



XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (XVII ENANCIB)

GT 4 – Gestão da Informação e do Conhecimento

A GESTÃO DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO, O TRABALHO COLABORATIVO E O USO DA TECNOLOGIA BIM POR ARQUITETOS E ENGENHEIROS

THE INFORMATION AND KNOWLEDGE MANAGEMENT, THE COLLABORATIVE WORK AND BIM USE FOR ARCHITECTS AND ENGINEERS

Mário Lucio Pereira Junior¹, Renata Maria Abrantes Baracho e Marcelo Franco Porto²

Modalidade da apresentação: Comunicação Oral

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo discutir algumas relações entre Engenharia Simultânea, o uso da tecnologia BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem de Informação da Construção), as estratégias e práticas de Gestão da Informação e do Conhecimento (GIC), e o trabalho colaborativo entre Engenheiros e Arquitetos no contexto da produção de projetos de edifícios na Construção Civil. A abordagem usada foi explorar a natureza de cada tema e estabelecer um diálogo entre eles. Procurou-se discutir como a aplicação dos conceitos da Gestão da Informação e do Conhecimento (GIC) na utilização de procedimentos de modelagem de informação da construção pode servir como instrumento para projeto simultâneo e trabalho colaborativo e, conseqüentemente trazendo otimizações para o processo construtivo. O trabalho enquadra-se na busca contínua de entender as dificuldades para o trabalho colaborativo em projeto simultâneo de edifícios e como a Gestão da Informação e do Conhecimento pode auxiliar na diminuição dessas dificuldades. Apresenta como resultado a constatação de que o trabalho colaborativo entre profissionais de diferentes disciplinas de um projeto e de uma construção, fomentado pela proposta da engenharia simultânea, possibilita a aproximação entre clientes, incorporadores, usuários, engenheiros, arquitetos e todos os envolvidos em uma mesma organização. Paralelamente traz profundas mudanças no fluxo da informação utilizada para a realização da construção. Para isso são necessárias a consciência e formalização de novas práticas de

¹ Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Minas Gerais (1990), Mestre em Engenharia de Produção, área Mídia e Conhecimento, pela Universidade Federal de Santa Catarina (2001) e Doutorando em Ciência da Informação pela ECI da Universidade Federal de Minas Gerais. É professor desde 1993. Atualmente é professor adjunto nível 1 da Universidade FUMEC - Fundação Mineira de Educação e Cultura - e professor assistente nível 4 da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

² Professora Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Organização do Conhecimento - PPGOC da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Presidente da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação - ANCI, Sub-Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Organização do Conhecimento - PPGOC da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

gestão da informação e do conhecimento na indústria de AEC.

Palavras-chave: Modelagem de Informação da Construção. BIM. Gestão da Informação. Representação do Conhecimento. Colaboração. Arquitetura da Informação.

***Abstract:** This paper aims to discuss some relations between Simultaneous Engineering, the use of BIM (Building Information Modeling), information and knowledge management (GIC) strategies and practices, and collaborative work between engineers and architects in the context of the building construction projects in Civil Construction. The approach used was to explore the nature of each subject and establish a dialogue between them. He tried to discuss the application of the concepts of the Information and Knowledge Management (GIC) in the use of procedures for building information modeling can serve as a tool for concurrent and collaborative engineering and consequently bringing optimizations for the construction process. The work is part of the ongoing quest to understand the difficulties for collaborative work in concurrent design of buildings and as the Information and Knowledge Management can help to reduce these difficulties. It presents results in the finding that the collaborative work between professionals from different areas of the project and a building, supported the proposal of concurrent engineering, enables the rapprochement between customers, developers, users, engineers, architects and everyone involved in the same organization. At the same time, it brings profound changes in the flow of information used to carry out the construction. This requires awareness and formalization of new information management practices and knowledge in the AEC industry.*

Keywords: Building Information Modeling. BIM. Information Management. Knowledge Organization. Collaboration. Information Architecture.

1 INTRODUÇÃO

O trabalho com a informação e o conhecimento apresenta-se como uma habilidade cada vez mais demandada para as organizações na sociedade atual, imposta pela necessidade de produzir produtos e serviços com maior eficiência em busca da competitividade. Esta mesma sociedade está também determinada pelas tecnologias de informação e pelas novas formas de representação do mundo real e imaginário. Uma nova estrutura econômica e social está em construção, a partir da revolução tecnológica da informática e das telecomunicações, assim como novas formas de pensar, conviver, trabalhar e criar, bem como novas relações entre o homem, o trabalho a informação e o conhecimento. O pensar e produzir o objeto arquitetônico necessitam de profundas mudanças, afetando diretamente o trabalho de Engenheiros e Arquitetos.

Este trabalho pretende discutir algumas relações possíveis encontradas na interseção entre: a Engenharia Simultânea, como novo paradigma para projeto de Edifícios; a disseminação do uso da tecnologia da informação na Arquitetura, diante das novas possibilidades de representação e simulação do espaço e do edifício, mais recentemente com a tecnologia BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem de Informação da Construção);

as estratégias e práticas de Gestão da Informação e do Conhecimento (GIC), reconhecida como elemento decisivo para a competitividade; e, finalmente, os pressupostos do trabalho colaborativo.

A pesquisa apresenta a proposta de Engenharia Simultânea ou Projeto Simultâneo como alternativa ao processo de projeto sequencial para construção de edifícios na construção civil e discute a mudança do fluxo de informações. Conclui apresentando a necessidade da utilização generalizada da tecnologia da informação para a realização do projeto simultâneo e apresenta a tecnologia BIM como um novo ambiente computacional capaz de suportar as interações entre vários agentes envolvidos, desde o início da concepção do produto e durante todo o seu desenvolvimento.

Em seguida descreve a evolução da comunicação gráfica entre profissionais de projeto de edifícios começando pelo desenho analógico, passando pela evolução da tecnologia CAD (Computer Aided Design ou Projeto Assistido por Computador) até a tecnologia BIM. Mostra os pressupostos e características desta tecnologia e relaciona o seu potencial de trabalho que vai ao encontro dos objetivos propostos pelo projeto simultâneo. Finaliza introduzindo a relação entre o uso da tecnologia BIM e o trabalho colaborativo em conjunto com a GIC.

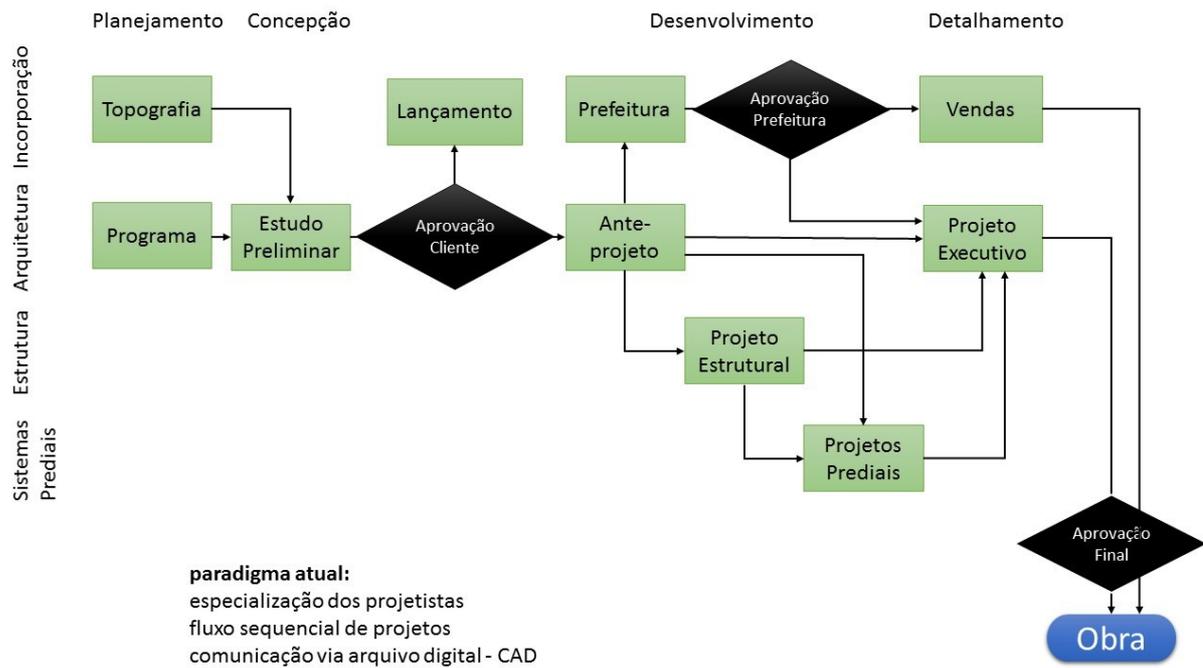
São discutidas as relações entre alguns conceitos da GIC e a utilização dos sistemas BIM como instrumento para projeto simultâneo e trabalho colaborativo. Na sequência, são apresentados os conceitos e pressupostos do trabalho colaborativo e estes são relacionados ao uso do projeto simultâneo com suporte da tecnologia BIM. O trabalho enquadra-se na busca contínua para entender as dificuldades para o trabalho colaborativo em projeto simultâneo de edifícios e como a GIC pode auxiliar na diminuição dessas dificuldades.

2 O PARADIGMA TRADICIONAL DE PROJETO E A ENGENHARIA SIMULTÂNEA

Para a execução da construção de um edifício, considerando a complexidade do mundo contemporâneo, são necessários diversos projetos - arquitetônico, estrutural, elétrico, hidro sanitário e outros - feitos no início da obra. Esses projetos não são atividades fim, mas sim meio de ligação entre os diversos processos que envolvem a criação e a execução material final do edifício. Como estes projetos são executados *a priori*, o edifício, ainda na mente dos profissionais envolvidos, precisa ser representado, e esta representação do espaço a ser construído é, portanto, instrumento para a construção. É o meio de comunicação escrita ou registrada entre arquitetos, engenheiros e os demais profissionais envolvidos na concepção e na execução da obra. Parte-se do princípio apresentado por Lúcio Costa (1940) de que “arquitetura é construção...” e que a experiência arquitetônica da sociedade se manifesta no objeto

construído e edificado. Como expressão artística e cultural de um povo, a Arquitetura se manifesta no edifício real e no espaço material. As diversas formas de representação do espaço, como a linguagem gráfica, não são fim para a Arquitetura e Engenharia. A construção de um edifício envolve a criação, que é em processo intelectual e intuitivo, e a execução, em processo tecnológico e material (PEREIRA JUNIOR, 2001). Esses processos envolvem diversos profissionais, com experiências diferentes e em disciplinas distintas, que utilizam de conhecimentos necessários para a tomada de decisão. Segundo Fabricio, Baía e Melhado (1999), os processos tradicionais de projeto de edifícios estão baseados na especialização dos projetos e na integração sequencial entre as disciplinas, representando um paradigma difícil de ser vencido. Os diversos projetos - arquitetura, estruturas, instalações, etc. - são executados por equipes especializadas, uni disciplinares, e de forma linear e sequencial no tempo. Para que um projeto específico possa ser desenvolvido, o anterior deverá estar finalizado e entregue. Essa visão sequencial do processo de projeto, conforme Melhado (1997), é consagrada nas práticas nos escritórios de projeto, em várias normas técnicas vigentes no país e em textos institucionais. De uma maneira geral, o projeto de arquitetura é considerado o primeiro e responsável pelas indicações a serem seguidas pelos projetos de estruturas e instalações, ditos complementares e feitos na sequência. O fluxo da informação é, portanto, linear, conforme ilustrado na figura 1 (PEREIRA JUNIOR; BARACHO, 2015).

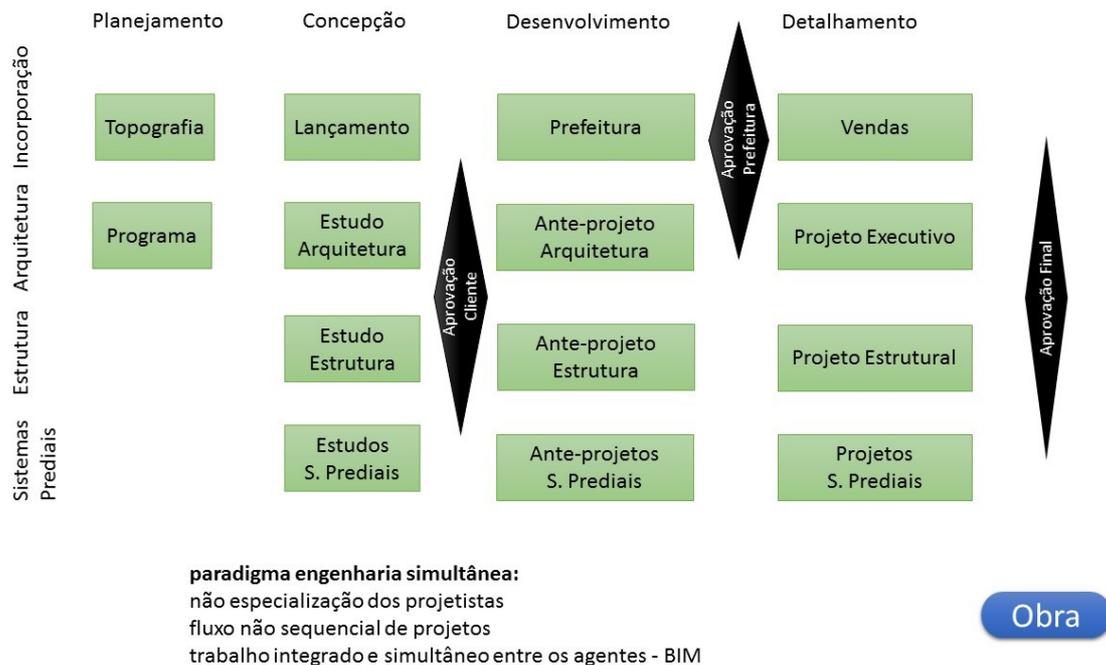
Figura 1 – Fluxo da informação com o paradigma tradicional de projetos



Fonte: Pereira Junior; Baracho, 2015

Para Fabrício (2002), na maneira tradicional de se construir, o projeto de arquitetura se subordina ao programa, os projetos de engenharia se subordinam ao projeto de arquitetura. O processo é sequencial e fragmentado. Os autores apresentam nesse artigo uma alternativa ao projeto sequencial com a utilização do Projeto Simultâneo ou Engenharia Simultânea, o que representa um novo paradigma para a construção civil, em oposição ao processo tradicional de projeto. O Projeto Simultâneo contém concomitantemente todas as interfaces entre os clientes, equipe de projeto, projetistas e usuários. Nele não há uma sequência linear entre os projetos, todos são elaborados ao mesmo tempo e em conjunto por todos os profissionais envolvidos, em um trabalho integrado e simultâneo entre os agentes, sem uma especialização na tomada de decisão (FABRÍCIO, 2002). Assim, pode-se observar uma grande mudança no fluxo da informação, ilustrado na figura 2.

Figura 2 – Fluxo da informação com o paradigma da Engenharia Simultânea



Fonte: Pereira Junior; Baracho, 2015

Segundo Fabrício e Melhado (1998), um dos pontos centrais no desenvolvimento de produtos com Engenharia Simultânea ou Projeto Simultâneo é a utilização generalizada da tecnologia da informação. Torna-se necessário um novo ambiente computacional e informacional, capaz de suportar as interações entre vários agentes envolvidos durante o trabalho conjunto, desde o início da concepção do produto, durante todo o seu desenvolvimento, até a utilização real na obra, abrangendo todo ciclo de vida de uma edificação. A tecnologia BIM apresenta-se como suporte conceitual, metodológico e computacional para aplicação do projeto simultâneo, em oposição ao processo tradicional e sequencial de projeto, e como alternativa à tecnologia CAD anteriormente disponível.

3 ENGENHARIA SIMULTÂNEA E A TECNOLOGIA BIM

A tecnologia BIM surge em uma sequência histórica com relação a troca de informação entre os profissionais parceiros. A representação gráfica de um objeto, ou o desenho, tradicionalmente foi a maneira mais usual de materialização do projeto, utilizando uma linguagem gráfica para a expressão de uma ideia. A comunicação entre os profissionais envolvidos, documental por princípio, no passado era eminentemente gráfica, feita em originais em papel transparente (papel vegetal), a tinta ou a lápis, e disponibilizada através de cópias heliográficas em papel opaco, geradas a partir desses originais. Na sequência temporal, o desenho na construção civil evoluiu do desenho técnico em papel para o desenho informatizado, com a utilização de programas de Projeto Auxiliado por Computador (CAD), inicialmente ainda

desenho técnico em duas dimensões. Com o uso da tecnologia CAD, a comunicação entre profissionais passou a utilizar arquivos digitais, mas com o mesmo raciocínio anterior em termos de fluxo de informação (PEREIRA JUNIOR; BARACHO, 2015). Em um terceiro momento, os programas CAD passaram a trabalhar também com modelos tridimensionais virtuais, e os edifícios passaram a ser representados em três dimensões. Entretanto, a geometria sempre foi a informação mais relevante. A próxima evolução da tecnologia CAD consistiu no desenvolvimento do trabalho com as informações não geométricas, cada vez mais fazendo sistematicamente parte dos modelos. Por fim, tecnologia BIM corresponde a última evolução na comunicação entre profissionais, revolucionando no sentido de que a informação gráfica e geométrica não significa mais a principal referência e a informação dos elementos da obra passam a ser o princípio gerador do modelo. Além disso, o ato de projetar e as rotinas de tomada de decisão não precisam mais seguir uma ordem sequencial pré-estabelecida e estática.

A tecnologia BIM é um dos desenvolvimentos mais promissores em arquitetura, engenharia e construção AEC (EASTMAN et al., 2008). Com o uso de sistema BIM, os profissionais podem, de forma integrada, construir digitalmente um modelo virtual e preciso do edifício que, quando completo, diferentemente de modelo tridimensional CAD ou desenho bidimensional, contém diversos dados ou informações relevantes necessárias à construção, fabricação e demais atividades para realização da construção, além da geometria precisa (EASTMAN et al., 2008). Assim, o uso da tecnologia BIM significa uma nova metodologia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores, alterando e dinamizando o ciclo da informação, permitindo novas possibilidades de visualização, processamento, representação, uso e recuperação da informação, e significando uma evolução no processo de projeto. (PEREIRA JUNIOR; BARACHO, 2015)

Na tecnologia BIM a modelagem não só é tridimensional, mas também é paramétrica e baseada em objetos, o que possibilita a geração de objetos editáveis em suas propriedades e que podem ser alterados automaticamente. A tecnologia BIM proporciona a Arquitetos e Engenheiros recursos que facilitam a representação e a visualização de uma edificação, permitindo a modificação de seus elementos de forma direta e intuitiva, com bastante semelhança à realidade no canteiro de obras (LEE et al., 2006), como uma obra virtual. Os modelos BIM permitem a centralização da informação da construção, através da utilização de modelo único, com informações dispostas em arquivos integrados e ligados online. Assim, diversos profissionais podem registrar suas decisões e compartilhá-las com os demais. As modificações propostas em um projeto específico, ou em uma parte do projeto, propagam automaticamente atualizações em outros projetos ou outras partes. Um modelo BIM deve ser

usado de forma integrada, consistente e, idealmente, construído de forma colaborativa entre todos os profissionais parceiros - arquitetura, estrutura e instalações - para ser considerado utilizado de forma plena. O que se percebe hoje é uma subutilização dessa potencialidade em função da dificuldade com o trabalho colaborativo na indústria de AEC.

A ligação entre o trabalho colaborativo e a tecnologia BIM é direta e está nos fundamentos desta. Para Santos e Barison (2011), a tecnologia BIM tem como princípio a criação colaborativa de um modelo digital do edifício. Nesse modelo, cada profissional agrega as informações específicas de cada disciplina. O objetivo da tecnologia BIM vai além da simples automatização das tarefas, como documentação e detecção de interferências. Compreende o estímulo, além do suporte tecnológico e computacional, ao projeto simultâneo, integrado e colaborativo, no qual cada profissional atua com muito mais antecedência que no processo sequencial, e tem capacidade de identificar e dirimir erros que possivelmente só seriam detectados na execução da obra, reduzindo assim tempo de execução e custo, tornando o processo mais eficiente.

Para Santos e Barison (2011) a tecnologia BIM permite o registro de todas as informações de uma edificação, incluindo a geometria 3D e todas as informações e especificações dos componentes da obra, que são armazenadas de forma parametrizada em um único modelo digital. Este registro inclui toda a evolução da edificação no tempo, da concepção, projeto, desenvolvimento, construção, utilização, reutilização até à demolição, considerando todo seu ciclo de vida. Também serve a todos os profissionais envolvidos, incluindo todas as disciplinas. A tecnologia BIM, ao disponibilizar a informação integrada e consistente, facilita e fomenta o uso de outros aplicativos para simulação e análise de desempenho, correspondendo às novas exigências de uma Arquitetura contemporânea. Exige e ao mesmo tempo estimula a colaboração entre os profissionais e novas formas de gestão do empreendimento, incluindo a gestão da informação e do conhecimento.

A proposta da tecnologia BIM está baseada no gerenciamento das informações contidas em todo o processo de planejamento. Propõe ligação entre diferentes formatos da informação juntando textual e gráfica. A gestão da informação está presente no projeto do edifício tanto na organização e controle do ciclo de vida do documento como no controle dos meta-dados do arquivo e no auxílio ao projeto com articulação entre banco de dados e modelo geométrico. Nesse contexto, será apresentada a seguir uma fundamentação teórica que dá suporte a pesquisa baseada em conceitos de gestão da informação e do conhecimento.

4 A GESTÃO DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO E O PROJETO DO

EDIFÍCIO

Essa seção apresenta conceitos clássicos de GIC que serão utilizadas para fundamentar a gestão da informação proposta pelo conceito BIM.

Mcgee e Prusak (1994) consideram a informação como um ativo que necessita ser administrado, da mesma forma que outros ativos das organizações. Entretanto, apresentam como particularidades, quando comparada aos demais ativos, o potencial e o desafio que é administrar e gerenciar a informação. Na indústria de AEC este desafio apresenta-se como urgente, em função das demandas do mercado, da sinalização da importância do projeto simultâneo, mais aberto e dinâmico, e da falta de formação acadêmica dos profissionais para a gestão da informação e do conhecimento.

No trabalho com o projeto simultâneo, com o uso da tecnologia BIM, as pessoas (profissionais) trabalharão juntos, conectados virtualmente, mesmo que separados fisicamente, sobre um mesmo conteúdo, compartilhado em tempo real, necessitando, portanto, de uma gestão eficiente desses ativos.

A informação é um conhecimento, um saber, inscrito ou registrado sob a forma escrita (impressa ou digital), oral ou audiovisual, materializado em um suporte, segundo Le Coadic (2004). Esta definição reforça a interdependência cíclica entre informação e conhecimento. Se para efeito didático ou metodológico pode-se pensar da diferenciação entre os dois conceitos, torna-se necessário entender que são complementares, na medida em que a informação de apresenta como substrato material do conhecimento (SOUZA; DIAS; NASSIF, 2011).

O projeto simultâneo e a utilização da tecnologia BIM, de forma interdisciplinar e colaborativa, são fenômenos informacionais. Assim, a aplicação dos conceitos, estratégias e práticas da GIC, nos processos de aprendizagem em projetos de Edifícios, pode facilitar a compreensão do trabalho com o projeto simultâneo e, conseqüentemente, melhorar a eficiência e eficácia do processo de produção de Arquitetos e Engenheiros.

O desenvolvimento do projeto e conseqüentemente da construção de um determinado edifício inclui o conhecimento especializado de concepção, de projeto, de espaço, materiais, tecnologias empregadas, novas soluções entre outros aspectos. Portanto, está claro a existência dos processos de conhecer e a necessidade de uma gestão desses processos. Cada profissional deve fazer uma imagem mental, conhecimento, das decisões tomadas ou propostas pelos demais profissionais envolvidos, sejam elas decisões geométricas ou não, antes de projetar, propor ou tomar as decisões que lhe dizem respeito.

Segundo os pressupostos da GIC, é considerado como organização, no caso da indústria de AEC, todo o ambiente organizacional mobilizado para a produção do mesmo edifício,

reconhecendo que todo este aparato tem o objetivo comum de conceber, projetar, desenvolver, detalhar e executar a obra de um edifício. Fazem parte de uma mesma organização, para efeito da GIC, todas as empresas e profissionais envolvidos em uma mesma obra, independentemente do número de empresas e pessoas, envolvendo empresas de projetos e consultorias, construtoras e empreiteiras, além de órgão de fiscalização, públicos ou privados (PEREIRA JUNIOR; BARACHO, 2015). Assim, os princípios da GIC devem ser aplicados a toda organização pois o projeto simultâneo propõe a integração de todos os agentes, projetistas ou não. Como a tecnologia BIM apresenta-se como o suporte tecnológico, conclui-se que não só os projetistas, Arquitetos e Engenheiros, devem ter acesso, experiência e formação para seu uso dessa tecnologia, mas também os demais integrantes da organização. As fontes ou recursos de informação se originam em todas as decisões tomadas e publicitadas, via tecnologia BIM, por todos esses profissionais da organização.

A utilização da tecnologia BIM em projeto simultâneo pode interferir nas três arenas de uso da informação apresentadas por Choo (2003): criar significado, construir conhecimento e tomar decisões.

Para criar significado as organizações buscam dar sentido às mudanças do ambiente. O principal processo de informação é a interpretação de notícias e mensagens sobre este ambiente. Se para uma organização é entender o que acontece à sua volta, para os profissionais de projeto de edifícios significa entender o objeto que está sendo projetado e todo o ambiente em torno dele: físico, econômico, social e tecnológico. Neste processo de criar significado, o desenho sempre foi utilizado com fonte de informação. A representação técnica em projeções ortogonais, que sempre apresentaram os dados e formaram a informação passada de um profissional para outro, adquire outro papel no desenvolvimento de um projeto de edifícios com a utilização de software BIM. Apresenta-se como suporte no processo de modelagem de objetos paramétricos. Assim, a projeção ortogonal não é mais apenas um desenho a ser produzido como fim último da representação técnica do projeto, mas também um olhar sobre o objeto tridimensional virtual, não como desenho, mas como parte de um processo de modelagem cujo fim é a construção virtual do edifício.

O grande problema pode ser como decidir qual informação é relevante quais devem receber atenção. O problema da seleção de qual informação é relevante para cada profissional em determinado momento do trabalho é uma preocupação constante. Zhang e Issa (2013), por exemplo, buscaram a utilização de ontologia para auxiliar na extração de um modelo de informações da construção parcial do modelo original completo, preocupados com o aumento crescente do tamanho dos arquivos BIM e da quantidade de informações nele inseridas, fato que

pode trazer dificuldades para manipulação do modelo, considerando que em alguns momentos de uso apenas determinadas informações específicas são necessárias.

Para construir conhecimento as organizações vão criar, organizar e processar informação de modo a gerar novos conhecimentos por meio do aprendizado, permitindo criar um novo produto. O principal processo é a conversão do conhecimento. Os profissionais envolvidos na produção de um edifício, engenheiros, arquitetos e técnicos, em seus processos de conhecer, são produtores e ao mesmo tempo usuários da informação. Produtores porque tomam decisões, participam da elaboração do projeto e definem como será o edifício em determinados aspectos. E usuários porque se utilizam das informações disponibilizadas por outros profissionais acerca das decisões já tomadas sobre outros aspectos da construção.

A espiral do conhecimento, proposta por Nonaka e Takeuchi (2008), explicita a relação entre conhecimento e informação. Nela, o conhecimento externado ou exposto por um profissional aos demais pode ser transformado em informação. No processo de projeto sequencial, as decisões tomadas sobre o edifício por um profissional são externadas e apresentadas sob a forma de um desenho (papel) ou modelo (CAD). Essa informação, ao ser apreendida por outro profissional, através da leitura do desenho ou modelo, transforma-se em conhecimento, ou compreensão mental do edifício, da parte ou sistema já definido, a partir do qual outras decisões são tomadas, sobre outras partes ou sistemas, de forma sequencial. No processo sequencial de projeto em papel ou CAD, os profissionais, a informação e o conhecimento se relacionam de uma forma menos dinâmica do que se espera hoje. É preciso que um profissional esgote seu trabalho para que a informação siga seu caminho na espiral. Já no processo de projeto simultâneo, as decisões tomadas ou sugeridas são introduzidas no modelo de informação da construção (BIM). Essa informação, ao ser apreendida por outro profissional, através da leitura modelo de informação, sob a gerência do sistema BIM, transforma-se em conhecimento, ou compreensão mental do edifício, a partir do qual outras decisões são tomadas ou sugeridas, envolvendo simultaneamente todos os sistemas. Assim, espera-se atualmente que novas práticas organizacionais sejam adotadas, no sentido de permitir o trabalho integrado e simultâneo e colaborativo.

Na terceira arena, os profissionais de AEC buscam e avaliam informações para tomar decisões que lhe são de responsabilidade, ao mesmo tempo que podem colaborar com as demais decisões sobre a obra. A principal atividade é o processamento e a análise da informação a partir das alternativas disponíveis, cujas vantagens e desvantagens são pesadas.

Davenport e Prusak (2003) apresentam uma resposta para a pergunta como uma organização pode transferir conhecimento efetivamente. Para os autores a melhor e mais curta

resposta está em contratar pessoas perspicazes e deixá-las conversar entre si, considerando esta última como a mais difícil parte de ser colocada em prática. Ora, se o uso da tecnologia BIM apresenta uma interface de trabalho à distância, na qual os envolvidos podem trabalhar em locais diferentes não se está dificultando a conversa? Não, pelo simples fato de permitir que trabalhem de forma concomitante, ao mesmo tempo, e não linearmente e em tempo separado como nos processos tradicionais. A tecnologia BIM é o meio de representação de dados e informações compartilhadas em tempo real. A questão é como gerir a criação de conhecimento. Daí a colaboração como elemento chave neste processo.

5 COLABORAÇÃO NO PROJETO SIMULTÂNEO DE EDIFÍCIO COM BIM

Esta seção tem como objetivo apresentar os conceitos e pressupostos do trabalho colaborativo e relacioná-los ao uso do projeto simultâneo com suporte da tecnologia BIM, no contexto da produção de projetos de edifícios na Construção Civil. O artigo intitulado ‘*Collaborative Information Seeking*’ de Shah (2014), fornece uma visão geral como obra-chave de pesquisa a partir de uma variedade de domínios, incluindo a biblioteca e ciência da informação, CSCW, interação homem-computador e recuperação da informação. Foi publicado em edição especial do JASIST - *Journal of the Association for Information Science and Technology* - que apresenta obras de revisão sobre Avanços na Ciência da Informação e estudos mais relevantes nos últimos anos. O trabalho de Shah foi escolhido como texto de referência pois lista, sintetiza e organiza as questões fundamentais envolvidas no trabalho colaborativo, baseado em extensa revisão bibliográfica recente. A partir dele, essas questões serão aplicadas ao uso do projeto simultâneo de edifícios com a tecnologia BIM.

O trabalho colaborativo pode ser natural em algumas tarefas difíceis ou complexas, como coautores que trabalham na elaboração de um artigo científico ou a organização de uma viagem em família. Entretanto, a elaboração dos projetos de edifícios na construção civil apresenta tarefas que não são corriqueiramente reconhecidas como colaborativas, principalmente quando se considera disciplinas diferentes. A tradição na produção de edifícios é o trabalho sequencial e em separado para cada disciplina, muitas vezes em empresas ou escritórios de projetos diferentes. A especialização dos projetos é uma prática presente na maioria dos projetos, na qual um grupo de profissionais elabora o projeto de Arquitetura, outro grupo de profissionais elabora o projeto de estruturas em um momento seguinte e na sequência diversos grupos diferentes trabalham nos demais projetos necessários à edificação de forma separada física e temporalmente.

As atividades colaborativas normalmente têm um objetivo final que é mutuamente

benéfico para as partes envolvidas (SHAH, 2014). No trabalho colaborativo, os participantes são unidos intencionalmente com o objetivo de contribuir e se beneficiar. Também representa um processo que pressupõe a interação entre os envolvidos. Assim, os processos colaborativos devem ser intencionais, interativos e mutuamente benéficos (SHAH, 2014). Na produção de um edifício, o objetivo final é a construção do mesmo e sua disponibilização para uso. Entre os vários alcances da Arquitetura pode-se incluir o objetivo de projetar da melhor maneira possível, a partir de uma demanda inicial dos usuários e seus desejos, com a melhor qualidade, no menor tempo e com o menor custo possível. Neste contexto, todos os profissionais envolvidos nesta empreitada têm claramente um objetivo comum. Seguindo os princípios da GIC, como Organização entende-se todo o ambiente organizacional necessário à produção do edifício, considerando em uma única organização todo o aparato com um objetivo comum. Assim, também os profissionais de projeto, mesmo que alocados em empresas diferentes separadas por disciplina, fazem parte da mesma organização, pois o objetivo final é o mesmo. Os principais benefícios da utilização da plataforma BIM e do projeto simultâneo são a melhoria da qualidade final da obra, a diminuição do tempo de execução e diminuição do custo final da obra. Para Santos e Barison (2011) a utilização da tecnologia BIM é tida como estratégica para o crescimento sustentado da construção civil, pois melhora o planejamento; reduz erros, prazos e desperdícios no projeto; amplia a capacidade dos projetistas e otimiza o trabalho da mão de obra no canteiro, otimizando todos os recursos escassos diante da nova demanda observada. Conclui-se que estão justificados o trabalho colaborativo como estratégia para o projeto simultâneo e o uso da tecnologia BIM se a qualidade final da obra for melhorada, mesmo que os processos individuais, por disciplina, não sejam numa primeira análise melhorados ou facilitados.

Outra característica apontada por Shah (2014) é a intencionalidade da colaboração. Nos processos tradicionais de projeto não simultâneo pode-se identificar momentos nos quais a colaboração aparece, mas nem sempre com consciência e intenção. O uso pleno da tecnologia BIM e do projeto simultâneo só se realiza com o trabalho intencional e consciente em colaboração pelos profissionais das diversas disciplinas, sem o qual haverá uma subutilização da tecnologia e simplesmente uma substituição da tecnologia CAD. Por fim, a importância do trabalho interativo, dinâmico e simultâneo no uso da tecnologia BIM como pressuposto da Engenharia Simultânea.

Shah (2014) também alerta para a importância da consciência que a colaboração nem sempre é útil ou desejável. Para tarefas simples, pouco complexas, rotineiras e que podem ser executadas por uma única pessoa a colaboração não é necessária e pode até comprometer a

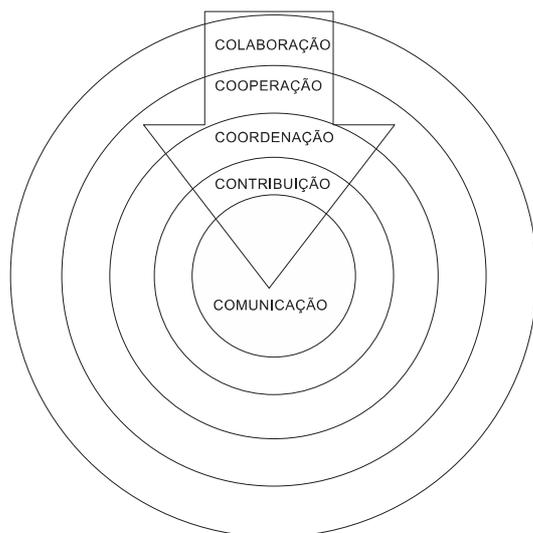
execução da tarefa. Entretanto, para a tecnologia BIM, mesmo considerando um objeto simples e um único profissional realizando todos os projetos das diversas disciplinas, os benefícios continuam sendo aplicados mesmo para o trabalho individual, pois a tecnologia BIM e a elaboração dos diversos projetos de forma simultânea mantêm a característica de auxiliar na compatibilização entre os sistemas e na visualização integrada.

London (1995, p.8) interpretou o significado de colaboração como "trabalhar em conjunto de forma sinérgica". Apenas trabalhar os diversos projetos em conjunto é condição necessária, mas não suficiente também para o projeto simultâneo. Os profissionais de projeto devem entender que, diante de uma tarefa muito complexa, como é a construção de um edifício, para poder atingir seu êxito no final, o todo é maior que a soma das partes. No processo de projeto sequencial tem-se somente a soma de partes e, portanto, não necessariamente um melhor resultado final. Aplicando a definição de London ao projeto de edifícios, o trabalho colaborativo proporciona uma sinergia entre os projetistas, resultando numa melhor qualidade final dos projetos como um todo.

Já Gray (1989, p.11) definiu colaboração como "um processo de tomada de decisão conjunta entre as principais partes interessadas de um domínio de problema sobre o futuro desse domínio". Aplicado ao projeto de edifícios, significa tomada de decisão conjunta entre os diferentes projetistas, construtores, incorporadores e clientes, as principais partes interessadas na construção de um edifício específico, o domínio de problema, sobre o seu futuro que é o edifício construído. Aqui tem-se a principal questão: a tomada de decisão. No processo sequencial de projeto, as decisões a respeito do futuro edifício a ser construído são tomadas de forma independente e separado por disciplina. Cada projetista é responsável por parte das decisões e, mesmo que hajam reuniões e diálogos, a responsabilidade é individual. Assim, a GIC adquire determinadas características, já sedimentadas e historicamente exercitadas com descrito anteriormente, em função do fluxo linear da informação. Entretanto, quando se pensa em trabalho colaborativo, significa tomada de decisão conjunta e corresponsabilidade na definição das partes e sistemas do edifício, trazendo a necessidade de novas práticas e procedimentos de GIC.

Também Shah (2014) apresentou um modelo de colaboração com cinco conjuntos nos quais a colaboração é o conjunto maior e abrange outros níveis inferiores: comunicação (troca de informações), contribuição, coordenação, cooperação e colaboração.

Figura 3 - Modelo de colaboração baseado em conjunto



Fonte: Shah, 2014. Adaptada pelos autores

A coordenação e a cooperação podem ser consideradas formas mais fracas de trabalhar em conjunto e todas essas atividades exigem alguma forma de compartilhamento de informações entre os envolvidos (DENNING; YAHOLKOVSKY, 2008).

A componente contribuição do modelo vem do fato de que, para que seja garantida uma colaboração efetiva, cada indivíduo do grupo deve fazer uma contribuição individual para a colaboração (TAYLOR-POWELL; ROSSING; GERAN, 1998). Assim, comunicação, colaboração, coordenação e cooperação são os passos essenciais para a colaboração, e a verdadeira colaboração requer uma forma mais justa de integração (SHAH, 2014).

Nesse modelo de colaboração baseado em conjuntos, um conjunto interior é essencial para, ou apoia, o conjunto exterior. Através das noções de conjuntos, esse modelo mostra qual atividade está apoiando a outra. Se a coordenação é um subconjunto de colaboração significa que para a existência da colaboração alguma forma de coordenação de pessoas e eventos é necessária. E se a colaboração é um super conjunto de cooperação precisa-se de mais que cooperação para a verdadeira colaboração. O modelo pode ajudar em estudos das várias situações em que as pessoas trabalham em conjunto. (SHAH, 2014).

O modelo apresenta-se como importante ferramenta para análise das tarefas conjuntas e do verdadeiro trabalho colaborativo. Permite classificar o agendamento de uma reunião entre profissionais de equipes de projeto diferentes como uma tarefa de coordenação em vez de tarefa colaborativa. Assim, observa-se que grande parte das tarefas realizadas no processo de projeto sequencial corresponde a tarefas de comunicação (troca de informações), contribuição, coordenação ou cooperação, mas não de colaboração, esta possível apenas, ou bastante facilitada, com a introdução da tecnologia BIM, e claramente baseada em técnicas de GIC.

London (1995) identificou as seguintes limitações de um processo colaborativo e aqui foram relacionadas ao projeto de edifícios:

1. Colaboração é um processo notoriamente moroso - não é adequado para problemas que exigem ação rápida e decisiva. De fato, o processo de projeto de edifícios não é uma atividade rápida e pressupõe tempo para planejamento. A colaboração pode trazer mais morosidade ao processo de projeto, quando se avalia uma disciplina individualmente, aumentando em um sentido o gasto com o tempo destinado a um determinado projeto específico. Contudo, como o que se propõe é a substituição da característica sequencial, na qual se tem que aguardar o término de um projeto para iniciar a confecção do outro, pela elaboração simultânea dos projetos, o que pode trazer um ganho final de tempo para elaboração de todos os projetos.

2. Desigualdades de poder entre as partes podem inviabilizar o processo. Este é um cuidado que se deve tomar. Na elaboração sequencial de projetos, o segundo a ser elaborado se subordina ao primeiro, e assim consecutivamente. Portanto, a princípio existe tradicionalmente uma relação de poder na tomada de decisão em função do tempo e da ordem. A proposta de projeto simultâneo tem como princípio a tomada de decisão conjunta e, portanto, significa também uma mudança de paradigma nas relações de poder sobre o objeto a ser construído. No projeto sequencial percebe-se o domínio e um maior poder de decisão da arquitetura sobre as demais disciplinas na medida em que é o primeiro projeto a ser elaborado, e definidor dos primeiros parâmetros formais a serem seguidos pelos outros, e também porque a última etapa de compatibilização dos projetos também é feita pela arquitetura. No projeto simultâneo este domínio tende a ser minimizado. Torna-se necessário o uso de novas práticas de GIC contemplem também o desafio de diminuir as desigualdades de poder.

3. Normas de consenso e decisão conjunta tomada por vezes exigem que o bem comum deve prevalecer sobre os interesses individuais. Novamente verifica-se a necessidade da adoção de práticas de GIC que proponham, controlem e gerenciem normas de conduta na busca de decisões tomadas de forma conjunta pelos profissionais de diferentes disciplinas, explicitando sempre a prevalência do objetivo comum.

4. Colaboração funciona melhor em pequenos grupos e, muitas vezes decompõe em grupos que são muito grandes. No projeto de edifícios o tamanho do grupo vai variar de acordo com a complexidade da obra. Também neste campo destaca-se a maior importância das práticas de GIC quanto maior for tamanho do grupo.

5. Colaboração não tem sentido sem o poder de executar as decisões finais. No projeto de edifícios este acordo deve ficar claro desde o início dos trabalhos.

Gray (1989) listou cinco circunstâncias em que é melhor não colaborar:

- quando um partido tem o poder incontestado para influenciar o resultado final,
- quando o conflito está enraizado em diferenças ideológicas profundas,
- quando o poder é desigualmente distribuído,
- quando as questões constitucionais estão envolvidas ou precedentes legais são procurados,
- quando um organizador legítimo não pode ser encontrado.

Em qualquer uma dessas circunstâncias listadas por Gray, se não houver uma intenção e um esforço para vencer estas desigualdades, principalmente vinculadas à cultura e a herança histórica da organização e da indústria da construção civil, é melhor evitar o trabalho colaborativo e continuar com os processos tradicionais de projeto. A intencionalidade e a vontade de buscar uma melhor qualidade no produto final via projeto simultâneo é condição inicial. Principalmente os profissionais da arquitetura devem ter a consciência da mudança de sua posição privilegiada frente aos demais projetistas e desenvolver novas habilidades de GIC numa troca de função: de poder definidor inicial para organizador legítimo dos trabalhos em colaboração.

Também é possível fazer uma correlação entre as características para um ambiente favorável que precisa ser criado para uma colaboração bem-sucedida e a tecnologia BIM:

1. Os participantes de uma equipe vêm com diferentes origens e especialização. Esta característica já faz parte naturalmente do perfil dos profissionais de projeto de edifícios. Apesar da formação na graduação abranger basicamente os cursos de Arquitetura e Urbanismo e as diversas Engenharias, as especializações são bastante diversas.

2. Os participantes têm a oportunidade de explorar informações por conta própria, sem ser influenciado pelos outros, pelo menos durante uma parte de todo o processo de busca de informação.

3. Os participantes devem ser capazes de avaliar as informações descobertas sem sempre consultar os outros no grupo.

4. Tem de haver uma maneira de agregar contribuições individuais para chegar ao objetivo coletivo.

Estas quatro características listadas estão presentes na tecnologia BIM e as ferramentas disponíveis não só permitem, mas também gerenciam as contribuições individuais de cada profissional.

Pode-se identificar quatro aspectos importantes no trabalho colaborativo (SHAH, 2014) e relacioná-los ao uso da tecnologia BIM:

1. Objetivo comum e / ou benefícios mútuos. A importância da consciência que é o objetivo comum e a possibilidade de benefícios mútuos que reúne os profissionais para colaboração, e na construção civil a obra construída, materializada e bem-feita é o objetivo e o benefício comum. Para Shah isto não é uma função de um sistema. Um sistema pode fornecer suporte para as pessoas colaborarem e usufruírem dos benefícios, mas não iniciar ou forçar a colaboração. Assim acontece com a tecnologia BIM. Somente as ferramentas oferecidas pelo sistema não garante o trabalho colaborativo.

2. Tarefa complexa. Neste caso pode-se considerar a elaboração de projetos de edifícios e a construção de uma obra naturalmente uma tarefa complexa, envolvendo uma série de conhecimentos e habilidades necessárias e uma diversidade de decisões a serem tomadas. Assim, parece não haver dúvidas que os princípios e benefícios da colaboração vêm ao encontro daqueles da construção civil.

3. Alta relação benefícios-gastos. Muito tem-se falado do alto custo para a implementação dos sistemas BIM e da mudança necessária na metodologia de trabalho para Arquitetos e Engenheiros para o trabalho colaborativo. Verifica-se uma deficiência nas pesquisas para medir a relação entre os benefícios colhidos e este custo de implementação. Entretanto, se forem incluídos a melhoria da qualidade da obra e a diminuição do retrabalho em função dos problemas de compatibilidade de projetos, parece clara a balança positiva para a tecnologia BIM, mesmo que individualmente para o profissional o ônus da implementação seja grande. Novamente o interesse coletivo e final da obra parece ter que prevalecer.

4. Conhecimento insuficiente ou habilidades. Esta é a razão óbvia para colaborar em construção civil: o conhecimento ou habilidade impossível de ser apresentada por um único profissional para resolver um problema complexo. Em tais casos, os participantes buscam colaborar para que eles possam alcançar algo maior ou melhor do que o que cada um poderia fazer individualmente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo discute as práticas informacionais, as práticas de GIC e as características do trabalho colaborativo que podem auxiliar os profissionais na indústria de Arquitetura Engenharia e Construção (AEC), incluindo os processos de geração, disseminação e uso da informação necessária para confecção dos projetos e obras de edifícios, com suporte da tecnologia BIM. Os programas BIM atuam como um componente ativo para a colaboração e auxiliam os colaboradores para obter melhorias em todo o processo construtivo com a informação e o conhecimento.

O trabalho colaborativo entre profissionais de diferentes disciplinas envolvidos no projeto e construção de um edifício, fomentado pela proposta da engenharia simultânea, facilitado com a utilização da tecnologia BIM, possibilita a aproximação entre clientes, incorporadores, usuários, engenheiros, arquitetos e todos os envolvidos em uma mesma organização, bem como traz profundas mudanças no fluxo da informação utilizada para atingir o mesmo fim que é a realização da construção. Para isso são necessárias a consciência e formalização de novas práticas de GIC na indústria de AEC. Essas práticas de GIC abrangem tanto a geração quanto a disseminação e o uso da informação em todas as fases de projeto e de obra. Ações de GIC são necessárias no trabalho com o conhecimento explícito, seja registrado em uma representação gráfica técnica em papel ou digital, ou mesmo registrado como propriedades explicitadas nos objetos em um modelo único tridimensional BIM, e no trabalho com o conhecimento tácito sociabilizado na produção colaborativa realizada durante o projeto simultâneo do edifício.

Um aspecto importante discutido por Santos e Barison (2011) é que, para uma organização se beneficiar plenamente da tecnologia BIM, é necessário que disponha de profissionais, especialmente aqueles de nível superior, Engenheiros e Arquitetos, devidamente formados sobre os novos conceitos e tecnologias para o trabalho colaborativo e para GIC. Destaca-se, portanto, o papel da Universidade e dos cursos de Engenharia e Arquitetura na formação de profissionais devidamente preparados para o trabalho com os novos paradigmas que o BIM pressupõe: a colaboração e a gestão da informação e do conhecimento. A experiência profissional adquirida no próprio mercado pode ser de grande valia, mas considerando que ainda são poucos os escritórios e construtoras que adotaram o BIM como ferramenta cotidiana em sua plenitude, excluindo-se aqueles que subutilizam a tecnologia, a formação escolar torna-se fundamental. A questão da escola e da formação profissional apresenta-se, portanto, como assunto emergente para trabalhos futuros.

Importante observar que as manifestações do trabalho colaborativo se baseiam não apenas na tecnologia, mas também nas dimensões sociais do comportamento humano diante do mundo informacional. Assim, mais do que uma questão tecnológica ou estratégica, a colaboração apresenta-se como um problema de cultura organizacional e mudança na metodologia de trabalho.

Estamos diante de um momento importante na história da humanidade, no qual os novos ambientes informacionais digitais ganham aspectos e características de interação, de colaboração e de compartilhamento de informações entre seus usuários, criando um ambiente mais dinâmico e gerando um novo perfil de usuário.

Pode-se concluir a importância da utilização de conceitos e técnicas de gestão da informação e do conhecimento para aprimorar o gerenciamento da informação proposta pelo conceito BIM, utilizando informação de forma textual e de forma gráfica, além da colaboração proposta pela concepção de projeto simultâneo para otimizar todo o processo construtivo de edificações.

REFERÊNCIAS

CHOO, C. W. **A organização do conhecimento**: Como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. São Paulo: Senac, 2003.

COSTA, L. Ensino do desenho, 1940. In: COSTA, Maria Elisa. **Com a palavra, Lucio Costa** – Seleção de textos. Rio de Janeiro: Aeroplano Editora, 1999.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial**: como as organizações gerenciam seu capital intelectual. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

DENNING, P.J.; YAHOLKOVSKY, P. Getting to “we.” **Communications of the ACM**, v. 51, n.4, p. 19–24, 2008.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook**: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S. B. Projeto Simultâneo e a Qualidade na Construção de Edifícios. In. SEMINÁRIO INTERNACIONAL: ARQUITETURA E URBANISMO: TECNOLOGIAS PARA O SÉCULO XXI. 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAU-USP, 1998.

FABRÍCIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. Estudo do fluxo de projetos: cooperação seqüencial x colaboração simultânea. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1999, Recife. **Anais...** Recife: 1999.

FABRÍCIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. 2002. 350p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2002.

GRAY, B. **Collaborating**: Finding common ground for multiparty problems. San Francisco: Jossey-Bass, 1989.

LE COADIC, Y. **A Ciência da Informação**. 2. ed. Brasília: Briquet de Lemos/Livros, 2004.

LEE, G. et al. Specifying parametric building project behavior (BOB) for a building information modeling system. **Automation in Construction**, n. 15, p.758-776, 2006. Disponível em <<http://www.elsevier.com/locate/autcon>>. Acesso em: 20 mai. 2009.

LONDON, S. **Collaboration and community**. 1995. Disponível em: <<http://www.scottlondon.com/reports/collaboration.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2016

MACGEE, J. V.; PRUSAK, L. **Gerenciamento Estratégico da Informação**. 16.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1994.

MELHADO, S. B. O processo de projeto no contexto da busca de competitividade. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL - GESTÃO E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1997.

NONAKA, T; TAKEUCHI, H. **Gestão do conhecimento**; tradução Ana Thorell. Porto Alegre: Bookman, 2008.

PEREIRA JUNIOR, M. L. **A modelagem tridimensional informatizada**: um instrumento de ensino de projeções ortogonais em arquitetura. Florianópolis, 2001. 121p. Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

PEREIRA JUNIOR, M. L.; BARACHO, R.M.A. Relações entre a gestão da informação e do conhecimento e uso de sistema BIM por arquitetos e engenheiros. In: 4º SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO ARQUITETURA E DOCUMENTAÇÃO. 2015, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2015.

ROBERTS, N.C.; BRADLEY, R.T. Stakeholder collaboration and innovation: A study of public policy initiation at the state level. **Journal of Applied Behavioral Science**, v. 27, n.2, p. 209-227, 1991.

SANTOS, E. T.; BARISON, M. B. BIM e as universidades. **Revista Construção e Mercado**, v.115, 2011. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/115/artigo282479-1.aspx>>. Acesso em: 07 dez. 2015.

SHAH, C. Collaborative Information Seeking. **Journal of the Association for Information Science and Technology**. v.65, n.2, p. 215–236, 2014.

SOUZA, E. D. de; DIAS, E. J. W.; NASSIF, M. E. A gestão da informação e do conhecimento na Ciência da Informação: perspectivas teóricas e práticas organizacionais. **Informação & Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v.21, n.1, p. 55-70, 2011.

TAYLOR-POWELL, E.; ROSSING, B.; GERAN, J. **Evaluating collaboratives**: Reaching the potential (Tech. Rep.). Madison, WI: University of Wisconsin-Extension. 1998.

ZHANG, L.; ISSA, R. R. A. Ontology-based partial building information model extraction. (Author abstract). **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 27, n. 6, p. 576, 2013.