

iv enanparq

Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Porto Alegre, 25 a 29 de Julho de 2016

ESTABELECENDO REQUISITOS PARA A MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CIDADE (CIM)

ESPAÇOS E FRONTEIRAS DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CIDADE
(CIM)

Arivaldo Leão de Amorim
Universidade Federal da Bahia
alamorim@ufba.br

ESTABELECENDO REQUISITOS PARA A MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CIDADE (CIM)

RESUMO

Dada a crescente complexidade urbana, os profissionais que trabalham com a infraestrutura da cidade demandam novos recursos para suprir as necessidades no planejamento, projeto, construção, gestão dos ativos urbanos e a renovação dos mesmos. Nesse contexto, tecnologias, ferramentas, sistemas e padrões têm sido propostos para fazer frente às demandas urbanas por novos serviços, expansão ou melhoria dos mesmos, redução de custos e assegurar padrões de qualidade. Entre os recursos disponibilizados para as demandas urbanas estão o GIS, o CityGML, ferramentas para a projeto, simulação, gestão, e mais recentemente, surge o CIM. Embora o CIM esteja cada vez mais presente na literatura técnica e nos diversos fóruns de discussão, nem mesmo a sua conceituação está plenamente estabelecida. Buscando contribuir para a explicitação do paradigma CIM e o fomento da discussão, este trabalho elenca alguns fatores que são essenciais para a implementação do CIM. Fundamentado numa forte analogia com o paradigma BIM, e com uma abordagem complementar ao conceito de *Smart City*, o CIM representa uma promessa para o futuro, visto que existem muitas questões em aberto que envolvem desde aspectos conceituais, tecnológicos, operacionais, até políticos e econômicos. Se a implementação do CIM representa um grande desafio a ser superado nos próximos anos, os desafios que já estão colocados pelas cidades no século XXI, são ainda maiores. No que pese o desenvolvimento do CIM num ambiente de crise econômica e incertezas suscitar muitas dúvidas quanto à sua viabilidade ou oportunidade, questões como a crise da água, da energia, na mobilidade urbana, dentre outras, faz com que esta discussão ganhe uma posição de destaque e que não pode ser postergada.

Palavras-chave: *City Information Modeling (CIM)*. Modelo CIM. *Geography Markup Language (CityGML)*. *Industry Foundation Classes (IFC)*. *Smart Cities*.

ESTABLISHING REQUIREMENTS FOR CITY INFORMATION MODELING (CIM)

ABSTRACT

Given the increasing urban complexity, the professionals who work with the city's infrastructure require new resources to supply the needs on planning, design, construction, management of the urban assets and the renewal of those. In this context, technologies, tools, systems and standards have been proposed to face the urban demand for new services, expansion or improvement thereof, to reduce costs and ensure quality standards. Among the resources available to urban demands are GIS, CityGML, tools for design, simulation, management, and more recently, appears the CIM. Although CIM is increasingly present in the technical literature and at various forums, even the concept is not fully established. Seeking to contribute to the explicitness of the CIM paradigm and fostering the discussion, this paper lists some factors that are essential for the implementation of CIM. Based on a strong analogy with the BIM paradigm, and a complementary approach to the concept of Smart City, the CIM is a promise for the future, since there are many open questions that range from conceptual, technological and operational aspects to political and economic issues. If the implementation of CIM represents a great challenge to be overcome in the next years, the challenges already posed by the cities in the 21st century are even greater. In spite of the development of CIM in a critical economic and uncertainty environment raises many doubts about its feasibility or opportunity, issues such as the crisis of water, energy, and urban mobility, among others, place this discussion in a compelling position that should not be postponed.

Keywords: *City Information Modeling (CIM)*. CIM model. *Geography Markup Language (CityGML)*. *Industry Foundation Classes (IFC)*. *Smart Cities*.

1. ENTENDENDO A MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CIDADE

Embora seja um termo surgido recentemente, existe uma vasta conceituação para *City Information Modeling* (CIM), ou Modelagem da Informação da Cidade, caso seja mantida a analogia terminológica com *Building Information Modeling* (BIM), que foi traduzido e adotado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como Modelagem da Informação da Construção, como também apontam Corrêa e Santos (2015).

Autores como Gil, Beirão, Montenegro e Duarte (2010); Hisham (2010); Gil, Almeida e Duarte (2011), e Stojanovski (2013), dentre vários outros, conceituaram o CIM. Entretanto, consideram apenas determinados aspectos, ou seja, um subconjunto das questões envolvidas numa eventual implementação para a Modelagem da Informação da Cidade. Já autores como Schiefelbein et al., descrevem o desenvolvimento de um modelo CIM para suportar o gerenciamento de dados e a análise de sistemas prediais de energia dentro de bairros complexos, numa abordagem muito particular e que envolve o *retrofit* urbano.

Por outro lado, Amorim (2015) considera que, embora sejam importantes essas definições postas em discussão até então pelos diversos autores para o estabelecimento desse novo paradigma, elas não são suficientemente abrangentes para dar conta da complexidade do CIM, que envolve questões tão diversas quanto o planejamento, o projeto, a construção, a gestão dos ativos urbanos, bem com a expansão e a renovação dos mesmos.

Neste sentido, procurando contribuir para estabelecimento de uma conceituação mais precisa e abrangente para o CIM, e mesmo o entendimento das questões postas, no contexto deste trabalho, o conceito de *City Information Modeling* será analisado a partir de duas premissas que aparecem na literatura que trata do tema:

- o *City Information Modeling* (CIM) é uma extensão ou uma analogia do conceito de *Building Information Modeling* (BIM) aplicado às cidades, e
- o CIM está para a cidade assim como o BIM está para a edificação.

Posto isto, a discussão avança a partir desses pressupostos, no sentido do estabelecimento de alguns requisitos que possam levar à implementação de sistemas que viabilizem num futuro próximo a Modelagem da Informação da Cidade. Analogamente ao BIM, nesse processo pelo menos três aspectos devem ser observados:

- a necessidade de formular o conceito de CIM de forma clara e abrangente e de harmonizá-lo com outros conceitos correlatos;

- a imprescindível caracterização dos diversos processos envolvidos na cidade e por conseguinte a definição dos requisitos a serem atendidos pelo modelo CIM, e
- o estabelecimento de modelos e padrões para o modelo CIM, bem como o desenvolvimento das tecnologias que lhe darão o suporte operacional.

Embora a discussão sobre a Modelagem da Informação da Cidade esteja cada vez mais presente na literatura técnica e nos diversos fóruns de debates, nem mesmo a sua conceituação está plenamente estabelecida, como citado anteriormente. Nesse sentido, o CIM pode ser entendido com uma aposta para o futuro, ainda por ser viabilizada.

Buscando contribuir para a explicitação do paradigma CIM, este trabalho elenca alguns fatores, que na visão do autor, são essenciais para o estabelecimento de uma conceituação clara e abrangente e, por conseguinte, contribuir para a sua implementação.

2. O CONTEXTO DA ADOÇÃO

Dada a crescente complexidade urbana, os profissionais que trabalham com os sistemas de infraestrutura da cidade demandam novos recursos para suprir as necessidades no planejamento, no projeto, na construção, na gestão dos ativos urbanos e a na renovação dos mesmos.

Nesse contexto, tecnologias, ferramentas, sistemas e padrões têm sido propostos e implementados para fazer frente às demandas urbanas por novos serviços, expansão ou melhoria dos sistemas existentes, com redução de custos e assegurando padrões de qualidade para todos os cidadãos.

Entre os inúmeros recursos que têm sido disponibilizados para o atendimento das demandas urbanas estão os *Geographic Information Systems* (GIS), o padrão *City Geography Markup Language* (CityGML), as várias ferramentas especializadas para a representação, a projeção, a simulação, o monitoramento e a gestão urbanas. Mais recentemente, passa a fazer parte da discussão nesse contexto o paradigma *City Information Modeling* (CIM).

Diferentemente de uma edificação que tem um “proprietário”, a cidade e a sua dinâmica possuem muitos agentes envolvidos diretamente nos processos decisórios e operacionais, representados por esferas de governo, agências reguladoras, empresas públicas e diversas concessionárias e permissionárias de serviços públicos, e sem contar com um sem número de empreiteiras e de prestadores de serviço que atuam de forma mais ou menos regular.

Para agravar a situação, às vezes existem diversas concessionais para um mesmo serviço, como é o caso dos transportes públicos, telefonia, TV por assinatura etc. Outros serviços como gás, energia elétrica, iluminação pública, abastecimento d'água e coleta de esgotos sanitários, estão normalmente sob a responsabilidade de uma única companhia.

Por outro lado, serviços como a drenagem pluvial, o sistema viário e a limpeza pública dentre outros, ficam diretamente sob a responsabilidade do poder público municipal. E, para completar um primeiro esboço desse quadro, esses diversos agentes não atuam diretamente sobre os sistemas físicos que estão sob as suas responsabilidades, mas lançam mão de dezenas de empreiteiras e empresas prestadoras de serviço para concretizar as várias ações.

Assim, o quadro é constituído por uma grande quantidade de serviços contratados, executados, operados e fiscalizados por múltiplos agentes, que para a realização das suas atividades empregam muitas plataformas, sistemas e ferramentas, protocolos e procedimentos de atuação diversos, e com baixo nível de integração.

Por fim, alguns desses agentes envolvidos, são concorrentes entre si, disputam os mesmos segmentos de mercado e são detentores de “segredos comerciais”. Deste modo, muitas vezes, a disposição desses agentes para colaborarem entre si é nula, ou vista com desconfiança mútua. Normalmente, eles atuam de forma descoordenada, com baixa eficiência e eficácia, causando transtornos e aumento de custo para os cidadãos que refletem sob a forma de impostos e taxas.

Observa-se ainda, uma dificuldade adicional para uma melhor explicitação do escopo do CIM, que é a própria dificuldade de conceituar e delimitar aquilo que se poderia ser chamado de infraestrutura urbana. Finalmente, no que pese as dificuldades e incertezas associadas ao paradigma CIM, a necessidade da sua adoção ou implementação, pode ser amplamente justificadas a partir de duas assertivas bastante evidentes e explicitadas a seguir:

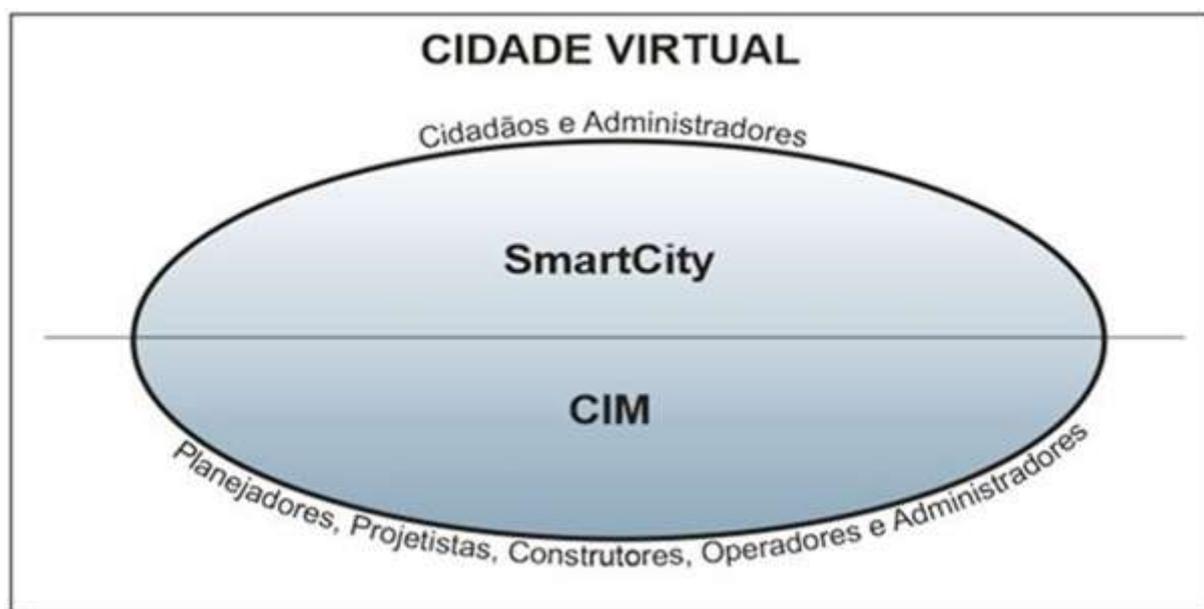
- observa-se que a maior parte das cidades brasileiras e do mundo não possuem a infraestrutura necessária para alcançar os padrões de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (PNUD, 2015).
- verifica-se que mesmo nas grandes cidades onde existe uma infraestrutura urbana que pode ser reconhecida como adequada, na maioria delas esses sistemas e recursos estão envelhecidos e necessitam de ampliações, modernizações etc.

Nesse contexto, o desenvolvimento e a adoção de sistemas que possam contribuir para superar esses desafios são de grande valia para a melhoria da qualidade de vida e a almejada justiça social.

3. CARACTERIZANDO O MODELO DE INFORMAÇÕES

Amorim (2015), coloca em discussão um esquema preliminar para a “cidade virtual”, mostrado na Figura 1, que seria composta por dois grandes macrosistemas. Os sistemas voltados para o atendimento dos “usuários finais” (cidadãos) e “administradores”, que estariam no âmbito das “cidades inteligentes” (*Smart Cities*), e os sistemas de infraestrutura que daria suporte a todas as funções ou serviços urbanos, que estariam no âmbito do CIM.

Figura 1 - Cidade Virtual: integração CIM / Smart City



Fonte: AMORIM, (2015).

Mas, como delimitar e caracterizar os inúmeros subsistemas que compõe a *Smart City* e o CIM? Certamente a interface entre esses dois grandes macrosistemas não é a linha reta mostrada na Figura 1. Dada a complexidade e o tamanho das questões envolvidas, o presente trabalho procura encaminhar alguns aspectos no sentido de explicitar melhor a contextualização CIM, ou a sua real dimensão, passando ao largo das questões no contexto das *Smart Cities*.

Numa abordagem CIM, os diversos agentes intervenientes na cidade, precisam, necessariamente, atuar de forma coordenada no planejamento, no projeto, na construção, na operação, no monitoramento, na manutenção e na renovação da cidade. Assim, eles deverão especificar, construir, manter, e operar de forma compartilhada uma base de dados

única (modelo CIM), centralizada, acessível, atualizada e confiável, de modo que se possa garantir pela eficiência e eficácia dos serviços prestados. A partir desta perspectiva, parece que os dois principais atributos que caracterizariam o paradigma CIM, seriam o trabalho **colaborativo** e a **interoperabilidade**, ao menos nesse primeiro momento da sua explicitação conceitual.

Assim, pelo observado, um dos pontos cruciais para o estabelecimento de uma aplicação ou adoção do CIM, é a constituição de uma base de dados única, centralizada ou distribuída, e o estabelecimento de protocolos e padrões para o compartilhamento e a troca de dados entre os diversos agentes intervenientes. E, apesar das grandes dificuldades envolvidas, é aqui, exatamente neste ponto crucial, onde parecem residir as boas notícias, derivadas de duas iniciativas importantes e independentes.

A primeira iniciativa vem através do padrão CityGML, estabelecido pelo *Open Geospatial Consortium* (OGC, 2012), que é um formato de dados para a representação numérica tridimensional de elementos urbanos, visando a implementação de aplicações 3D em Sistema de Informações Geográficas.

A segunda iniciativa vem da *buildingSMART*, que anuncia para o futuro release do *Industry Foundation Classes*, o IFC5, a capacidade de representar os principais elementos da infraestrutura da cidade. Essa promessa ganha credibilidade visto que a atual versão (IFC4), aprovada em 2013 e em uso a partir de 2014, já é um padrão internacional definido pela ISO (ISO 16739:2013).

Assim, considera-se que estas duas realidades materializadas por dois padrões internacionais para representação de dados urbanos no contexto dos *Geographic Information Systems* (GIS) e *Building Information Modeling* (BIM), representam o embrião para as futuras implementações da Modelagem da Informação da Cidade (CIM).

3.1 O padrão CityGML

O *City Geography Markup Language* (CityGML) constitui um padrão internacional aberto, para um formato de dados visando a representação da forma de objetos urbanos e seus atributos. O formato permite o armazenamento da forma e da geometria tridimensional dos objetos, e aspectos relacionados à topologia, aparência e semântica.

Os primeiros estudos que levaram a definição do padrão CityGML, datam do início dos anos 2000, na Alemanha, pelos membros do *3D Special Interest Group* (3D_GIS), um grupo de pesquisa, internacional, aberto, composto por empresas, municipalidades e instituições de pesquisa (OGC, 2012).

A primeira versão do CityGML foi publicada em 2008, e a versão 2.0.0, foi adotada em 2012 como padrão oficial do *Open Geospatial Consortium* (OGC), e já define uma gama de funcionalidades, associadas a 13 (treze) módulos temáticos, ligados ao módulo central (*core module*), conforme especificado no Quadro 1. Estes módulos contemplam categorias de objetos que vão desde a representação do relevo e das edificações até o mobiliário urbano e a vegetação, passando por pontes, túneis, corpos d'água e outros objetos urbanos e seus atributos. O padrão chega ao requinte de descrever o interior das edificações, seu mobiliário e equipamentos dos mais diversos tipos (OGC, 2012).

Quadro 1 - CityGML: Módulos e Campos Temáticos

Módulos	Descrição
CityGML Core	O módulo Núcleo define os componentes básicos do modelo de dados do padrão CityGML.
Appearance	O módulo Aparência fornece os recursos para modelar a aparência dos objetos CityGML, ou seja, as propriedades visuais da superfície dos objetos.
Bridge	O módulo Ponte permite a representação de aspectos espaciais e temáticos das pontes e seus componentes, em quatro níveis de detalhe (LOD 1-4).
Building	O módulo Edificações permite representar aspectos espaciais e temáticos das edificações, e seus componentes, em cinco níveis de detalhe (LOD 0-4).
CityFurniture	O módulo Mobiliário Urbano é usado para representar o mobiliário urbano das cidades.
CityObjectGroup	O módulo Grupo de Objetos da Cidade permite definir grupos de objetos diversos, que constituem um modelo parcial da cidade.
Generics	O módulo Genérico fornece extensões genéricas para o modelo de dados CityGML, que podem ser usadas para modelar características não abrangidas pelas classes temáticas predefinidas do padrão CityGML.
LandUse	O módulo Uso da Terra permite a representação de áreas da superfície da terra dedicadas a um uso da terra específico.
Relief	O módulo Relevo permite a representação do terreno num modelo de cidade.
Transportation	O módulo Transportes é usado para representar as características de transportes da cidade, por exemplo, vias, caminhos, ferrovias, ou praças.
Tunnel	O módulo Túnel facilita a representação dos aspectos espaciais e temáticos dos túneis e os seus componentes, em quatro níveis de detalhe (LOD 1-4).
Vegetation	O módulo Vegetação fornece as classes temáticas para representar os objetos da vegetação, isolados ou contínuos.
WaterBody	O módulo Corpos D'água representa a geometria 3D e os aspectos temáticos dos rios, canais, lagos e bacias.
TexturedSurface [deprecated]	O módulo Superfície Texturizada permite a atribuição de propriedades visuais aparência e texturas para as superfícies dos objetos 3D. A informação aparência fornecida por este módulo pode ser suprida o módulo Aparência sem prejuízos.

Fonte: OGC (2012), adaptado pelo autor.

Embora o padrão CityGML esteja sendo usado para representar cidades em ambientes GIS, importantes classes de objetos relevantes para o CIM, ainda não foram implementadas, como as redes de infraestrutura subterrâneas (águas, esgoto, drenagem, gás etc.) e aéreas (eletricidade, telefonia, dados etc.), que deverão ser modeladas através do módulo **Generics**, como pode ser observado no Quadro 1, que apresenta os módulos e os campos temáticos do padrão CityGML.

O padrão CityGML é implementado como uma aplicação em *Geography Markup Language 3* (GML3), que por sua vez é uma extensão da *eXtensible Markup Language* (XML), que busca promover a interoperabilidade de aplicações que envolvem objetos urbanos em 3D. Portanto, constitui um padrão visando a representação 3D de cidades através do uso de ferramentas de modelagem para aplicações GIS.

O padrão possui 5 (cinco) níveis de detalhe ou *Level of Detail* (LoD), que variam de 0 a 4, para representar a forma, as propriedades e os relacionamentos dos objetos urbanos, compreendendo: edificações, relevo, vegetação, massas de água, transportes, uso do solo, mobiliário urbano etc., em aplicações específicas e em diferentes escalas, constituindo portanto um padrão de modelagem em múltiplas escalas.

Os níveis de detalhes (LoD), definidos pelo CityGML estão assim definidos (OGC, 2012):

- LoD 0 – Representação na escala da cidade, onde o modelo possui o menor nível de detalhe, e se pretende representar a superfície do terreno em grandes extensões;
- LoD 1 – Representação na escala da cidade, onde as edificações são representadas pelos poliedros que as contêm, correspondendo a extrusão do perímetro externo da edificação (*footprint*) até o seu ponto mais alto;
- LoD 2 – Representação na escala da cidade, onde as edificações são modeladas com a sua volumetria exterior, incluído as superfícies inclinadas dos telhados e outras características principais, com a aplicação da textura correspondente (mapeamento de textura);
- LoD 3 – Representação na escala da edificação, onde a parte externa das mesmas são modeladas com suas saliências, reentrâncias e envasaduras e outros detalhes significativos, de forma detalhada, e
- LoD 4 – Representação na escala da edificação, contemplando as suas divisões internas (paredes), espaços, equipamentos e mobiliários, constituindo modelos arquitetônicos exploráveis.

Uma possibilidade particularmente interessante que o CityGML oferece é a possibilidade de combinação de objetos urbanos representados em diferentes níveis de detalhes, integrados em uma única aplicação, conforme os requisitos estabelecidos para o modelo urbano.

Existem vários métodos para conversão de modelos geométricos ao padrão CityGML. As primeiras abordagens empregaram um *plug-in* para o Google SketchUp. Outras pesquisas estão sendo desenvolvidas para a conversão por métodos mais automatizados através do uso de servidores BIM *open source*, que usam o padrão *Industry Foundation Classes* (IFC) que possuem recursos para a conversão direta ao padrão CityGML.

Por fim, outra questão da maior relevância é que, o padrão CityGML é semanticamente mais pobre do que o padrão IFC. Portanto, o modelo CityGML não é capaz de suportar todas demandas impostas ao modelo CIM.

3.2 O padrão IFC

O padrão *Industry Foundation Classes* (IFC) é um formato de dados neutro, não proprietário, desenvolvido para especificar o intercâmbio e o compartilhamento de informações sobre as edificações, constituindo um padrão internacional para a modelagem da informação da construção (BIM) usado para troca e compartilhamento de dados da edificação ao longo do seu ciclo de vida, independentemente das plataformas de trabalho que venham a ser adotadas pelas diversas partes envolvidas nos processos.

Segundo Liebich (2013), o padrão internacional ISO 16739:2013 (E), *Industry Foundation Class (IFC) for data sharing in construction and facility management industries*, mais conhecido como IFC4, possui o único objetivo de garantir o IFC como o verdadeiro padrão Open BIM em todo o mundo, padrão este que vem sendo desenvolvido desde 1997, com a implementação do IFC 1.0.

O IFC foi desenvolvido inicialmente a partir de 1994 pela *Industry Alliance for Interoperability*, um consórcio formado pela Autodesk e outras empresas, visando o desenvolvimento contínuo do IFC como um formato de dados aberto e não proprietário. Em 1997, o consórcio se tornou a *International Alliance for Interoperability*, e posteriormente adotou a atual denominação de “*buildingSMART*”.

A *buildingSMART* é uma organização internacional, aberta, neutra, e sem fins lucrativos, que procura contribuir para a transformação do ambiente construído através de melhorias significativas para o desempenho ambiental, custo e qualidade, que podem ser obtidos através do uso de informações abertas e compartilháveis, visando a criação e a operação das edificações e da infraestrutura da cidade em todo o mundo.

A Organização congrega associações e representantes de arquitetos, de engenheiros, de empreiteiros, de proprietários de edificações, de gerentes de instalações, de fabricantes de materiais e componentes para construção, de desenvolvedores de *software*, de provedores de informação, de agências governamentais, de laboratórios de pesquisa, de universidades e de outros segmentos ligados ao setor econômico da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO).

Através da criação e adoção de padrões internacionais, abertos, compartilháveis para o fluxo de informações, a *buildingSMART* colabora para que a indústria da construção civil e de operação das edificações alcancem formas mais eficientes e colaborativas de trabalho ao longo de todo ciclo de vida dos empreendimentos.

Leibich (s. d.) afirma que a futura versão do IFC5 irá incorporar a modelagem de elementos da infraestrutura urbana, implementando o conceito de alinhamento, essencial para a representação de elementos lineares, como estradas, vias, canais e outros elementos. Tal perspectiva abre a possibilidade da integração de modelos das edificações com os modelos de cidade, viabilizando a constituição dos modelos CIM.

Ainda segundo Leibich (2013) a versão do IFC4 lançada em 2013, consumiu cerca de 6 (seis) anos de desenvolvimento, além de grande quantidade de recursos humanos. Deste modo, não se deve esperar num prazo muito curto o lançamento do IFC5. Uma vez lançado como padrão, o IFC5 deverá levar ainda algum tempo para que as empresas desenvolvedoras de *software* o implementem como um formato de arquivo nos seus aplicativos voltados às cidades.

Por outro lado, também não se deve esperar que o IFC5 já venha como um “padrão acabado”, capaz de representar todos os sistemas e componentes relativos às necessidades urbanas, com alto nível de detalhes, e isento de lacunas ou imprecisões. Entretanto, talvez este primeiro padrão, ainda que com deficiências e aquém das necessidades, represente de fato a possibilidade da materialização ou da implementação dos modelos CIM, a partir de uma visão mais ampla como aqui estabelecida.

Por fim, ainda que o IFC5 leve ainda alguns anos a ser estabelecido pela *buildingSMART* e implementado pelas *softhouses*, continua válida, importante e atual a discussão sobre o *City Information Modeling*, o seu modelo de dados, as suas aplicações e outros aspectos igualmente relevantes.

3.3 O modelo desejado

Como pode ser visto no Quadro 1, dada a sua abrangência espacial, o padrão CityGML estaria muito mais próximo de atender às necessidade de um modelo CIM, que o padrão

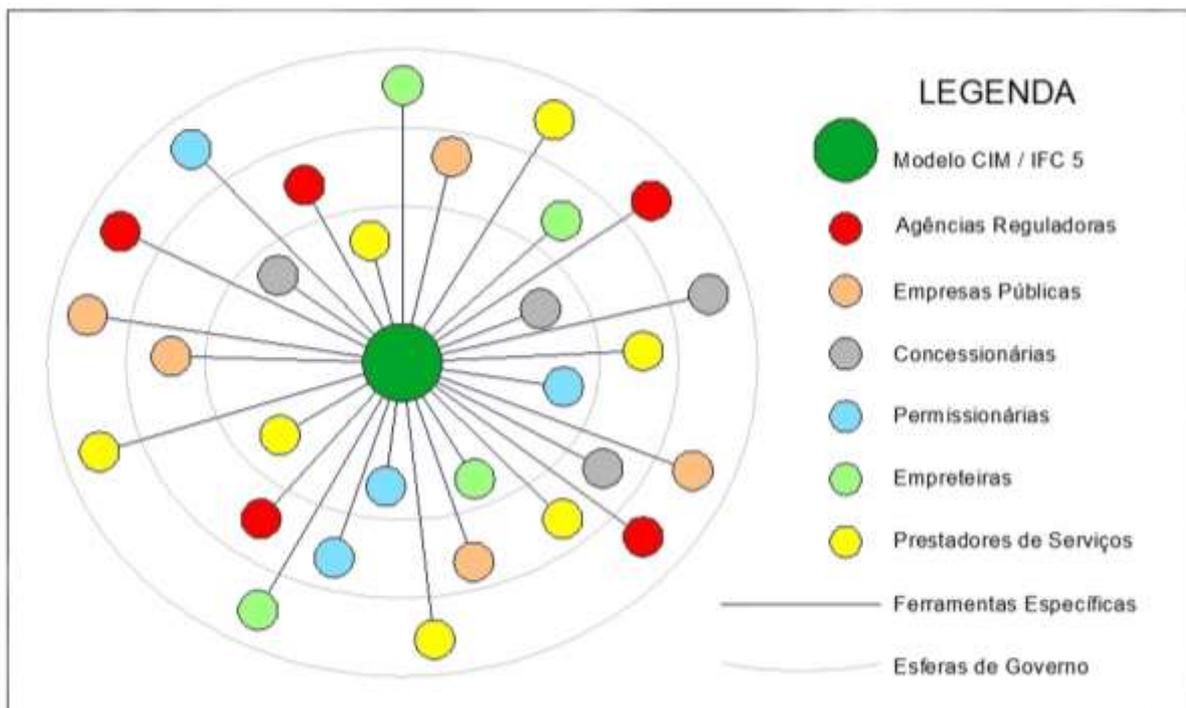
IFC, inicialmente pensado apenas para as edificações. Entretanto, como já comentado anteriormente, o padrão CityGML embora seja capaz de representar as edificações com um certo nível de detalhes, ele é semanticamente inferior ao padrão IFC, visto que foi concebido para aplicações GIS, visando trabalhar com dados de escalas pequenas, e não tendo a riqueza semântica necessária para atender as necessidades para o projeto de edificações.

As aplicações que envolvem os processos das cidades mostram a necessidade dos diversos atores compartilharem um modelo de informações urbanas, estáveis, interoperáveis, dotados de formatos para o intercâmbio de dados em aplicações urbanas. Também fica evidente que uma aplicação CIM deverá reunir características das aplicações BIM e GIS, de forma que o modelo proposto venha ser capaz de representar e operar sobre uma ampla gama de objetos e processos.

Uma grande diferença de um modelo CIM em relação ao modelo BIM, reside no fato de que as decisões sobre o modelo BIM ficam sob a responsabilidade do proprietário do empreendimento. No caso de um modelo CIM, embora deva existir um gerente do modelo, esta responsabilidade é compartilhada por um sem número de agências oficiais, concessionárias etc., além de diversas empresas que lhes prestam serviços.

A Figura 2 explicita uma visão do modelo Open CIM e a sua relação com os diversos segmentos de usuários.

Figura 2 – Visão conceitual para o modelo Open CIM e seus usuários



Fonte: Autor, 2016.

São usualmente características das aplicações GIS a pequena escala abrangendo a cobertura de grandes regiões e representação geométrica simplificada das feições geográficas e urbanas, o uso de sistemas de coordenadas geoespaciais, aplicações que se desenvolvem na superfície da terra (2D), o uso de redes topológicas, e o levantamento ou a compilação como a sua principal fonte de dados.

Por sua vez, as aplicações BIM possuem características como o uso de grande escala em parcelas pequenas do território, contendo a representação geométrica precisa, detalhada e exaustiva dos objetos, o uso sistemas de coordenadas de engenharia, cujas aplicações se desenvolvem no espaço tridimensional envolvendo a produção de elementos complexos, principalmente através da síntese de informações projetuais.

Por sua vez, as aplicações como o CIM, que possuem em comum uma abordagem que contemplam tanto o BIM quanto o GIS, envolvem escalas grandes de médias, aplicações que compreendem espaços bidimensionais (superfícies) e tridimensionais (volumes), e a combinação de informações geoespaciais e de síntese projetual, como são as aplicações que envolvem a infraestrutura da cidade.

Assim, à semelhança do que foi estabelecido para o GIS (Open GIS) e para o BIM (Open BIM) o modelo da informação da cidade deverá ter características de ambos modelos constituindo-se num modelo aberto de informações para a cidade ou Open CIM.

4. ESPECIFICANDO REQUISITOS PARA O MODELO CIM

Neste aspecto, a contribuição do padrão CityGML pode ser de grande valor para a estruturação do modelo CIM e dos seus componentes, ou modelos parciais de subsistemas, mais ou menos independentes. À sua semelhança deverá ser modular, prevendo a modelagem em múltiplas escalas, facilitando as visualizações e as análises de amplas partes do território para as finalidades de planejamento e monitoramento, mas também possibilitando a visão detalhada dos elementos urbanos para fins de projeto, construção ou manutenção.

O modelo Open CIM deverá ser formado por conjunto de modelos parciais ou subsistemas urbanos, articulados e interdependentes, capazes de representar os diversos subsistemas e permitir os diversos tipos de operações sobre eles, mantendo a sua integridade, à semelhança do que ocorre com o modelo BIM.

O modelo CIM deverá ter total compatibilidade com os modelos BIM, na medida em que ambos os modelos deverão ser implementados a partir do padrão IFC5. Entretanto, prevê-se a convergência dos padrões CityGML e IFC para um só padrão, ou dois padrões

totalmente compatíveis, capaz de representar objetos grandes e pequenos, simples ou complexos, permitindo os mais diversos tipos de operações sobre eles. Nesse sentido, o recurso *ifcAlignment*, um elemento essencial para a modelagem de rodovias, ferrovias, pontes e túneis no padrão IFC5, já vem sendo desenvolvido em conjunto com a OGC (BUILDINGSMART, 2015).

Desta forma, o modelo CIM deverá ser implementado considerando-se três aspectos:

- Os conceitos relativos às aplicações ou ao mundo real, como: o planejamento, o projeto, a construção, a operação, a manutenção e outros aspectos relacionados às cidades;
- O modelo de informação conceitual, que mapeia os objetos, bem como os processos que lhes são imputados pelas aplicações urbanas a serem atendidas pelo CIM, e
- A implementação ou a codificação das estruturas de dados capazes de representar os diferentes tipos de objetos, com suas geometrias, propriedades, relações e estados, considerando as necessidades de compartilhamento, interoperabilidade, confiabilidade e segurança.

Finalmente, no que se refere aos algoritmos que atuarão sobre modelo CIM de modo a viabilizar, otimizar, executar e monitorar os processos urbanos, eles não constituem num grande problema como será demonstrado na seção a seguir.

5. A DIMENSÃO DA IMPLEMENTAÇÃO

Considerando-se o ponto de vista da implementação de ferramentas, já existe uma ampla gama de programas para as mais diversas finalidades e características, desenvolvidos para atuarem sobre a cidade.

São ferramentas que vão desde as fornecidas por grandes e tradicionais empresas como a Autodesk, Bentley, ESRI e outras produtoras de *software* para engenharia, por *softhouses* emergentes como Holistic City e Procedural (comprada pela ESRI), e mesmo por laboratórios de pesquisa acadêmicas dentro das universidades, como é o caso CityZoom desenvolvido pelo Laboratório para Simulação e Modelagem em Arquitetura e Urbanismo (SimmLab) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Aqui são apontadas algumas das principais categorias de programas em que estas ferramentas podem ser enquadradas numa abordagem CIM:

- Modelagem geoespacial, através de ferramentas para aquisição, tratamento, armazenamento e recuperação de dados, produção de mapas sistemáticos e temáticos, análises espaciais diversas, dentre vários outros recursos;
- Modelagem tridimensional da cidade e dos seus sistemas de infraestrutura física, através de ferramentas paramétricas de projeto e de visualização de cenários urbanos em diversos níveis de detalhe;
- Simulação numérica e análises diversas de cenários urbanos, considerando diversos fenômenos como ventilação natural, iluminação solar, chuvas e inundações, tráfego e mobilidade urbana, dentre vários outros aspectos naturais ou antrópicos relacionados às cidades;
- Construção e planejamento da construção, através de ferramentas para simulação dinâmica dos processos de construção dos diversos sistemas urbanos com rodovias, ferrovias, redes de drenagem, distribuição de água e outros serviços;
- Operação e manutenção da infraestrutura física, através de ferramentas para a operação e manutenção das plantas urbanas de águas, energia, gás e suas redes de distribuição e coleta, além dos sistemas de transportes, dentre outros aspectos;
- Colaboração, compartilhamento e segurança da base de dados que constitui o modelo CIM, através do uso de redes de alta velocidade e de servidores confiáveis compartilhando dados e informações e interligando os principais agentes intervenientes na cidade.

Para todas estas categorias listadas, e para outras eventualmente não explicitadas, existe uma variedade de ferramentas que podem ser empregadas. Algumas delas já são bem conhecidas e testadas, outras estão ainda por serem efetivamente testadas na prática e reconhecidas pelo mercado.

Seria uma tarefa por demais exaustiva e incompatível com o escopo deste trabalho fazer uma listagem extensiva de todas estas ferramentas, até porque a indústria de *software* é muito dinâmica, com o frequente surgimento de novos produtos; com as empresas emergentes sendo compradas pelas grandes companhias, ou ainda, com produtos que são incorporados em outras ferramentas, mudam de nome ou são descontinuados.

Assim, a grande questão que se coloca com relação a essas ferramentas é que elas em sua maioria foram desenvolvidas para abordagens *stand alone* de problemas específicos, carecendo portanto de uma visão integradora como é necessária à implementação de um CIM. De uma forma mais direta, isto se traduz na capacidade de colaboração entre os

vários agentes urbanos, na interoperabilidade dos sistemas fundamentados nas Tecnologias de Informação e Comunicação, em interfaces comuns, intuitivas e amigáveis para as ferramentas, dentre outros aspectos.

Por fim, estas são demandas dos usuários e agências oficiais a serem atendidas pelos diversos desenvolvedores de *software*. Aqueles que estiverem mais atentos à estas questões certamente terão mais chance de se colocar num novo mercado que se abre em escala mundial.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pode ser observado ao longo da discussão, a questão da Modelagem da Informação da Cidade é um tema atual, relevante e complexo, que apresenta um grande número de desafios de ordem tecnológica, operacional, financeira e política, ainda por serem superados.

Enquanto o BIM representa um paradigma bem fundamentado conceitualmente, dotado de uma ampla base tecnológica com aplicações cada vez mais sofisticadas e com larga utilização nos países mais desenvolvidos. Este paradigma apresenta-se como uma tendência irreversível, cujas questões em aberto estão sendo encaminhadas.

Por outro lado, o CIM representa ainda uma promessa, onde existem muitas questões em aberto que envolvem aspectos conceituais, tecnológicos e operacionais, dentre muitos outros. Se o desenvolvimento e a implementação do CIM representa um grande desafio a ser superado nos próximos anos, os desafios que já estão colocados pelas as cidades no século XXI, são ainda maiores.

Assim, no que pese o futuro do CIM num ambiente de crise econômica e incertezas, suscite muitas dúvidas quanto à sua viabilidade ou oportunidade, questões como a crise da água, da energia na mobilidade urbana, dentre outras, faz com que esta discussão ganhe uma posição de destaque e que não possa ser postergada.

BIBLIOGRAFIA

AMORIM, A. L. Discutindo City Information Modeling (CIM) e conceitos correlatos. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 87-99, jul./dez. 2015.
<http://dx.doi.org.br/10.11606/gtp.v10i2.103163>

BUILDINGSAMRT. **IFC Alignment Project, Process Map and Use Cases (informative)**. BuildingSmart, 2015. Disponível em: <<http://www.buildingsmart-tech.org/downloads/ifc/ifc5-extension-projects/ifc-alignment/ifc-alignment-exchange-scenarios-fs>>. Acesso em: 20 maio 2016.

CORRÊA, F. R.; SANTOS, E. T. Na direção de uma modelagem da informação da cidade (CIM). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.

GIL, J.; ALMEIDA, J.; DUARTE, J. The backbone of a City Information Model (CIM): Implementing a spatial data model for urban design. In: EDUCATION AND RESEARCH IN COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN IN EUROPE, 29., 2011, Ljubljana. **Proceedings...** Ljubljana, University of Ljubljana / Faculty of Architecture, 2011.

GIL, J.; BEIRÃO, J.; MONTENEGRO, N.; DUARTE, J. Assessing Computational Tools for Urban Design: towards a city information model. In: EDUCATION AND RESEARCH IN COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN IN EUROPE, 28., 2010, Prague. **Proceedings...** Prague, Czech Technical University in Prague / Faculty of Architecture, 2010.

HISHAM, Ahmad. The new trend of CIM. In: Ahmad's Findings. Disponível em: <<http://ahmadfindings.blogspot.de/2010/05/new-trend-of-cim.html>>. Acesso em: 19 abr. 2015.

LIEBICH, T. **IFC for Infrastructure – Separation between BIM and GIS requirements.** buildingSMART, (s. d.). Disponível em: <http://www.iowadot.gov/bridge/3D/Presentations/20121017_IFC_for_Infrastructure.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2016.

LIEBICH, T. **IFC4 – the new buildingSMART Standard: What's new on IFC4.** buildingSMART, 2013. Disponível em: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases/ifc4-release/buildingSMART_IFC4_WhatisNew.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2016.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC). **OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard.** Editores: Gerhard Gröger, Thomas H. Kolbe, Claus Nagel, Karl-Heinz Häfele. Versão: 2.0.0. OGC, 2012.

SCHIEFELBEIN, J. et al. Development of a City Information Model to support data management and analysis of building energy systems within complex city districts. In: CISBAT 2015 – INTERNATIONAL CONFERENCE FUTURE BUILDINGS AND DISTRICTS: SUSTAINABILITY FROM NANO TO URBAN SCALE, x., 2015, Lausanne. **Proceedings...** Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/Development-of-a-City-Information-Model-to-Support-Schiefelbein-Javadi/40f97b132b790298e36a9bfd5c48c2a9b47d21e2/pdf>>. Acesso em: 24 maio 2016.

STOJANOVSKI, T. City Information Modeling (CIM) and Urbanism: blocks, connections, territories, people and situations. In: SYMPOSIUM ON SIMULATION FOR ARCHITECTURE AND URBAN DESIGN, 2013, San Diego. **Proceedings...** San Diego: ACM, 2013.