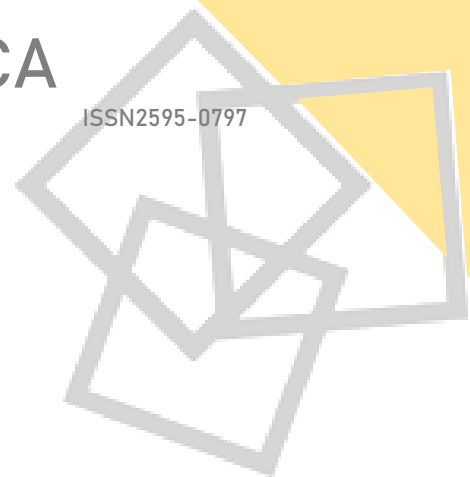




Do BIM ao CIM: a difusão da inovação de ideias para a construção civil.

From BIM to CIM: the diffusion of innovation of ideas for civil construction

Ana Cláudia Rocha Cavalcanti

Doutora em Desenvolvimento Urbano
Docente do Departamento de Expressão Gráfica, UFPE, Recife, Brasil
ana.rcavalcanti@ufpe.br
ORCID:
<https://orcid.org/0000-0001-7203-0397>

Flávio Antônio Miranda de Souza

PhD em Planejamento Urbano
Docente do Departamento de Expressão Gráfica, UFPE, Recife, Brasil
flavio.desouza@ufpe.br
ORCID:
<https://orcid.org/0000-0001-6119-7423>

Gisele Lopes de Carvalho

Doutora em Desenvolvimento Urbano
Docente do Departamento de Expressão Gráfica, UFPE, Recife, Brasil
gisele.carvalho@ufpe.br
ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-5048-1071>

RESUMO:

As tecnologias BIM e CIM representaram uma quebra do paradigma do processo de projeto e representação gráfica, impactando a academia e o mercado de construção. Nesse sentido, este artigo discute a difusão de ideias para a aplicação do BIM e do CIM e como a difusão do BIM está sendo aplicado nas políticas públicas. Os novos profissionais no campo da engenharia, arquitetura e construção civil vêm respondendo às novas demandas tecnológicas em um mercado de trabalho em transição acelerada. Diante desse cenário, este trabalho revisa a literatura internacional relacionada à difusão de tecnologias bem como investiga a inserção das mesmas. A relevância do trabalho reside em uma análise sistemática acerca de como a difusão de novas tecnologias aplicadas no campo profissional interfere nos conteúdos trabalhados em sala de aula, inovando as práticas acadêmicas, que por consequência, posteriormente, contribui para o aperfeiçoamento das dinâmicas do mercado de trabalho.

Palavras-chave: BIM; CIM; difusão; inovação de ideias; construção civil.

ABSTRACT:

The BIM and CIM technologies represented a break in the paradigm of design and graphic representation process, impacting the academy and the construction market. In this sense, this article discusses the dissemination of ideas for the application of BIM and CIM and how the dissemination of BIM is being applied in public policies. New professionals in the field of engineering, architecture and civil construction have been responding to new technological demands in a job market in accelerated transition. Given this scenario, this paper reviews the international literature related to the diffusion of technologies as well as investigating their insertion. The relevance of the work lies in a systematic analysis of how the diffusion of new technologies applied in the professional field interferes with the contents worked in the classroom, innovating academic practices, which, consequently, subsequently contributes to the improvement of the dynamics of the labour market.

Keywords: BIM, CIM, diffusion, innovation of ideas, civil construction.



1. INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas no campo da construção civil têm impactado nas formas de gerenciamento de informações, tanto nas organizações como nas pessoas, principalmente quanto à geração e ao gerenciamento de informações (CAMPESTRINI et al, 2015). Nesse processo, demanda-se a atualização constante de tecnologias avançadas e de formas de gerenciar as informações. Muitas vezes, as pessoas necessitam se capacitar e estar dispostas a se atualizar para trabalhar em diferentes plataformas de trabalho (CAVALCANTI; DE SOUZA, 2019b).

A gestão da informação na construção civil conta com o advento de ferramentas computacionais para a modelagem da informação na construção civil e na gestão das cidades, convencionadas como *Building Information Modeling* (BIM) (Modelagem da Informação na Construção) e *City Information Modeling* (CIM) (Modelagem da Informação na Cidade). Nessas ferramentas podem-se prever inovações de ideias no campo da gestão, das tecnologias, mudanças de atitude profissional, de inter-relação entre os projetos, de forma de conceituar projetos e gerir equipes de trabalho que visam a promoção da cooperação, a ampliação da colaboratividade e a integração profissional. Para que estas inovações ocorram de forma universal há necessidade da difusão de inovações por meio da promoção da ideia pela indústria da engenharia, da arquitetura e construção, de acordos multilaterais, legislações específicas, do ensino dos princípios e fundamentos nas universidades, realização de encontros e congressos acadêmicos, entre outros. É nesse cenário, que os meios de difusão de inovações de ideias se fazem relevantes, sendo o objeto de estudo desse trabalho.

A difusão de inovações de ideias é bastante discutida no campo das inovações tecnológicas (ROGERS, 1995; HOWELLS, 1996; COCCIA; WATTS, 2020), assim como no campo das políticas públicas (IKENBERRY, 1990; STONE, 2004; JÖRGENS, 2004; YI et al, 2018). Este trabalho consiste na exploração desses conceitos para ampliar nosso conhecimento sobre as implicações das inovações diante das crescentes demandas no uso de ferramentas computacionais para o gerenciamento com qualidade da construção civil e das cidades tanto por meio da Modelagem da Informação na Construção (BIM) como na Cidade (CIM).

Atualmente, essas ferramentas podem ser consideradas muito importantes na área da construção civil e da gestão e do planejamento urbano. Com a evolução das ferramentas BIM já é possível utilizar métodos que desenvolvem modelos paramétricos na escala da cidade, nesse contexto, pode-se dizer de forma genérica que o BIM faz parte do CIM. Também é possível dizer que o CIM vai permitir gerenciar informações com modelos inteligentes em 3D, tanto para edificações como terrenos, permitindo um melhor gerenciamento de toda a rede urbana.





Assim sendo, este artigo tem como objetivo discutir o tema da difusão da inovação de ideias abordando duas questões centrais: 1) A difusão de ideias na área de tecnologia da informação para as ações na escala urbana, examinando a aplicação do BIM e do CIM e, como sua aplicação ainda não é em grande escala no Brasil, e 2) como isto está ocorrendo na prática no campo das políticas públicas para a gestão com qualidade de cidades. Para tanto, faz uma breve discussão a respeito da inovação das ideias, para em seguida, explorar os processos pelos quais uma inovação é difundida.

O trabalho faz uso de uma metodologia qualitativa por meio da revisão bibliográfica e discute os meios de difusão da inovação de ideias no campo da gestão das cidades com qualidade, por meio da associação dos princípios do BIM e do CIM como ferramentas de gestão.

2. AS INOVAÇÕES NAS IDEIAS

As ideias são a matéria-prima que dão origem ao conhecimento (SOWELL, 1980), mas que, por existirem em abundância, tornam o processo de produção do conhecimento mais difícil, pois envolve escolhas e tomadas de decisões na seleção dessas, incluindo a classificação e autenticação das ideias. Apesar de todos os problemas que estão associados à taxonomia, dependendo de quem classifica o quê e como uma ideia é classificada, a classificação de algo pode não corresponder a uma realidade aproximada da coisa classificada.

Assim sendo, Sowell (1980) aponta que as ideias podem ser classificadas quanto ao processo de autenticação destas, incluindo: 1) as que são sistematicamente preparadas para autenticação (teorias), 2) as que não derivam de nenhum processo sistemático (visões), 3) as que não sobrevivem a processos de autenticação (ilusões), 4) as que se eximem de processos de autenticações (mitos), 5) as que já passaram por processos de autenticação (fatos) e 6) as que não serão autenticadas (falsidades). Os processos de autenticação das ideias, objetivando a produção do conhecimento, são variados e podem envolver procedimentos sistemáticos de verificação por meio de testes da estrutura lógica da teoria para sua consistência interna ou a partir da observação de fatos no mundo real para testar sua consistência externa.

Por outro lado, a autenticação das ideias pode partir de decisões baseadas no consenso, nas emoções ou nas tradições. E nestas bases pode significar a aprovação de um determinado grupo em um determinado tempo, ou ainda a aprovação de um determinado grupo que se vê como guardião de uma verdade particular, sendo tal grupo pertencente a uma elite que detém uma verdade que realmente interessa (SOWELL, 1980).

As ideias representam fatores que determinam as tomadas de decisão a partir da compreensão das ideias e da geração do conhecimento (HAAS,





1992). As ideias são embutidas de valores determinados por indivíduos ou grupo de indivíduos e ajudam a explicar o produto das políticas por serem determinantes importantes das políticas públicas. Entretanto, as ideias são filtradas e transformadas em conhecimento, que pode determinar as tomadas de decisão. As ideias por si não representam os determinantes das decisões, uma vez que estas estão relacionadas também com os interesses que motivam as pessoas ou instituições, sendo ambos relevantes para explicar as causas das tomadas de decisão. Nesse sentido, as ideias são consideradas como fator de geração do conhecimento para auxiliar na identificação de problemas que devem ser solucionados e que, para tanto, necessitam de ações de colaboração entre os atores para encontrarem uma solução (CAVALCANTI, 2008; HAAS, 1992).

Nesse processo, há uma explícita ação de articulação entre os interesses dos atores envolvidos, que levam a atingir riscos mínimos para o sucesso. A concepção de que os indivíduos determinam suas decisões, baseadas numa perspectiva de maximização de seus ganhos, pode minimizar o papel das ideias (GOLDSTEIN; KEOHANE, 1993), uma vez que essas não seriam medidas. Além deste aspecto, há motivações econômicas para a produção e acumulação do conhecimento; uma vez que há uma minimização das necessidades na duplicação de produção de conhecimento que pode orientar a tomada de decisões e na difusão dessas ideias.

Neste sentido, a difusão de inovações de ideias parece fundamental para a compreensão do fenômeno estudado neste trabalho. Portanto, a próxima seção discute sobre a Teoria da Difusão para elucidar os conceitos necessários para seu melhor conhecimento.

3. DIFUSÃO DE INOVAÇÕES DE IDEIAS

O conceito de difusão tem sido frequentemente analisado em perspectivas da difusão como um produto, ou a difusão como um processo (ELKINS, 2005). No campo da abordagem da difusão como um produto, podem-se relacionar termos como isomorfismo (DIMAGGIO; POWELL, 1991), convergência (KERRL, 1983), ondas (HUNTINGTON, 1991), entre outros. Por outro lado, no campo da difusão como processo, pode-se relacionar também o efeito demonstração (HUNTINGTON, 1991), imitação (JAKOBY, 2000), transferência de política (DLOWITZ, 2000), ou ainda efeito *bandwagoning* (IKENBERRY, 1990) (associação entre interessados, semelhante ao efeito demonstração), entre outros.

Como apontado por Rogers (1995), a difusão refere-se ao processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais ao longo do tempo entre membros de um sistema social. A comunicação é um processo pelo qual os participantes criam e compartilham informações para obter a compreensão comum sobre um determinado fenômeno que detém





características de novidade. Os participantes necessitam ser atualizados ao longo do tempo pelo acesso constante à informação, para assim reduzir as incertezas quanto às novidades dos acontecimentos. Normalmente, uma nova ideia ou prática entra em uma comunidade a partir de uma fonte externa. Entretanto, a adoção da inovação acontece pelo contato interpessoal de uma rede de atores. E como pode ser esperado, há sempre aqueles que adotam a inovação assim que ela é introduzida e há outros que apresentam certa resistência e aguardam para ver os resultados antes de decidir adotá-la. Ao longo do tempo, o número de pessoas que adotam a inovação aumenta, até que o público alvo em potencial, para a aceitação da ideia, é saturado (CAVALCANTI; DE SOUZA, 2011).

Segundo a teoria da difusão das inovações, sua adoção passa por cinco estágios: conhecimento, persuasão, decisão, implementação e adoção. Isso seria explicado porque é necessário que haja conhecimento sobre a nova ideia (conhecimento). Para que isso ocorra, é necessária a adoção de programas de disseminação para ampliar o conhecimento sobre o fenômeno (persuasão). Uma vez que as pessoas passam a conhecer a nova ideia, intencionalmente tomam uma decisão quanto a experimentar ou não a inovação (decisão). A partir de então, é necessária a aplicação da inovação (implementação). Caso a prática leve a resultados positivos, os indivíduos tendem a adotá-la em sua rotina (adoção). E em diversos estudos sobre difusão (ROGERS, 1995) esses estágios têm sido condensados em três: conhecimento, atitudes e práticas. A adoção da difusão seria então influenciada pela forma como a inovação é percebida, assim como em função das características da organização e de seu público alvo.

As características das instituições que afetam a adoção de uma inovação incluem o grau de centralização de poder e controle da organização; a complexidade referente à capacidade técnica; a formalização dos processos por regras e procedimentos; a interconectividade dos sistemas de atores e suas redes e a disponibilidade dos recursos presentes numa organização. Ao longo do tempo, as instituições têm assumido papéis que levariam a duas formas de agir no processo de difusão: 1) a difusão das inovações aconteceria por mecanismos clássicos de coação (*enforcement*), tais como sanções, embargos, ou mesmo uso da força, e se fundamentaria na tradição da economia política das teorias dos jogos e das ações coletivas (OLSON, 1971; AXELROD, 1984), em que os atores se configurariam como racionais, que pesam os custos e benefícios de suas possíveis escolhas ao tomarem decisões em situações de coerção coletiva e 2) a difusão aconteceria por mecanismos mais dinâmicos de negociações (*management*) entre os atores, que utilizam estratégias de resolução de problemas, interpretação de regras e transparência (HAAS, P., 1990) objetivando a capacitação dos atores e consequente aceitação das inovações, em vez de utilizarem ações visando à imposição daquelas pela coação de um grupo de atores sobre outros.





A Teoria da Difusão (ROGERS, 1995; IKENBERRY, 1990; HAAS, 1992) utiliza ferramentas apropriadas a lidar com questões numa escala macro, sendo bastante apropriada para compreender como as relações entre os atores acontecem numa perspectiva entre instituições. Uma abordagem qualitativa, entretanto, é bastante apropriada para investigar relações numa microescala, para comparar e contrastar visões de mundo dos atores em ambas escalas – das instituições e dos atores individualmente; a partir da compreensão do fenômeno como ele acontece na escala micro.

A necessidade de uma linguagem comum entre os atores e instituições está muito bem apresentada por Rogers, uma vez que a relação entre os difusores da inovação e os receptores acontece mais apropriadamente quando esses comungam de “significados comuns, uma linguagem subcultural mútua, e são semelhantes em relação às características sociais e pessoais” (ROGERS, 1995) (p. 19). Isto propiciaria um sistema social que favorece um ambiente para recepção de inovações, onde certo grupo de indivíduos ou instituições serviria de emissores ou transmissores de inovações; outro grupo adotaria a inovação que foi transmitida através de canais de difusão que podem consistir de pessoas ou algum tipo de mídia que liga o transmissor ao que adota a inovação.

Por fim, pode-se dizer que mecanismos mais tradicionais como *enforcement* (poder coercitivo da lei), têm sido amplamente utilizados e são socialmente aceitos, necessitando respeitar arranjos institucionais e pactos sociais. E, é nessa perspectiva que esse trabalho considera a difusão da ideia do uso do BIM e, futuramente, do CIM nas cidades brasileiras.

4. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO SETOR DA INFORMAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

No campo das inovações tecnológicas no setor da informação para a construção civil, conceitos como Controle de Qualidade Total (*Total Quality Control* - TQC) são fundamentais para justificar inovações no campo gerencial, entre outros. Um dos princípios básicos da qualidade total consiste no constante aperfeiçoamento de processos sistêmicos para atingir eficiências cada vez mais primorosas (OSWALD; BURATI, 1992; FISHER et al, 1995; MEREDITH, et al, 2017).

Vale salientar que a qualidade é comumente relacionada ao mérito especial, à excelência ou ao alto status. Entretanto, no campo da engenharia civil, de acordo com Ashford (2003), a qualidade envolve os conceitos de cumprimento de um requisito definido, de custo-benefício, de adequação a um fim, ou ao conceito de satisfação do cliente. É dentro desses princípios que trataremos a qualidade na construção civil e mais especialmente na cidade. E, nesse sentido, o BIM vem sendo amplamente estudado (EASTMAN et al, 2008; VOLK et al, 2014; GHAFARIANHOSEINIA, 2017) e difundido (GRZYBEK et al,





2010; PAUWELS, 2014; LUA et AL, 2017) com o objetivo de aprimoramento da qualidade e da eficiência na construção civil.

O BIM, fundamentado em princípios de linguagem baseados na modelagem orientada para objetos, foi desenvolvido e vem sendo aperfeiçoado para capturar a semântica de objetos físicos reais e para compartilhar as informações desses produtos que visem solucionar problemas de uso e manutenção de edificações ao longo do tempo, entre os usuários de ferramentas e tecnologias gerenciais do tipo BIM (EASTMAN et al, 2008; SALGADO et AL, 2020).

No campo da gestão da construção dos edifícios, o uso de BIM é relativamente recente, portanto, a grande maioria das edificações existentes nas cidades não foi concebida nestes preceitos (El-MEKAWY, 2010). De fato, internacionalmente, muito pouco tem sido feito nesse processo na última década e, no Brasil, por ser ainda incipiente o seu uso, não se tem uma ideia de sua abrangência, mas pode-se arriscar afirmar que deve ser muito insignificante o número de projetos que sejam realizados por meio de sistema BIM.

A indústria da Engenharia, da Arquitetura e da Construção (AEC) tem sido caracterizada, há muito tempo, por sua natureza predominantemente fragmentada, o que muitas vezes resulta na falta de eficiência, disputas e níveis consistentemente abaixo do esperado de produtividade. Compreendendo mais de 10% do Produto Interno Bruto (PIB) global, a indústria AEC tem potencial para moldar a economia mundial; daí a necessidade de que seja mais inovadora. Inúmeros produtos e processos de inovações foram desenvolvidos ao longo das últimas décadas a fim de melhorar e impulsionar a indústria em um status mais desejável. Diversos trabalhos têm registrado os processos de difusão de modelos de aplicação do BIM nos países, onde os governos têm desempenhado papéis determinantes na promoção e divulgação de inovações tecnológicas no campo da construção civil e sua gestão (PANUWATWANICH; PEANSUPAP, 2013).

Um dos avanços mais notáveis dentro da indústria AEC é o desenvolvimento do Conceito de BIM, que é apontado como uma mudança de paradigma para a indústria (BJÖRK, 1989; HOWARD; BJÖRK, 2008; HODOROG et al, 2021). As inovações, as novas práticas, novos programas e políticas que são testados para implementação, entram nas práticas profissionais e nas comunidades acadêmicas e de pesquisa de diferentes maneiras, incluindo indução por meio de ações governamentais.

No Brasil, do ponto de vista das normas e decretos federais que estimulam a criação de ações voltadas para a difusão do BIM na construção brasileira, o Decreto de 05 de junho de 2017 instituiu de forma temporária o “Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modeling*”. E,





por meio da publicação do Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, o governo federal revogou o Decreto de 05 de junho de 2017 e oficializou a “Estratégia Nacional para a Disseminação do *Building Information Modeling* (BIM)”, ou “Estratégia BIM BR”, cuja finalidade é promover por meio de ações governamentais e institucionais um ambiente adequado ao investimento na metodologia BIM e na sua difusão no Brasil.

Complementarmente ao Decreto nº 9.377/18, visando uma efetiva difusão do BIM na indústria da construção, o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) publicou o documento “Construção Inteligente”, detalhando objetivos, metas, ações, responsabilidades e compromisso.

No ano de 2019, por meio do Decreto nº 9.983, de 22 de agosto, o governo federal estabeleceu a “Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling*” e instituiu o “Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modeling*”. Segundo esse decreto, o governo federal visa difundir o BIM e os seus benefícios, coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM, criar condições favoráveis para o investimento público e privado em BIM, estimular a capacitação em BIM, entre outros.

Por fim, o Decreto nº 10.306 de 2 de abril de 2020 estabeleceu a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizadas pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, nas esferas dos Ministérios da Defesa e da Infraestrutura, com a criação de modelos digitais que abrangem todo o ciclo de vida do projeto. Esse decreto dá continuidade às ações governamentais no âmbito da “Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling*” – “Estratégia BIM BR”, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019.

O Decreto nº 10.306/20 propõe a implementação do BIM, de forma gradual, em três fases, a saber: 1) a primeira fase, já em 2021, estabelece a compatibilização dos projetos através da Detecção de Interferências (*Clash Detection*), a partir dos modelos digitais, da extração de quantitativos e da geração de documentação gráfica; 2) a segunda fase, prevista para 2024, estima a utilização efetiva dos projetos da fase 1, mas tendo como foco principal o Planejamento (BIM 4D), a Orçamentação (BIM 5D) e o Controle de obras. O produto principal desta fase será a atualização do modelo “*As Built*” para obras realizadas; 3) a terceira fase, prevista para o ano de 2028, envolverá o uso efetivo das fases 1 e 2, demandando a utilização do BIM para gestão e manutenção de projetos.

Como pode ser observado, de forma sistemática, mesmo que ainda não se possa afirmar sobre a eficácia desses mecanismos de difusão, o governo brasileiro vem atualizando formas de disseminar a metodologia BIM no Brasil. Entretanto, ainda não há previsão legal para a difusão do CIM nas cidades brasileiras e, suas práticas, quando ocorrem, têm sido fruto, aparentemente,





de iniciativas isoladas, como por exemplo, experiências em Campinas, Curitiba, São Paulo, entre outras cidades, em busca da promoção da ideia das *Smart Cities* (Cidades Inteligentes). Entretanto, nas *Smart Cities* utilizam-se sistemas e tecnologias de informação e comunicação que vão além dos previstos no CIM, visando maior eficiência e eficácia dos sistemas urbanos (ALMEIDA, 2015).

5. DO BIM AO CIM

A Modelagem de Informações na Construção (BIM) é o processo integrado de criação e gerenciamento de informações para a materialização de um edifício. O BIM integra dados estruturados e multidisciplinares para produzir uma representação digital de um edifício em todo o seu ciclo de vida, desde planejamento e design até a construção e seu funcionamento.

O BIM pode ser utilizado como ferramenta operacional de compatibilização espacial de projetos, de forma quase análoga ao sistema *Computer Aided Design* (CAD). Esse uso, apesar de ser bastante útil, limita os potenciais de gestão dessa ferramenta que inclui sistemas integrados de gestão nos processos projetuais iniciais de compatibilização de projetos, de estimativas de custos, de ferramenta de auxílio a escolhas de materiais de construção, de gestão de vida útil dos edifícios, entre outros. Além dessas vantagens operativas, uma das principais mudanças do *modus operandi* no processo projetual seria de atitude voltada para a colaboração da equipe e na gestão da informação.

No campo da construção civil, há diversas plataformas computacionais que operacionalizam o sistema BIM por meio de *softwares* de diversos fabricantes e em vários países (RUSCHEL et AL, 2013). Essas plataformas são adotadas de diferentes maneiras, não havendo um sistema universal que proporcione uma melhor interoperabilidade de sistemas, formatos e dados (GROOT; McLAUGHLIN, 2000; PAUWELS, 2014).

De modo geral, há um crescente reconhecimento da necessidade de promoção de ambientes computacionais, mas também de trabalho interpessoal, que integrem diferentes plataformas, de fácil acesso aos dados, que devem ser atualizáveis e manipuláveis. Primeiramente, ao focar nos resultados dos projetos, observa-se que há elementos que afetam os ciclos das edificações que são oriundos das decisões adotadas no início de sua concepção e que impactam nos custos de funcionamento, operação e manutenção dos edifícios. Desde essa etapa inicial, as decisões que aparentemente são de ordem arquitetônica, devem ser baseadas também em avaliações econômicas que afetarão o adequado financiamento das edificações, além do ambiente social e regulatório, das considerações tecnológicas, entre outras. Frequentemente, nesse setor, se lida com limitações de tempo para sua realização, mas que envolve o gerenciamento do ciclo de vida das edificações (HENDRICKSON, 2000). Tais características envolvem habilidades de gestão





que os arquitetos não costumam se apropriar e isso tem comprometido os custos operacionais do ciclo de vida dos edifícios e, conseqüentemente, das cidades.

Uma vez que os sistemas de modelagem da informação tridimensional objetivam o gerenciamento desses dados de forma rápida, segura e eficiente, ainda há muito trabalho a ser realizado para integrar as diversas formas de armazenar e manipular tais dados. Inúmeras são as tentativas de padronizar o *modus operandi* desses sistemas visando o gerenciamento de informações e, este trabalho aponta que, esse processo envolve formas de difusão de ideias que afetam os meios pelos quais as informações são geradas e gerenciadas. Dessa forma, este trabalho consiste em uma discussão teórica acerca da difusão de ideias para compreender os limites e potencialidades desses modelos, assim como de suas adoções em modelos gerenciais de cidades.

No caso do CIM pode-se fazer uma comparação análoga ao BIM, mas entendendo o CIM como uma evolução do Sistema de Informação Geográfica (SIG), incrementado com as potencialidades de gestão da informação exploradas no BIM (STOJANOVSKII, 2013). Os dados disponíveis para o gerenciamento de cidades por meio da modelagem 3D podem estar armazenados em diferentes formas, além de conterem níveis de detalhamento distintos, o que dificulta os usos visando a comparabilidade desses dados ao longo do tempo. Por outro lado, quando existentes, os dados de edificações mais recentes ou de regiões das cidades mais recentes podem apresentar modelos tridimensionais associados, enquanto que áreas das cidades mais antigas, muito comumente, não estão nem sequer representadas digitalmente. Por vezes, também, as áreas mais antigas não possuem banco de dados associados que poderiam ser integradas em modelos 3D.

Muitos são os problemas para a formação de um banco de dados e suas formas de atualizações. A modelagem 3D das edificações por si, já representa um entrave à sua completude enquanto ferramenta eficaz de planejamento e gestão devido à quase inexistência desses modelos. No que se refere ao gerenciamento das cidades este cenário é ainda pior, pela quase inexistência de banco de dados dessa natureza nas cidades brasileiras. Mesmo assim, já se tem evidenciada a crescente demanda por gerenciamento de cidades com o uso de modelos digitais 3D. Em muitas vezes, a gestão de cidades, nos moldes tradicionais, já carece de dados pré-existentes, além da ausência de sistemáticas atualizações destes. Portanto, a tomada de decisão baseada na constante comparação de dados parece ser uma realidade ainda distante para grande parte das cidades brasileiras.

No campo da educação, como relevante vetor de difusão de inovação de ideias (IKENBERRY, 1990), este trabalho chama atenção para a relevância do tema e as disciplinas que podem ter integração. É importante pontuar que professores precisam tornar-se profissionais com visão integrada,





compreendendo que um entendimento mais profundo de sua área de formação não é suficiente para o processo de ensino interdisciplinar. Faz-se necessário, portanto, apropriar-se também das múltiplas relações conceituais que sua área de formação estabelece com as outras ciências apontadas neste trabalho.

Os órgãos de planejamento e gestão de cidades dificilmente encontram-se estruturados com equipamentos que suportem bancos de dados extensos. As redes de Internet, quando existentes, nem sempre operam de forma constante e com qualidade. Os técnicos e suas repartições nem sempre estão interligados fisicamente, nem administrativamente. De fato, as realidades físico/institucional não correspondem às realidades de órgãos e sistemas equivalentes em países aonde os sistemas de gerenciamento de edificações, ou de cidades vêm sendo implementados. Mesmo assim, podem-se evidenciar canais de difusão dessas ideias que aos poucos criam demandas e justificam inovações (CAVALCANTI; DE SOUZA, 2019a).

As cidades têm vivenciado um processo de crescimento sem precedentes nas últimas décadas e o volume de informações necessárias para sua gestão tem ficado cada vez maior. O grau de complexidade da interação desses dados também tem sido um dos principais entraves, principalmente no setor da modelagem tridimensional das cidades como uma alternativa para aperfeiçoar a gestão de dados para a tomada de decisões.

Os sistemas de modelagem de informação estão sendo muito requisitados, tais como o sistema usado para o *City Information Modeling* (CIM), uma vez que ele serve para gerenciar todos os tipos de infraestrutura incluindo pontes, estradas, túneis, prédios, entre outros. O CIM usa o conceito de cidade relacionado ao espacial e ao das relações entre as pessoas e objetos, uma vez que, diferentemente de outros modelos, não é apenas um instrumento para ver os projetos, mas também apresenta uma série de dados associados ao sistema por meio de modelos parametrizados (ALMEIDA; ANDRADE, 2016; AMORIM, 2015).

Como existe uma gama de informações que pode ser acrescentada no programa, esse sistema divide a cidade em blocos que apresentam fronteiras, conexões e especificações internas que estão interligados (ZIURIENE et al, 2006). Do mesmo modo, existem vários tipos de conexões entre os blocos e essas subdivisões são chamadas de *tags*. Assim, a junção de todos esses blocos e conexões forma a cidade. Portanto, pode-se dizer que os sistemas de modelagem 3D são excelentes ferramentas para o planejamento e a construção das cidades, tanto na parte subterrânea quanto na parte acima do solo, sendo eficiente na visualização das obras e na junção dos dados. Porém, na representação em 3D torna-se necessária a descrição da composição da cidade, desde os limites da região e sua vegetação até os sistemas de água, transporte, estrada, entre outros.





O CIM possui sua própria forma de referenciar os espaços em blocos, agregando informações tridimensionais de modelos localizados em matrizes bidimensionais da cidade ou dos territórios (STOJANOVSKIL, 2013). A implantação de sistemas que possibilitam o planejamento das cidades de forma tridimensional depende da aplicabilidade de tais sistemas, uma vez que se faz necessário que os dados sejam coletados e armazenados de forma que sejam acessíveis e atualizados, ao mesmo tempo em que sejam comparáveis numa série histórica.

O *City Information Modeling*, mesmo não tendo simulações perfeitas, apresenta várias vantagens, pois trata-se de uma ferramenta que pode ser atualizada constantemente quanto às informações espaciais e físicas. Além disso, o sistema em 3D presente na modelagem CIM é mais preciso do que nos modelos 2D e contém diversas informações em um único programa. Do ponto de vista da informação para tomada de decisão ligada ao campo do urbanismo, segundo Todor Stojanovski, a inovação corresponderia à uma mudança do plano para ação, o que relaciona informação e teoria que pertencem à esfera científica, em contraste com a ação e regulação, que estão na esfera política. (STOJANOVSKIL, 2013, p. 7). Nesse sentido, pode-se afirmar que o CIM diz respeito à esfera científica, mas serve como base para a esfera política.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto acima, há uma crescente necessidade de aperfeiçoamento gerencial no campo da gestão de projetos para a construção civil que seja mais eficiente, com qualidade e inovativa, tanto focando questões relevantes aos resultados como aos processos. Ao mesmo tempo há um aumento da conscientização de que os processos gerenciais de projetos afetam não somente o ciclo de vida dos edifícios, como também o das cidades. Portanto, ao pensar nos edifícios e nas diferentes formas de gestão desses, dos resultados aos processos, estendem-se as discussões para o nível da cidade.

Para se medir os impactos do uso do CIM como ferramenta similar ao BIM numa escala maior, a médio ou longo prazo, se faz necessário o seu conhecimento bem como os meios de sua difusão para os futuros profissionais no campo da construção civil e da gestão de cidades, bem como suas reais implicações para processos de capacitação institucional oriundos das demandas geradas pelas inovações tecnológicas. As inovações tecnológicas não podem ser advogadas sem hesitação, uma vez que demandam soluções básicas de adoção de sistemas que funcionem em diferentes plataformas.

O potencial de aperfeiçoamento nos sistemas de gerenciamento de cidades por meio da modelagem computacional 3D é inestimável, porém muito se faz necessário estudar e experimentar para aperfeiçoar esses modelos. Além disso, ainda se faz necessário realizar trabalhos integrados visando à interoperabilidade de ferramentas de manipulação da informação, tais como





BIM e CIM, para reforçar o efeito demonstração (HUNTINGTON, 1991) e *bandwagoning* (IKENBERRY, 1990) na difusão dessas tecnologias e modos de gestão.

No futuro próximo, com o CIM, será possível armazenar todas as informações de uma cidade e visualizar as relações entre os edifícios, infraestrutura, ambiente e como elas estão se inter-relacionando. Assim sendo, a aplicação dessas ferramentas pode alcançar um importante patamar no campo da construção civil e na gestão das cidades, ao promover interações teórico-metodológicas que poderão aprimorar a gestão da informação cada vez mais associadas a produção do conhecimento por meio de novas tecnologias, em ambientes de estruturas corporativas que demandam trabalhos colaborativos e integrados. Dessa maneira, as ideias aparentam estar sendo filtradas e transformadas em conhecimento, objetivando a tomada de decisão para a implementação dessas tecnologias e formas de gestão na construção e na cidade (HAAS, 1992) e, necessitam de ações integralizadoras na promoção do BIM e do CIM.

A utilização de programas que possibilitem a visão espacial das cidades e que comportem as informações necessárias para sua gestão é primordial. No entanto, além dos benefícios trazidos, existem alguns fatores negativos como o tempo necessário para o levantamento e cadastro dessas informações, assim como a necessidade de qualificação de mão de obra para o desenvolvimento do projeto. Dessa forma, investimentos no setor da formação profissional são necessários e buscam acompanhar os graus de evolução das inovações tecnológicas. Como os processos de inovação são cada vez mais frequentes e rápidos, há uma necessidade crescente de atualização profissional, criando demandas constantes, oriundas dessas inovações. A aceitação do BIM e do CIM deverá ser acompanhada de difusão na academia, na formação de profissionais e nas redes das empresas, visando a saturação da ideia e sua aceitação (CAVALCANTI; DE SOUZA, 2011).

Muito ainda há de ser utilizado e experimentado para que se possa evoluir no conceito e no uso dessa ferramenta como forma de gerenciar cidades, tanto para auxiliar na tomada de decisões em situações previstas e imprevistas, como também para objetivar o controle urbano e a expansão dos serviços públicos. Ao longo dos anos, houve um aumento de exigência no ambiente corporativo que demanda dos profissionais componentes de sua formação que não são relacionados ao conhecimento técnico apenas, incluindo habilidade para desenvolver trabalhos colaborativos.

A implantação de sistemas que possibilitam o planejamento das cidades de forma tridimensional pode ser bastante utilizada, pois o potencial da aplicabilidade de tais sistemas é elevado, mesmo considerando os pontos negativos acima relatados. Contudo, é necessário que os dados sejam coletados e armazenados de forma que sejam acessíveis, constantemente atualizados e





possuam interoperabilidade em diferentes plataformas, ao mesmo tempo em que sejam comparáveis numa série histórica.

Os entraves administrativos, as limitações físicas e institucionais, as inovações na legislação, nas formas de gestão, além das infraestruturas deficientes das instituições, a falta de capacitação técnica dos profissionais e o aperfeiçoamento das empresas da construção civil ainda representam um grande e relevante entrave para a implantação de sistemas de gerenciamento de cidades por meio de modelagem da informação. Estes entraves não podem ser negligenciados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.; ANDRADE, M. L. V. X. D. A., **CIM ou não? Considerações sobre City Information Modeling**. IV Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (IV ENANPARQ). Porto Alegre: ANPARQ: 14 p. 2016. Disponível em s14-01-almeida-f-andrade-m.pdf (wordpress.com). Acesso em 19 de abril de 2021.

AMORIM, A. L. de. Discutindo City Information Modeling (CIM) e conceitos correlatos. **Gestão & Tecnologia de Projetos** Vol. 10, Nº 2, pp. 87-100, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/gtp.v10i2.103163>. Acesso em 16 de Abril de 2021.

ASHFORD, J. **The management of quality in construction**. 4 ed. London: E & F.N. Spon. 2003.

AXELROD, R., **The Evolution of Cooperation**, New York, Basic Books, 1984.

BJÖRK, B. C. Basic Structure of a Proposed Building Product Model. **Computer-Aided Design**, Vol. 21, No. 2, 1989, pp. 71-78.

CAMPESTRINI, T.; GARRIDO, M.; MENDES Jr, R.; SHEER, S.; FREITAS, M. **Entendendo BIM**. UFPR, Curitiba, 2015.

CAVALCANTI, A. C. R. **A difusão da agenda urbana das agências multilaterais de desenvolvimento na cidade de Recife**. 2008. 203 f. Tese (Doutorado em desenvolvimento urbano) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

CAVALCANTI, A. C. R.; DE SOUZA, F. A. M. Habilidades profissionais colaborativas para engenheiros por meio da geometria descritiva. **Revista Geometria Gráfica**, v. 3, p. 70-82, 2019b.

CAVALCANTI, A. C. R.; DE SOUZA, F. A. M. **Quando programas levam ao planejamento: difusão de ideias gerando conflitos na metrópole**. Anais do Colóquio METROPOLES DAS AMÉRICAS: DESIGUALDADES, CONFLITOS E GOVERNANÇA, Montreal, 3 e 4 de outubro de 2011.





CAVALCANTI, A. C. R.; DE SOUZA, F. A. M. **A difusão da inovação de ideias para o uso do BIM e do CIM nas escolas de engenharia.** Engenharia do Século XXI. 1ed. Belo Horizonte: Poisson, 2019a, v. 2, p. 206-213.

COCCIA, M; WATTS, J. A theory of the evolution of technology: Technological parasitism and the implications for innovation management. **Journal of Engineering and Technology Management.** Vol. 55, 2020, pp. 1-18.

DIMAGGIO, P. and POWELL, P. The iron cage revisited: Institutional isomorphism collective rationality in organizational fields. In: POWELL, P. and DIMAGGIO, P. (Eds.) **The New Institutionalism in organizational analysis.** Chicago: Chicago University Press. 1991.

DOLOWITZ, D. P. and MARSH, D. Learning from abroad: the role of policy transfer in contemporary policy making. **Governance**, Vol. 13, No. 1, 2000, pp. 5-24.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators;** John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2008.

ELKINS, Z. and SIMMONS, B. **On waves, clusters, and diffusion: a conceptual framework.** The Annals of the American Academy of Political and Social Science. Vol. 598, No. 1, 2005. pp. 33-51.

EL-MEKAWY, M. Integrating BIM and GIS for 3D city modeling The Case of IFC and City GML, Stockholm, Royal Institute of Technology (KTH). 2010.

FISHER, D.; MIERTSCHIN, S.; POLLOCK Jr., D. Benchmarking in construction industry. In **Journal of Management in Engineering.** Nº 11, pp. 50-57. 1995.

GHAFFARIANHOSEINIA, A.; TOOKEYA, J.; AMIRHOSEIN GHAFFARIANHOSEINIBC, A.; NAISMITHA, N.; AZHARD, S.; EFIMOVA, O.; RAAHEMIFARB, K. Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol. 75, 2017, Pages 1046-1053

GOLDSTEIN, J. and KEOHANE, R. (Eds.) **Ideas and foreign policy: beliefs, institutions and political change.** Ithaca, Cornell University Press, 1993.

GOVERNO FEDERAL. Decreto 9377/18, de 17 de maio de 2018. Disponível em <<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/579674718/decreto-9377-18>>, acessado em 24/04/2021.

GOVERNO FEDERAL. Decreto nº 10306/20, de 2 de abril de 2020. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm>, acessado em 23/03/2021.

GOVERNO FEDERAL. Decreto nº 9.983/19, de 22 de agosto de 2019. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm>, acessado em 25/05/2021.





GROOT, R.; McLAUGHLIN, J., **Geospatial Data Infrastructure - Concepts, Cases, and Good Practice**. Oxford: Oxford University Press. 2000.

GRZYBEK, H., XU, S., GULLIVER, S., FILLINGHAM, V. Considering the feasibility of Semantic Model Design in the built environment. **Buildings**, Nº 4, pp. 849879, 2014. **[10] ISO 29481-1**: Building Information Modeling-Information Delivery Manual-Part 1: Methodology and Format; International Organisation for Standardization: Geneva, Switzerland, 2010.

HAAS, E. **When knowledge means power: three models of change in international organizations**. Berkeley: University of California Press, 1990.

HAAS, P. Introduction: epistemic communities and international policy coordination. **International Organization**. Vol. 46, No. 1, 1992, pp. 1-35.

HENDRICKSON, C. **Project Management for Construction. Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders**, 2 ed. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 2000.

HODOROG, A.; PETRI, I.; REZGUI, Y.; HIPPOLYT, J. Building information modelling knowledge harvesting for energy efficiency in the Construction industry. **Clean Technologies and Environmental Policy**, 2021. Vol. 23, pp.1215–1231.

HOWARD, R.; BJÖK, B.C.; Building information modelling - Experts' views on standardisation and industry deployment. **Advanced Engineering Informatics**. 2008, Vol. 22, N. 2, pp. 271-280.

HOWELLS, J. Tacit knowledge, innovation and technology transfer. **Technology Analysis & Strategic Management**, 1996, Vol. 8, N. 2, pp. 91-105.

HUNTINGTON, S. **The third wave: Democratization in the late twentieth century**. Norman: University of Oklahoma Press, 1991.

IKENBERRY, G. J. The international spread of privatization policies: inducements, learning, and 'policy bandwagoning'. In: SULEIMAN, E. and WATERBURY, J. (Orgs.). **The political economy of public sector**. Boulder, Co.: Westview, 1990, pp. 88-110.

JAKOBY, W. **Imitation and politics: Redesigning modern Germany**. Ithaca: Cornell University Press, 2000.

JÖRGENS, H. Governance by Diffusion: Implementing Global Norms Through Cross-National Imitation and Learning. In: Lafferty, William M. (ed.) **Governance for Sustainable Development. The Challenge of Adapting Form to Function**. Cheltenham, Edward Elgar, 2004, pp. 246-283.

KERR, N. L. Motivations losses in small groups: a social dilemma analysis. **Personality and Social Psychology**. Vol. 45, 1983, pp. 819-828.

LOPES, T. R. Modelagem de Informação da Cidade (CIM) e suas potencialidades para gestão da manutenção urbana de Curitiba, **arq.Urb**, número 25, maio - agosto de 2019, pp. 123-140.





LUA, Y.; WUB, Z; CHANGA, R.; LIB; Y. Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions. **Automation in Construction**. Vol. 83, 2017, pp. 134-148.

MEREDITH, J.; SHAFER, Scott; MATEL, Samuel. (Eds) **Project Management: A Strategic Managerial Approach**. Wiley, Nova Iorque. 2017.

OLSON, M. The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups, Harvard University Press, 1971.

OSWALD, T.; BURATI, J. **Guidelines for implementing total quality management in the engineering and construction industry**. Bureau of Engineering Research, University of Texas at Austin, 1992.

PANUWATWANICH, K.; PEANSUPAP, V., "Factors affecting the current diffusion of BIM: a qualitative study of online professional network", Paper presented at the Creative Construction Conference 2013.

PAUWELS, P. Supporting decision-making in the building life-cycle using linked building data. Buildings, N° 3, pp. 549-579, 2014.

ROGERS, E. M. **Diffusion of Innovations**. New York: Free Press, 4th Edition, 1995.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **AmbienteConstruído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013.

SALGADO, M.S.; MAGALHÃES, C. R.; SANTOS, E. R.; CANUTO, C. L. A GESTÃO DE PROJETOS E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS: estratégia BIM-BR e tendências pós-pandemia. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

SOWELL, T. **Knowledge and decisions**. New York: basic Books, 1980.

STOJANOVSKI, TODOR. **City Information Modeling (CIM) and Urbanism: Blocks, Connections, Territories, People and Situations**. ANAIS de SimAUD 13- Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture & Urban Design, San Diego, 2013.

STONE, D. Transfer agents and global networks in the 'transnationalization' of policy. **Journal of European Public Policy**. Vol. 13, N. 3, 2004, pp. 545-566.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. (2014): Building Information Models (BIM) for existing buildings – literature review and future needs - **Automation in Construction** 38, pp.109-12.

YI, H.; BERRY, F.; CHEN, W. Management Innovation and Policy Diffusion through Leadership Transfer Networks: An Agent Network Diffusion Model. **Journal of Public Administration Research and Theory**, Vol. 28, N. 4, 2018, pp. 457-474.





ZIURIENE, R. MESLIUTE, R. MAKUTENIENE, D. Development of 3D city model applying Cadastral Information. **Geodesy and Cartography**, Vol XXXII, No 2. 2006.

Artigo recebido em 03/05/2021 e aceito em 31/05/2021

