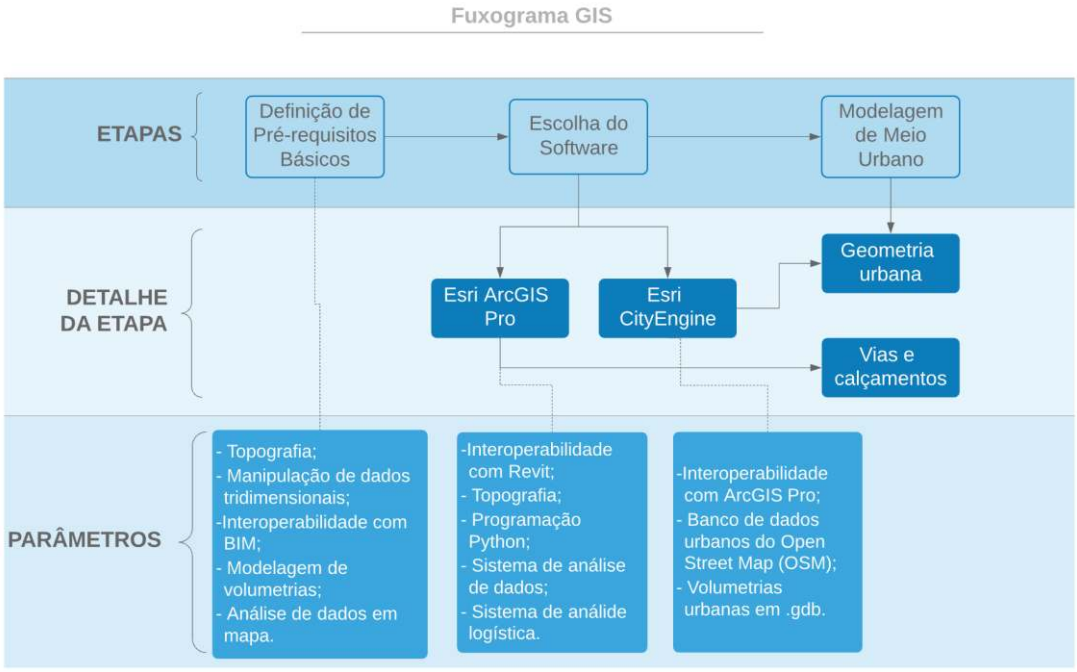
A segunda opção (ii), que consiste em integrar dados BIM através de banco de dados, é um caminho interessante a se seguir, tanto por diminuir o tamanho dos arquivos a serem integrados na plataforma GIS como por ser possível selecionar quais dados serão enviados para a composição do modelo CIM. Contudo, como nesta pesquisa foram modeladas poucas edificações BIM para serem integradas ao ambiente urbano, não houve necessidade de minimizar a quantidade de dados para que a plataforma fosse capaz de processar todos os dados concomitantemente. Assim, optou-se pela integração de dados através de formato proprietário (iii), já que o sistema GIS utilizado apresentou boa interoperabilidade com dados vindos do sistema Revit.

Com a modelagem BIM definida, foi necessário criar o ambiente em que foram inseridas as edificações, através do sistema GIS.

2.2 Modelagem GIS

O estágio GIS foi centrado na modelagem do ambiente urbano, que inclui ruas, calçadas e edificações que não foram modeladas em BIM, mas que compõem o espaço onde informações BIM serão inseridas. Para tanto, a modelagem foi subdividida em três etapas de concepção, como apresentado na Figura 2 e explanado a seguir.

Figura 2 – Fluxograma da modelagem GIS



Fonte: a autora.

1. Definição de pré-requisito básicos. Dentro do ambiente GIS, determinou-se como mandatório que a plataforma atendesse os seguintes requisitos: (i) Visualização topográfica; (ii) Interoperabilidade com sistema BIM; (iii) Leitura e apresentação de dados tridimensionais; (iv) Modelagem de volumetrias urbanas; (v) Análise de dados georreferenciados;
2. Escolha do *software*. Notou-se que uma única plataforma GIS não seria capaz de fornecer todas as funcionalidades necessárias para a criação do ambiente CIM. Assim, a utilização de duas plataformas foi incluída no escopo da modelagem GIS: ArcGIS Pro e CityEngine, ambas da Esri;
3. Modelagem do meio urbano. A plataforma CityEngine foi utilizada para a criação de volumetrias urbanas. Estes dados foram integrados ao ArcGIS Pro, exportando os dados em arquivo .GDB. Já o ArcGIS Pro foi utilizado para a criação do ambiente urbano, definindo o traçado de ruas, topografia, e também a análise de dados.

É importante destacar que as volumetrias elaboradas em ambiente GIS foram desenvolvidas para criar o ambiente urbano que permeia a localização em que os objetos BIM são inseridos. Estas volumetrias também foram parametrizadas com dados sobre produção de RSU, de acordo com seus tamanhos e finalidades, através de programação criada com algoritmos em linguagem Python.

A partir das modelagens BIM e GIS desenvolvidas, ambos dados são integrados para criar um ambiente CIM, capaz de sobrepor informações construtivas e urbanas para a análise e gerenciamento da cidade.

2.3 Integração de dados em ambiente CIM

Como evidenciado anteriormente, os dados BIM são integrados aos dados GIS através do formato proprietário apresentado pela plataforma Revit, já que o ArcGIS Pro e o Revit possuem uma boa interoperabilidade entre si, não ocorrendo perda

significativa de dados. Da mesma forma, os dados desenvolvidos na plataforma CityEngine também foram exportados para o ArcGIS Pro, em formato .GDB, sem ocorrer perda nem modificação nos dados, uma vez que ambas as plataformas trabalham com o mesmo tipo de formato de dados.

Desta maneira, dados BIM e GIS são integrados para dar forma volumétrica e paramétrica ao ambiente urbano, que, além de apresentar as configurações tridimensionais vistas na cidade também contém informações individuais de cada objetivo BIM que foi inserido no sistema (Figura 3).

Figura 3 – Integração de dados BIM e GIS na plataforma ArcGIS Pro

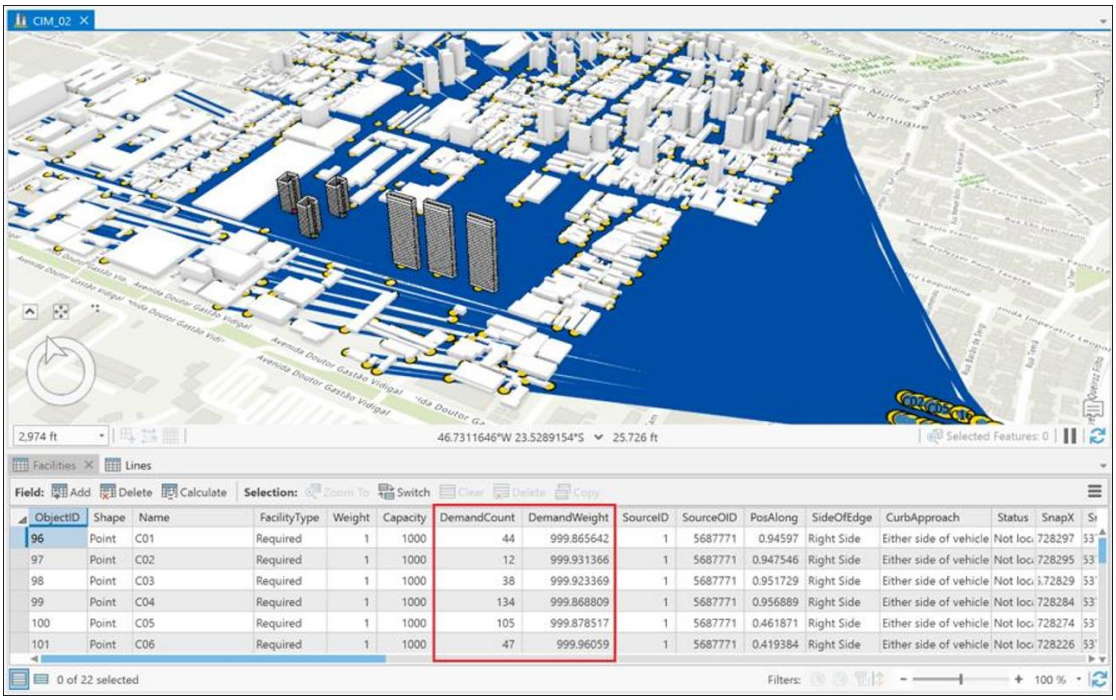


Fonte: a autora.

Esta integração de dados permitiu criar uma análise da produção de RSU da região, sendo que as edificações modeladas em BIM puderam contribuir com os valores de produção por unidade habitacional. Para tanto, foram utilizados dados de habitantes por unidade habitacional, que foi inserido ainda em ambiente BIM. Este dado permitiu calcular a quantidade de RSU gerado por dia por modelo BIM, dando assim mais precisão à demanda de resíduos produzidos na região.

A partir do conjunto de modelagens BIM e a modelagem do meio urbano GIS, foi possível desenvolver análises de rotas para a coleta de RSU, garantindo o atendimento de coleta em toda a região utilizando a menor quantidade de coletores, além de maximizar a carga de cada um. A Figura 4 apresenta a análise de rotas realizada na plataforma ArcGIS Pro, sendo que as linhas azuis representam os pontos que cada coletor irá atender, de forma a utilizar a capacidade máxima de cada coletor.

Figura 4 – Análise de rotas no ArcGIS Pro



ObjectID	Shape	Name	FacilityType	Weight	Capacity	DemandCount	DemandWeight	SourceID	SourceOID	PosAlong	SideOfEdge	CurbApproach	Status	SnapX
96	Point	C01	Required	1	1000	44	999.865642	1	5687771	0.94597	Right Side	Either side of vehicle	Not loc	728297
97	Point	C02	Required	1	1000	12	999.931366	1	5687771	0.947546	Right Side	Either side of vehicle	Not loc	728295
98	Point	C03	Required	1	1000	38	999.923369	1	5687771	0.951729	Right Side	Either side of vehicle	Not loc	728291
99	Point	C04	Required	1	1000	134	999.868809	1	5687771	0.956889	Right Side	Either side of vehicle	Not loc	728284
100	Point	C05	Required	1	1000	105	999.878517	1	5687771	0.461871	Right Side	Either side of vehicle	Not loc	728274
101	Point	C06	Required	1	1000	47	999.96059	1	5687771	0.419384	Right Side	Either side of vehicle	Not loc	728226

Fonte: a autora.

3 CONCLUSÕES

Através da aplicação do conceito CIM gestores urbanos têm a capacidade de visualizar o movimento natural do ambiente urbano num modelo simulado. Dados em micro e macro escala podem ser integrados e analisados em conjunto, para que, desta forma, seja possível obter uma visão holística da cidade.

Para obter esta conexão de dados construtivos com dados geográficos, um caminho interessante a se seguir e discutido no meio acadêmico é a interoperabilidade entre os sistemas BIM e GIS.

A modelagem BIM apresenta a possibilidade de, além de gerar projetos tridimensionais, também parametrizar os modelos com dados pertinentes à todo o ciclo de vida do projeto, incluindo dados relativos ao uso do empreendimento. Tais informações são relevantes para a área urbana, uma vez que dados sobre edificações são úteis para formar o conjunto de informações que constituem o meio ambiente urbano.

Por outro lado, a modelagem GIS traz a possibilidade de unir informações tridimensionais e geográficas com a análise de dados georreferenciados.

Este trabalho evidenciou que a integração destes dois tipos de dados pode ser utilizada para a gestão e o planejamento logístico da coleta de RSU, através da união de dados individualizados de produção de resíduos, vindos do BIM, com o mapeamento geográfico apresentado pelo sistema GIS.

Dessa forma, observou-se através deste trabalho que o mesmo tipo de modelagem CIM, baseado na integração de dados BIM e GIS, pode ser utilizado para a gestão de outros subsistemas urbanos, como o controle de consumo de energia numa determinada região ou a contribuição de cada área construída para o sistema de drenagem urbana.

É notável que subsistemas urbanos baseados em dados de contribuição individual

de edificações são mais propensos à utilização de modelagem CIM. Ou seja, quando um subsistema depende de dados fornecidos por cada unidade habitacional, como é o caso da produção de RSU, a integração BIM e GIS mostra-se bastante pertinente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.; ANDRADE, M. A integração entre BIM e GIS como ferramenta de gestão urbana. **VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção - Edificações, Infra-estrutura e Cidade: Do BIM ao CIM**, 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

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.

BEIRÃO, José Nuno. **CItyMaker:** Designing Grammars for Urban Design. Lisboa: Architecture and the Built Enviroment, 2012. 276 p.

BERLO, L. V.; DIJKMANS, T.; STOTER, J. Experiment for Integrating Dutch 3D Spatial Planning and BIM for Checking Building Permits. **Isprs Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, [s.l.], v. -2/1, p.279-284, 13 set. 2013. Copernicus GmbH. http://dx.doi.org/10.5194/isprsannals-ii-2-w1-279-2013.

THOMPSON, E. M.; GREENHALGH, P.; MULDOON-SMITH, K.; CHARLTON, J.; DOLNÍK, M. Planners in the Future City: Using City Information Modelling to Support Planners as Market Actors. **Urban Planning**, v. 1, n. 1, p. 79, 2016. Disponível em: <http://www.cogitatiopress.com/ojs/index.php/urbanplanning/article/view/556>.

XU, Xun et al. From Building Information Modeling to City Information Modeling. **Itcon - Journal of Information Technology in Construction**. [si], p. 292-307. set. 2014. Disponível em: <http://www.itcon.org/2014/17>. Acesso em: 03 abr. 2018.

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**... Campinas: ANTAC, 2019.