

BIM3C

Um modelo para projeto colaborativo em bim

BIM3C
A model for collaborative project in bim

Roberto Cavalleiro de Macedo Alves¹
e Alice Theresinha Cybis Pereira²

Resumo

O avanço da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) nas mais variadas áreas do conhecimento, fez surgir no campo da arquitetura, engenharia e construção (AEC), o BIM (*Building Information Modeling*), ou, Modelagem da Informação da Construção. O processo BIM de projeto tem como premissa a colaboração contínua de todas as disciplinas no desenvolvimento do projeto. Nos sistemas colaborativos a infraestrutura que dá suporte à colaboração é realizada através da interação entre atividades de comunicação, coordenação e cooperação (Modelo de Colaboração 3C). Este artigo tem por objetivo apresentar o modelo BIM3C que busca orientar o fluxo colaborativo em processos BIM de projeto. Através de entrevistas com profissionais de AEC que utilizam BIM e a correlação destes resultados com a teoria do projeto colaborativo foi possível o desenvolvimento de um modelo específico para colaboração em BIM que abrange as 3 camadas que permeiam a sua implantação: pessoas, processos e tecnologias.

Palavras-chave: BIM, projeto colaborativo, colaboração.

Abstract

The advancement of Information and Communication Technology (ICT) in the most varied areas of knowledge, has made emerge in the field of architecture, engineering and construction (AEC), BIM (Building Information Modeling). The BIM design process is based on the continuous collaboration of all disciplines in the development of the project. In collaborative systems, the infrastructure that supports collaboration is carried out through the interaction between communication, coordination and cooperation activities (3C Collaboration Model). This article aims to present the BIM3C model that seeks to guide the collaborative flow in BIM design processes. Through interviews with AEC professionals who use BIM and the correlation of these results with the collaborative design theory, it was possible to develop a specific model for collaboration in BIM that covers the 3 layers that permeate its implementation: people, processes and technologies.

Keywords: BIM, collaborative project, collaboration.

Introdução

A tecnologia gera ambientes que dão suporte às diferentes formas de relacionamento humano e, por conseguinte, revoluciona o modo de se trabalhar na sociedade conectada (FUKS *et al.*, 2002a, 2002b). Na era da informação é praticamente impossível que um indivíduo consiga concluir uma tarefa sem o auxílio de outra pessoa (WANG, 2009).

Diante de uma realidade em que o trabalho em grupo e a constante atualização pessoal e profissional estão entre as principais características elencadas para os profissionais e que a computação se juntou aos processos organizacionais, a importância dos sistemas colaborativos torna-se evidente, pois eles provêm o suporte tecnológico adequado a estas necessidades (LEITE, 2012).

A expressão *Sistemas Colaborativos* é utilizada no Brasil como tradução para o termo CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*) (COSTA; PIMENTEL, 2012), que possui sua tradução literal como trabalho cooperativo apoiado por computadores, tem como função segundo Martins (2012) dar suporte às organizações através de ferramentas que auxiliam o trabalho em grupo, estando os atores no mesmo espaço e tempo ou não.

O suporte computacional para colaboração pode ser realizado através da interação entre ferramentas de comunicação, coordenação e cooperação. A comunicação está relacionada à troca de mensagens e informações entre as pessoas; a coordenação está relacionada com a gestão de pessoas, suas atividades e recursos; e cooperação é a produção que ocorre em um espaço de trabalho compartilhado. Este modelo, trabalhado por Fuks *et al.* (2008), é denominado de Modelo de Colaboração 3C.

Existe uma divergência terminológica entre os termos colaboração e cooperação, mas este artigo concorda com Dillenbourg *et al.* (1996, p. 190) onde cooperação “se realiza pela divisão do trabalho entre os participantes, como uma atividade em que cada pessoa é responsável por uma parte da resolução do problema” e a colaboração se refere ao “engajamento mútuo dos participantes em um esforço coordenado para resolver o problema juntos”.

O grande avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) nas mais variadas áreas do conhecimento humano, fez surgir no campo da arquitetura, engenharia e construção (AEC), o BIM (*Building Information Modeling*), ou, a Modelagem da Informação da Construção, um novo processo de projeto, no qual segundo Eastman *et al.* (2014) um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Os autores relatam ainda que a mudança mais significativa quando da implementação da tecnologia BIM é justamente o uso de um modelo de construção compartilhado pautado em um processo de trabalho colaborativo.

Diante do exposto e pautado na constante colaboração requisitada pelo processo de projeto em BIM é relevante se fazer uma análise do projeto colaborativo em BIM sob o olhar do modelo de colaboração 3C. A partir desta análise pode-se elaborar um modelo que busca orientar o fluxo colaborativo em processos BIM de projeto. O objetivo deste artigo é demonstrar a elaboração deste modelo denominado BIM3C.

Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento do modelo de colaboração BIM3C, optou-se pela realização de uma pesquisa exploratória, composta de revisão teórica e entrevistas, dentro da

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura de Urbanismo (Pós-Arq) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) / Professor no Instituto Federal do Pará (IFPA)

² PhD em Arquitetura pela Universidade de Sheffield/UK e Professora no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura de Urbanismo (Pós-Arq) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

abordagem da Pesquisa Baseada em Design (MULBERT, 2014)

No âmbito desta pesquisa o tema central BIM foi introduzido de forma gradativa através de uma disciplina no Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismos da Universidade Federal de Santa Catarina, intitulada *Tópicos Especiais em Objetos de Ensino e Aprendizagem para Introdução do BIM no Ensino de Projeto Arquitetônico* e posteriormente a realização do curso de *Coordenação e Compatibilização de Projeto em BIM* no TiLab, centro de treinamento vinculado a editora ProBooks, especializada em tecnologia da computação aplicada à Arquitetura, Engenharia, *Design* e Construção Civil, em São Paulo/SP com aproximadamente 20 anos de experiência.

A leitura de teses, dissertações, artigos e livros sugeridos ao longo deste processo acrescido de novas indicações, onde vale destacar, além das leituras sobre BIM, Fuks (2002a) que introduz o modelo de colaboração 3C (Comunicação + Coordenação + Cooperação) oriundo dos sistemas colaborativos, dentre outros, embasaram a formulação desta pesquisa. Para o desenvolvimento do BIM3C, pautado pelo modelo sugerido por Fuks (2002a), fez-se necessário uma ação mais estruturada, para dar o suporte prático a investigação, a qual constou de consulta a profissionais de arquitetura, engenharia e construção (AEC) através de entrevistas.

Um formulário semiestruturado composto por questões que delineavam além da caracterização do perfil do escritório/entrevistado outros cinco tópicos, relevantes ao modelo de colaboração 3C (comunicação, coordenação, cooperação, percepção e conflitos), referentes ao processo de projeto colaborativo em BIM foi o instrumento de coleta de dados que conduziu o fluxo das entrevistas. As mesmas, foram realizadas de forma presencial ou através de vídeo conferência e gravadas.

A análise do conteúdo dos dados coletados se deu conforme Bardin (2011) baseados em três fases. (1) Pré-análise: O conteúdo das entrevistas foi transcrito primeiramente na íntegra e posteriormente retirados pequenas interjeições que poluíam o texto; (2) Exploração do material: Cada texto foi setorizado em seis partes que são o perfil do escritório/entrevistado e os outros cinco tópicos citados no parágrafo anterior; (3) Tratamento dos resultados: Cada trecho setorizado foi relacionado com o conteúdo do curso de coordenação e compatibilização de projeto em BIM e o referencial teórico sobre o BIM, permitindo dessa forma descrever o fluxo de trabalho referente ao processo de projeto colaborativo em BIM.

A análise final que resultou na elaboração do Modelo de Colaboração BIM3C foi realizada mediante a correlação entre o referencial teórico do modelo original de Fuks, de BIM e das entrevistas. Não faz parte do escopo deste artigo o relato dos ciclos de aplicação de modelo.

Referencial Teórico

Este tópico apresenta o referencial teórico sobre o Modelo de Colaboração 3C e Projeto Colaborativo em BIM, assim como os principais tópicos estudados no Curso de Coordenação e Compatibilização de Projetos em BIM e o relatório sobre o levantamento de dados realizados nas entrevistas com os escritórios de projeto apresentando o fluxo de trabalho referente ao processo de projeto colaborativo em BIM. Estes materiais deram suporte para o desenvolvimento do Modelo de Colaboração BIM3C.

O Modelo de Colaboração 3C

O conceito é amplamente tratado por Fuks *et. al.*, (2002a, 2002b, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2011).

Fuks *et. al.* (2002a) relatam que a criação de espaços de compartilhamento e troca de informação propicia o trabalho colaborativo distribuído e descentralizado. O modelo de colaboração 3C, é baseado na ideia de que para colaborar, um grupo tem que exercer três atividades principais: comunicar, coordenar e cooperar (FUKS *et. al.*, 2004).

A comunicação envolve a troca de mensagens e a negociação de compromissos. Através da coordenação, as pessoas, as atividades e os recursos são gerenciados para lidar com conflitos e evitar a perda dos esforços de comunicação e de cooperação. A cooperação é a produção conjunta dos membros do grupo em um espaço compartilhado, gerando e manipulando objetos de cooperação na realização das tarefas (FUKS *et. al.*, 2005). As tarefas originam-se dos compromissos negociados durante a comunicação, são gerenciadas pela coordenação e são realizadas durante a cooperação. Através de mecanismos de percepção o indivíduo obtém *feedback* de suas ações e *feedthrough* das ações de seus colegas (GEROSA, 2006). A necessidade de renegociar e de tomar decisões sobre situações inesperadas que aparecem durante a cooperação pode exigir uma nova rodada de comunicação, que exigirá coordenação para reorganizar as tarefas a serem executadas durante a cooperação (FUKS *et. al.*, 2008). O diagrama do modelo original de Colaboração 3C de Fuks é apresentado na Figura 01.

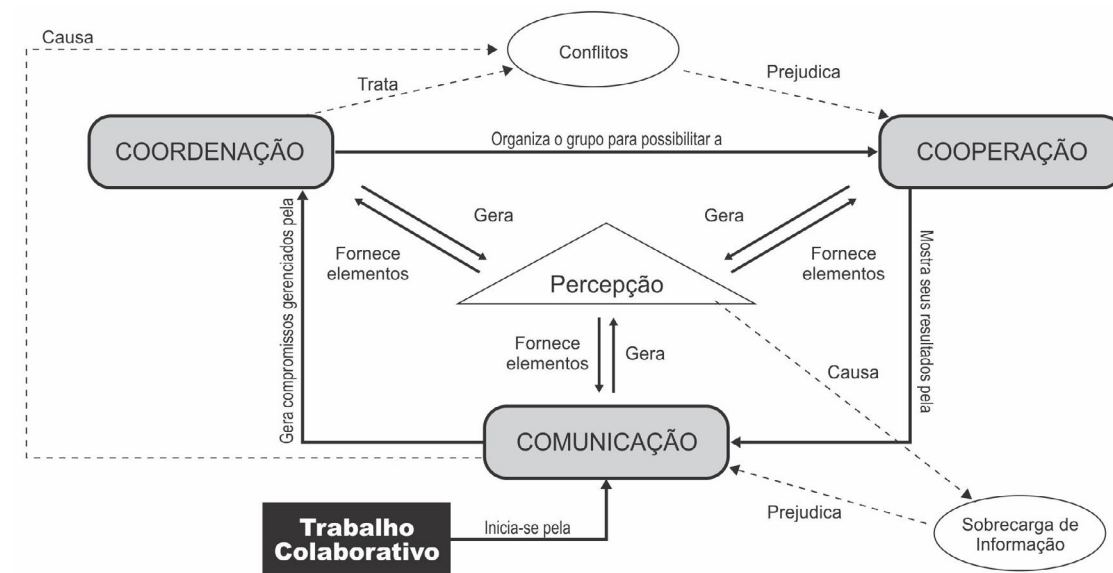


Figura 01: Modelo de Colaboração 3C. Fonte: Fuks (2002a).

O modelo de colaboração 3C coloca como ponto central a percepção, pois para evitar o isolamento do indivíduo durante o trabalho colaborativo é necessário que cada membro do grupo possa perceber como está a evolução do trabalho dos seus pares (MACHADO, 2016)

Projeto Colaborativo em BIM

Ferrari (2020) em sua dissertação relata que o Brasil vem fazendo um trabalho significativo, não apenas na academia, mas também no mercado, em direção à implementação do BIM nos escritórios e órgãos nacionais. A autora cita e faz

breves comentários sobre 3 coletâneas produzidas no Brasil que possuem conteúdo relevante sobre BIM, e estas foram amplamente utilizadas para produzir esse referencial teórico, que são: (1) Guia ASBEA – Boas Práticas em BIM, fascículos 1 (2013) e fascículo 2 (2015); (2) Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras da CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) com 5 volumes de 2016; (3) Coletânea Guias BIM – ABDI – MDIC (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial) de 2017.

O BIM é uma abordagem de TI que envolve a aplicação e manutenção de um modelo digital integrado de todas as informações de construção nas diferentes fases do ciclo de vida da edificação na forma de um repositório de dados, incluindo tanto informações geométricas como não geométricas (GU; LONDON, 2010).

Eastman *et. al.* (2014) relatam que a mudança mais significativa quando da implementação do BIM é justamente o uso de modelo de construção compartilhado pautado em um processo de trabalho colaborativo.

O processo BIM tem como premissa a colaboração contínua e concomitante de todas as disciplinas no desenvolvimento do projeto (Guia ASBEA v2, 2015). Segundo Eastman *et. al.* (2014), nenhuma aplicação pode suportar sozinha as tarefas associadas ao projeto e a produção de uma construção. É preciso estabelecer ações para que os processos sejam realizados harmonicamente e sem interrupções. Para isso é necessário definir limites de atuação, regras e responsabilidades, além de planejar, testar e especificar soluções que garantam a interoperabilidade entre diferentes tecnologias, que, muito provavelmente, serão escolhidas e utilizadas pelos diferentes participantes (Guia CBIC – v3, 2016).

De uma maneira mais geral, de acordo com o *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), interoperabilidade é a capacidade que dois ou mais sistemas ou componentes possuem de trocar informações e utilizá-las (Guia CBIC – v3, 2016). O *Industry Foundation Classes* (IFC) é o principal instrumento pelo qual é possível estabelecer a interoperabilidade dos aplicativos de *software* de AEC (ANDRADE; RUSCHEL, 2009). O uso do IFC possibilitou o *Open BIM*, que segundo o site da *Building SMART* é uma abordagem universal para o projeto colaborativo, a realização e a operação de edifícios com base em padrões abertos e fluxos de trabalho. Os projetistas sempre utilizarão algum *software* proprietário, mas podem e devem exportar para IFC (Guia BIM ABDI – MDIC – v4, 2017).

Para Tavares Jr. (2014) a colaboração entre as disciplinas e profissionais é um ponto chave para o sucesso de um projeto baseado em BIM, deve-se entender o modelo como um todo e não mais como desenhos isolados, as informações devem ser compartilhadas constantemente. Uma boa prática é estabelecer o que se chama de “modelo federado” ou “modelo compartilhado” (Guia CBIC - v1, 2016), constituído pela integração dos diferentes modelos de cada disciplina (modelos autorais), sob responsabilidade da coordenação do projeto (Guia BIM ABDI – MDIC – v4, 2017).

Alguns aspectos especificamente relacionados à colaboração BIM podem se tornar mais concretos, tais como: (a) Regras para viabilizar o trabalho colaborativo em BIM; (b) Diretrizes de modelagem; (c) Codificação e padronização; (d) Interoperabilidade e o *Industry Foundation Classes* (IFC); (e) Comunicação via *BIM Collaboration Format* (BCF); (f) *Templates*; (g) Formatos de arquivos; (h) *Softwares* BIM (Guia CBIC – v3, 2016).

Segundo o Guia da ASBEA v2 (2015), a chave desse processo, é o seu planejamento, que envolve a participação de todas as disciplinas e cujo resultado é expresso no que

chamamos de Plano de Execução BIM, BEP (*BIM Execution Plan*), que tem como objetivo garantir que todos os participantes estejam cientes das responsabilidades e oportunidades associadas à incorporação do BIM no projeto. Esse plano deve definir com clareza papéis de todos os envolvidos no processo, garantir que todas as equipes de projeto trabalhem com plataformas compatíveis e que todos os dados disponibilizados estejam em conformidade com as necessidades das equipes (Guia da ASBEA v2, 2015).

Para Ferrari (2020) o Plano de Implementação do BIM, BIP (*BIM Implementation Plan*), que apresenta as diretrizes necessária para a empresa trabalhar em BIM, já deve estabelecer critérios que garantam processos colaborativos, assim como treinamento e conscientização de trabalhos em colaboração para a equipe.

Quanto ao armazenamento dos dados disponibilizados é relevante ressaltar a necessidade de um Ambiente Comum de Dados ou do inglês *Common Data Environment* (CDE), que representa basicamente um espaço central para coletar, gerenciar, avaliar e compartilhar informações. Todos os participantes do projeto recuperam os dados do CDE e, por sua vez, armazenam seus dados ali.

Os *softwares* BIM permitem a checagem de interferências entre os objetos que compõem um modelo. Esta funcionalidade é conhecida como *Clash Detection* (Guia CBIC - v1, 2016). A verificação de interferências deve ocorrer continuamente entre as disciplinas (Guia ASBEA v2, 2015) e os relatórios das interferências localizadas em um modelo BIM em desenvolvimento podem ser extraídos e compartilhados com as equipes responsáveis por cada uma das diferentes disciplinas, podendo essas interferências serem classificadas como: leves, moderadas ou críticas (Guia CBIC - v1, 2016).

O processo BIM de projeto disponibiliza o serviço de BCF (*BIM Collaboration Format*), para que durante o desenvolvimento de projetos, ao ser identificada uma interferência, através do uso do recurso chamado *Clash Detection*, possa gravar um arquivo que registra o ângulo de visualização da parte do modelo em que a interferência foi identificada (a vista do modelo, exibida na tela do computador), possibilitando ao usuário acrescentar suas notas, seus comentários e suas recomendações aos demais participantes da equipe de desenvolvimento do projeto (Guia CBIC – v3, 2016).

Com a adoção do BIM pelo setor de AEC surge no mercado novos perfis de profissionais, os especialistas BIM. Barison (2015) tem um capítulo inteiro de sua tese dedicado a apresentar os mais variados tipos de especialistas BIM. O mais tradicional é o Modelador BIM, responsável pela criação da geometria de modelos BIM e trabalha em equipes para o desenvolvimento de diferentes partes do modelo e nas mais variadas disciplinas que compõem o projeto. A nível de gestão tem-se a figura do Gerente BIM, onde sua função mais importante é orientar a equipe na tomada de decisões na implementação e/ou manutenção de processos BIM, dependendo do tamanho da empresa este profissional pode receber a denominação de coordenador BIM. Quando a orientação para a implantação é realizada por um membro externo a equipe, este profissional recebe a denominação de Consultor BIM. As análises e simulações realizadas em modelos BIM ficam a cargo do Analista BIM. Esses são alguns especialistas BIM que estão ligadas ao projeto colaborativo.

Existem ferramentas específicas no mercado para a análise e compatibilização de projetos. O Guia ASBEA v2 (2015) cita dentre elas, o Autodesk Navisworks Manage, o Solibri Model Checker e o Tekla BIMsight. Aqui vale ressaltar também o Trimble Connect For Desktop que segundo o site do próprio Tekla BIMsight (tekla.com/tekla-

bimsight/) possui a maioria de suas funcionalidades e muito mais, sendo uma evolução do mesmo. Independentemente da ferramenta utilizada, é importante lembrar que o trabalho de análise e compatibilização de projeto é extremamente técnico e não deve ser deixado a cargo de profissionais sem a experiência apropriada.

Segundo Oraee *et. al.* (2017) vários estudiosos destacaram a necessidade de adaptar o ambiente do projeto e mudar as práticas comuns para promover a colaboração entre os membros de uma equipe de projeto em BIM. Preocupados com essa temática, os autores realizaram uma Revisão Sistemática da Literatura com a finalidade de identificar estrutura de trabalho que possibilitam o projeto colaborativo em BIM. O estudo protocolou e fez análise bibliométrica inicial em mais de mil documentos, posteriormente foi realizada uma análise qualitativa mais cuidadosa em 62 artigos que foram selecionados. Os resultados demonstraram que as estruturas de trabalho para projetos colaborativos em BIM desenvolvidas focavam predominantemente os aspectos tecnológico da colaboração em detrimento a outros.

Porém segundo o Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017), a efetiva implantação do BIM se baseia em três dimensões fundamentais: 1) tecnologia, relacionado a infraestrutura computacional necessária para a operação; 2) pessoas, que envolve a experiência, a capacidade de trabalhar em equipe e principalmente a flexibilidade para se manter atualizado frente aos avanços da tecnologia; 3) processos, relacionados ao novo fluxo de trabalho, o nível de detalhe em cada fase e a especificação do uso do modelo em todo o ciclo de vida da edificação. Essas dimensões devem estar concatenadas entre si por procedimentos, normas e boas práticas (Guia BIM ABDI – MDIC – v1, 2017).

Curso de Coordenação e Compatibilização de Projetos em BIM

O curso Coordenação e Compatibilização de Projetos em BIM possibilitou a realização de simulações do processo de trabalho multidisciplinar e colaborativo em BIM através da utilização de ferramentas de projeto e colaboração BIM, permitindo perceber como se dá o fluxo de trabalho em BIM e como isso altera os processos de coordenação e compatibilização dos projetos. Durante o curso foram abordados temas como: a) O estabelecimento de Ambiente Comum de Dados através da utilização de armazenamento na nuvem com o Google Drive; b) A introdução do conceito de IFC como padrão de compartilhamento de arquivo e sua relação com trabalho colaborativo em BIM; c) A utilização de ferramenta/software/ambiente/plataformas de coordenação em BIM, tais como Tekla BIMSight, Trimble Connect, entre outros; d) A definição dos Níveis de Desenvolvimento (LOD) dos modelos, ciclos de entrega e revisões do modelo, e como conferir a execução dos trabalhos; e) O desenvolvimento do modelo federado e a checagem de conflitos (*Clash Detection*); f) A definição do BCF como padrão de comunicação e a sua gestão para o desenvolvimento de atas, relatórios de desempenho e métricas. Deste modo percebe-se que o curso também abordou com ênfase os aspectos tecnológicos ligados a colaboração.

Entrevistas

A partir de uma listagem cedida pelo LaBIM, Laboratório de BIM da Secretaria de Planejamento do Governo do Estado de Santa Catarina, originada no 2º Seminário BIM - Regional Sul, e de outras indicações, foram enviados 72 *e-mails* para profissionais das áreas de AEC que utilizam o BIM, os quais constavam de uma apresentação pessoal e um breve relato sobre a pesquisa que se iniciava. Em anexo foi enviado um questionário que solicitava algumas informações, tais como: a quanto tempo o escritório ou o profissional já fazia uso do BIM, quais softwares utilizavam, se

faziam uso de projeto colaborativos e sobre a sua disponibilidade em colaborar com a pesquisa mediante a realização de uma entrevista.

Dos 72 *e-mails* enviados, 11 *e-mails* foram retornados e se prontificaram a conceder a entrevista, o equivalente a 15,27% dos *e-mails* enviados, porém apenas 6 entrevistas foram concretizadas, que equivale a 54,54% dos *e-mails* retornados e a 8,33% do total de *e-mails* enviados. Deixa-se claro que estas entrevistas não têm uma representatividade estatística, mas apontam um caminho de forma qualitativa.

Aqui vale ressaltar que Santa Catarina é um Estado vanguardista em várias áreas relacionadas ao BIM. Foi o primeiro Estado a ter um caderno de especificações BIM para contratação de obras públicas; estimulou a aliança e a criação da Rede BIM Gov Sul, com os estados de SC, RS e PR; contratou vários projetos e obras públicas tendo como obrigatoriedade a adoção do BIM; assinou um termo de cooperação técnica com a caixa econômica federal.

A metodologia BIM tornou possível a realização da Escola Básica Municipal Tapera pela Prefeitura de Florianópolis. A obra foi entregue com um ano de antecedência em fevereiro de 2020, graças às inúmeras vantagens proporcionadas pelo BIM. (<https://portal.crea-sc.org.br/bim-em-santa-catarina-o-estado-da-metodologia/>)

A Tabela 01 apresenta um resumo da relação dos escritórios entrevistados.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Cidade / UF	São Paulo/ SP	Florianópolis/SC	Florianópolis/SC	Florianópolis /SC	Florianópolis/SC	Florianópolis /SC
Modo da Entrevista	Vídeo Conferência	Vídeo Conferência	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial
Função do Entrevistado	Coordenador BIM	Sócio diretor	Sócio diretor	Coordenador BIM	Diretor	Coordenador
Tipo de Atividade	Escritório de Projeto de Arquitetura	Escritório de consultoria / treinamento e transcrição de projetos	Escritório de projetos de arquitetura e de compatibilização de projetos	Escritório de projetos	Escritório de Compatibilização de Projetos	Laboratório da Secretaria do Estado de SC
Experiência	50 anos de Arquitetura	Certificação profissional Autodesk	Trabalham em grandes projetos Habitacionais e Urbanos	Atuam no mercado desde 2009	Mais de 10 projetos por ano	Saber para controlar e demandar

Tabela 01: Relação de escritórios entrevistados. Fonte: Os autores (2020).

Implantação do BIM	Implantação desde 2011	Implantação desde 2014	Implantação desde 2014	Implantação desde 2011	Implantação desde 2011	Implantação desde 2014
Softwares que utiliza	Revit ArchiCAD Solibri Naviswork	Revit e Navisworks	Revit	Revit e Navisworks	Revit e Navisworks	ArchiCAD, Vectorworks, Qi Builder, Eberic, Dprofile, Solibri, Tekla BIM-sight, entre outros

E1 é coordenador BIM de um escritório com sede em São Paulo/SP, escritório este com mais de 50 anos de experiência em projetos e que iniciou o processo de implantação do BIM em 2009 através de teste com softwares BIM e em 2011 passaram a produzir seus projetos em BIM. E1 está no escritório desde 2010. O escritório faz uso dos softwares de modelagem Revit e ArchiCAD e dos softwares de análise e compatibilização Navisworks e Solibri.

E2 é socio diretor de um escritório de consultoria em BIM com sede em Florianópolis/SC, sendo seu foco a implantação de BIM nas empresas, possui certificação profissional Autodesk desde 2014 ministrando treinamento em Revit e Navisworks, O escritório executa também transcrição de projetos.

E3 é socio diretor de um escritório de projetos de arquitetura e de compatibilização de projetos, com sede em Florianópolis desde 2014, fazendo uso do BIM desde sua implantação. A introdução ao BIM surgiu entre os sócios antes mesmo de montarem a sociedade. O Escritório trabalha com desenvolvimento de grandes projetos, conta com 13 pessoas na equipe e faz uso do Revit como software BIM.

E4 é coordenador BIM de um escritório de projetos em Florianópolis/SC, que trocou de nome em 2017, porém já atua no mercado desde 2009, estando E4 atuando na equipe desde 2011. O escritório faz uso dos softwares Revit para modelagem e Navisworks para análise e compatibilização e possui uma equipe com 10 pessoas.

E5 é sócio diretor de um escritório de compatibilização de projetos em BIM em Florianópolis/SC desde 2014, realizando em média 10 projetos por ano. Faz uso basicamente da base Autodesk de softwares BIM, Revit e Navisworks.

E6 é coordenador de um laboratório de BIM vinculado a uma secretaria do Governo do Estado de Santa Catarina que foi constituído em 2014, no mesmo ano em que o Governo do Estado passou a exigir dos prestadores de serviços a apresentação dos projetos em BIM. O laboratório usa ou já fez uso de diversos softwares BIM, tais como: ArchiCAD, Vectorworks, Qi Builder, Eberic, Dprofile, Solibri, Tekla BIM Sight, entre outros.

Segundo o Guia da ASBEA v2 (2015) o projeto colaborativo em BIM parte da premissa de contratação antecipada dos profissionais que participarão do projeto. No primeiro encontro (reunião) da equipe de projeto deve-se definir o Plano de Execução BIM, ferramenta que irá coordenar todo o processo de projeto e que deve constar em contrato. O Plano de Execução BIM não foi mencionado por nenhum dos entrevistados com este termo, porém alguns relatos sugerem a existência de normas contratuais que coordenam (orientam) a forma como deve ser conduzido o projeto.

E1 relata que o cliente diz eu vou contratar em Software X, porque todas as outras disciplinas vão estar em Software X também ou eu só quero o IFC, quero o BIM e não importa a plataforma. Ainda sobre o tema E5 contribui dizendo temos de informar como é que ele deve montar o BIM, porque no meu contrato com a construtora eu tenho de entregar o orçamento e o planejamento em BIM e pra eu entregar, pra eu usar o BIM pra fazer isso, o projetista deve modelar do jeito X, não do jeito Y, se não, não consigo extrair dados.

Ainda neste primeiro encontro cada projetista deve apresentar suas diretrizes que nortearão o desenvolvimento do projeto. Neste sentido E2 relata que com a utilização do conceito e das ferramentas BIM a gente só vai conseguir atingir uma eficiência e uma melhor eficácia com uma contratação antecipada dos profissionais. Eu enxergo ali a necessidade de contratação desses profissionais no nível de consultoria numa das primeiras reuniões de alinhamento, esses consultores de projetos integrados iriam passar suas premissas para o arquiteto. Com essas premissas o arquiteto pode desenvolver melhor o seu projeto, o estudo preliminar já sai mais consistente. E4 contribui relatando que a partir do momento que nós temos um estudo de massa, que é bem genérico, nós já chamamos os engenheiros e nós já validamos áreas técnicas, isso já é uma compatibilização antes de desenvolver o projeto.

A praxe de reuniões da equipe de projeto para dirimir dúvidas, compatibilizar projetos existe mesmo anterior ao processo BIM, E3 relata que mesmo antes de entrar no Revit, mesmo no CAD, antes de iniciar os projetos de engenharia era feito uma reunião, que a gente chamava de Primeira Reunião com a estrutura, hidráulico, elétrico. Nós tínhamos uma pauta com algumas locações pré-definidas para serem aprovadas por todos, para todo mundo se conversar desde o começo. Porém a dinamicidade do processo de projeto em BIM solicita uma maior assiduidade desses encontros da equipe de projeto, E1 relata que as reuniões aqui são constantes, teve projeto que eu participei, que tinha reuniões semanais, toda semana reunia todo mundo. Depende da escala do projeto, da necessidade, mas esse contato acontece, é impossível sem. E3 contribui dizendo que toda segunda feira nós temos reunião de pauta.

E1 relata ainda que as reuniões presenciais são importantes porque a gente apresenta o problema que a gente tá detectando, explica, mostra o 3D, mostra o modelo, mostra quais os planos pra área e a pessoa já consegue apresentar uma solução. O uso do termo presencial, nos sugere a presença física do projetista na reunião, porém o avanço das tecnologias de comunicação permite a realização de vídeo conferências, contato virtual, e esse recurso vem sendo utilizado pelos escritório de projeto, como relata E3, desenvolvemos um projeto em Joinville, que nós fazíamos reunião por Skype, um projetista ficava lá em Curitiba, o engenheiro de obra em Joinville e nós aqui em Florianópolis, compartilhávamos tela, mostrávamos relatórios e nós íamos nos entendendo dessa maneira.

Uma questão intimamente ligada as relações pessoais referem-se justamente a forma de contato entre as pessoas, presencial ou virtual, e o grau de empatia que isso gera. E3 relata que quando você fala com a pessoa por telefone ou via internet, não tem o olho no olho, não tem o aperto de mão, quando a gente entra em conflito, conflito que eu quero dizer é, existe no projeto interferências e isso gera conflito, as vezes a pessoa quer sempre se proteger, quando tu tens isso virtualmente, parece que isso aumenta, essa necessidade de cada um se auto proteger e não abrir, não ficar flexível pra poder ajustar, e quando nós estamos presencialmente parece que as coisas ficam mais fáceis, esse trato de uma pessoa abrir mão pela outra. E6 contribui dizendo proximidade aumenta o rendimento da equipe, aumenta a produtividade, porque a interação fica mais intensa. Divergências de opiniões para soluções de projetos podem causar conflitos interpessoais, que devem ser tratados

com relevância pela coordenação a fim de manter a harmonia e integração do grupo.

Uma infraestrutura de softwares para análise, coordenação e compatibilização de projetos em BIM permite o desenvolvimento do modelo de coordenação (modelo federado) a partir das contribuições individuais (modelos de autoria) dos projetistas das disciplinas que compõem o modelo virtual. Quanto ao assunto E1 relata que *cada disciplina desenvolve seu modelo e nós juntamos todas, no momento de fazer um clash detection, a compatibilização. Juntamos todas em um software de análise, por exemplo, Navisworks ou Solibri*, E4 contribui dizendo *usamos o Navisworks pra fazer compatibilização, clash detection*” E6 relata *pra fazer a integração entre as disciplinas nós usamos o Tekla BIMsight e o Solibri*.

O *Clash Detection*, refere-se a conflitos que surgem, durante a fase de compatibilização, entre os objetos das diversas disciplinas que compõem um modelo de coordenação (modelo federado) e devem ser tratados pela coordenação para garantir a continuidade do fluxo do projeto. A compatibilização é um procedimento iterativo de detecção e solução desses conflitos através de uma intensa interação entre os projetistas como relata E5, *quando tu fazes compatibilização no universo BIM a exigência fica muito maior, nós exigimos muito mais dos projetistas, muito mais informação, muito mais definição. Solução técnica que em vários momentos eles não se envolviam quando trabalhávamos em base CAD. Precisa de muito mais interação com todos os profissionais. Tem de ficar interagindo direto*.

Para a resolução dos conflitos detectados, tem-se no topo da hierarquia uma negociação entre arquitetura e estrutura, a partir desta negociação segue-se as disciplinas mais complexas e de maiores impactos, como relata E4, é basicamente, o que nós trabalhamos, o desenvolvimento de arquitetura e estrutura é junto, então não temos muito o que fazer, os dois *tem de negociar o tempo inteiro, ora um, ora outro. Sequência disso, nós sempre tentamos trabalhar prioridade com ar-condicionado, porque tem sistema muito complexo que são muito grandes e geram impactos maiores, o que condiz com o que E1 relata, isso é importante, a gente precisa ter uma hierarquia, dando prioridades. Assim nós estabelecemos arquitetura e estrutura estão no topo, e depois vem as disciplinas que causam maior impacto, então, ar-condicionado por exemplo tem mais impacto do que elétrica que tem uma flexibilidade maior*. No geral a hierarquia básica adotada é arquitetura, estrutura, ar-condicionado, hidráulica, elétrica. As disciplinas a realizarem as alterações ocorrem na ordem inversas desta hierarquia apresentada.

A fim de evitar a sobrecarga de informação que pode prejudicar o processo de colaboração, o LOD ou nível de desenvolvimento funciona como filtro pois estabelece com clareza os conteúdos necessários ao modelo em cada fase do processo de projeto.

Um ambiente comum de dados (CDE) serve como ferramenta de cooperação, espaço que possibilita o compartilhamento das contribuições parciais de cada projetista de disciplina (modelo de autoria) permitindo ao coordenador compor o modelo de coordenação (modelo federado). Este CDE pode ser um ambiente de armazenamento na nuvem ou um servidor de uma rede local de computadores. Para o perfeito funcionamento do CDE é necessário a padronização dos arquivos a serem contribuídos, preferencialmente arquivos de padrão abertos que permita o livre intercâmbio de dados garantindo a interoperabilidade, tipo IFC.

A infraestrutura computacional que dá suporte para a criação do ambiente comum de dados (CDE), permitindo que cada projetista contribua para o desenvolvimento do projeto, é similar nos escritórios de projeto: rede de computadores com um servidor.

Quanto ao tema E6 relata que, *nós temos três máquinas que estão em redes, que se conectam a um servidor que faz o gerenciamento. E1 contribui dizendo, têm um servidor e é nesse servidor que se encontra o arquivo central*.

Para o caso de projetistas de outras disciplinas, externos ao escritório, a contribuição é feita através de armazenamento de arquivos na nuvem como relata E1, *essa troca é feita por sistema de compartilhamento AutoDOC, sites que, como se fosse um Drop Box, Google Drive, só que mais voltado para o que nós precisamos. Nós trocamos esses modelos dentro desses sistemas mesmo. E6 contribui dizendo, em um projeto que envolveu outras disciplinas, nós criamos uma conta no Google, aí tínhamos acesso ao drive dessa conta para depositarmos arquivos em IFC*.

E1 relata que *o processo BIM como um todo, deixa o processo muito mais integrado, então força as equipes e as disciplinas a terem de trabalhar em conjunto, você não consegue desenvolver um projeto sem se comunicar com o outro*.

A ferramenta que garante a comunicação para o andamento do fluxo de trabalho, além das reuniões de projeto, é o BCF. Quanto ao BCF, E6 relata que é um formato da *BuildingSmart pra comunicação, ele serve como um conteúdo textual que salva a posição de uma imagem identificada em um processo de análise, que ao abrir esse arquivo BCF juntamente com o arquivo que estava sendo tratado e clicando em cada uma dessas informações inseridas, ele te dá a exata posição que o produtor ou gerador dessa demanda estava vendo*. E4 contribui relatando que *o BCF funciona com: informação, ordenada de câmera e identificação de elementos, basicamente esses três itens que ele coordena*.

Em intervalos de tempos pré-determinados, dia, semana, mês, os arquivos BCF's podem ser organizados em um arquivo de um editor de textos e gerarem relatórios de acompanhamento do fluxo de trabalho, podendo ser agrupados no geral e/ou por disciplina. E6 relata que *uma sequência de BCF's serve como documentação, porque o BCF não gera documento, ele é só um arquivo de comunicação. Precisávamos registrar e nós passamos a adotar o Word com esse conteúdo, temos até um arquivo padronizado em 3 colunas: a imagem, o problema identificado e um campo pra proposições*. E4 contribui relatando que *nós trabalhamos BCF por disciplina. Como nós coordenamos o processo da compatibilização e coordenação dos outros projetos, nós trabalhamos realmente por disciplina, então pôr exemplo o hidrossanitário tem relatório 00, 01, 02, 03, ... Manda relatório, recebe a resposta*. Estes procedimentos de geração de relatórios de BCF's devem ser acordados entre os membros da equipe de projeto e constar no Plano de Execução BIM.

Modelo de Colaboração BIM3C

A tecnologia tem revolucionado de forma considerável as organizações e as pessoas no desenvolvimento de suas tarefas. Os sistemas colaborativos são o suporte computacional que tem permitido que grupo de pessoas envolvidas em desempenhar uma tarefa em conjunto possam compartilhar informações em busca de resultado em comum. No contexto da AEC, o BIM permite a um grupo de projetista desenvolver de forma colaborativa um modelo virtual de uma edificação, tal qual como será construída no mundo real.

Segundo o Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017), ao se falar em BIM, é comum a discussão a respeito de software e computadores, mas quando se fala em uma mudança de cultura, isto inclui pessoas e processos e a maneira da organização resolver os problemas e desenvolver seus produtos. Assim, é possível afirmar que a

efetiva implantação da metodologia BIM se baseia em três dimensões fundamentais: *pessoas, processos e tecnologias*, concatenadas entre si por *Procedimentos, Normas e Boas Práticas* (Guia BIM ABDI – MDIC – v1, 2017).

O Modelo de Colaboração BIM3C engloba dessa forma 3 (três) camadas, que são as dimensões de implantação do BIM (pessoas, processos e tecnologias) mediante as atividades de comunicação, coordenação e cooperação, requeridas pelo modelo de colaboração 3C. Neste artigo, o termo camada substituirá o termo dimensões como referência a pessoas, processos e tecnologias, pois dimensões tende a se confundir com as tradicionais 3D, 4D, 5D, n'Ds. A Figura 02 apresenta o Modelo de Colaboração BIM3C.

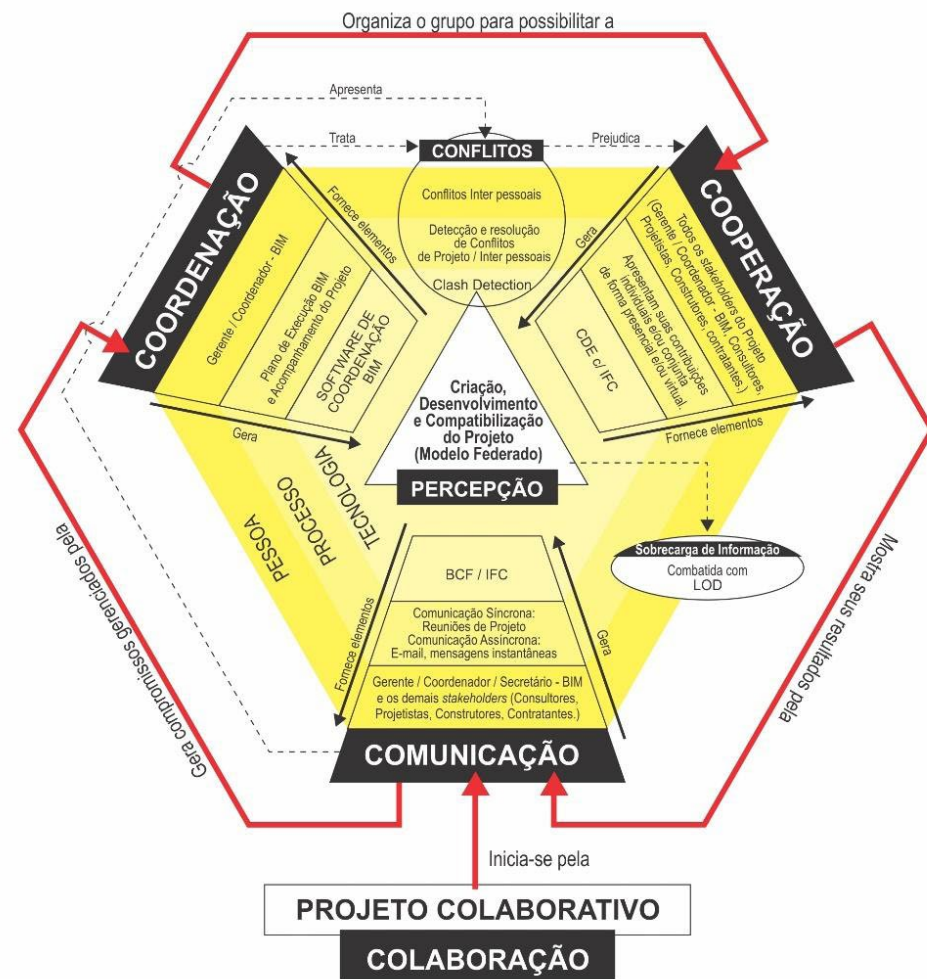


Figura 02: Modelo de Colaboração BIM3C. Fonte: Os autores (2020).

Camada de Pessoas

Barison (2015) relata que o Gerente BIM, dependendo de suas funções e/ou porte da empresa, também pode ser denominado, entre outras formas, de Coordenador BIM. O mesmo, tem entre suas atribuições a de coordenação, integração de modelo, orientação da equipe na tomada de decisão e gestão de cronograma e custos. Desta forma, cabe a este profissional as atividades de coordenação.

Segundo Coelho & Novaes (2008) a colaboração em BIM envolve uma transferência contínua de conhecimento entre os diversos agentes participantes do processo de projeto (projetistas, construtores, contratantes, consultores etc.), portanto participam das atividades de cooperação todos os *stakeholders* envolvidos no processo BIM.

Para Gonçalves Jr (2018) as informações no BIM têm por propósito integrar todos os agentes e disciplinas envolvidas no desenvolvimento de um projeto. O que solicita a participação de todos os *stakeholders* nas atividades de comunicação. Aqui vale ressaltar que cinco, dos seis entrevistados, relataram que em alguns casos, uma pessoa responsável por secretariar o escritório como um todo, se encarregava de passar algumas informações relevantes a todos os componentes da equipe de projeto. Fato que sugeriu aos autores deste trabalho a inclusão de um Secretário BIM.

Camada de Processo

Segundo Fuks (2002b), coordenação é sinônimo de articulação e cabe aos Sistemas Colaborativos articular a realização das tarefas em todas as suas fases (antes, durante e depois). Segundo o Guia da ASBEA v2 (2015), a chave do processo de projeto em BIM, é o seu planejamento, que envolve a participação de todas as disciplinas e cujo resultado é expresso no que chamamos de Plano de Execução BIM que deve definir com clareza os papéis de todos os envolvidos no processo, garantir que todas as equipes de projeto trabalhem com plataformas compatíveis e que todos os dados disponibilizados estejam em conformidade com as necessidades das equipes. Desta forma o Plano de Execução BIM guia a coordenação de todo o processo de projeto.

O Plano de Execução BIM deve ser entendido como um termo de concordância dos participantes do projeto para um conjunto de diretrizes específicas para o empreendimento. Desta forma para a confecção do mesmo, é sugerido que haja a cooperação de todos os *stakeholders* envolvidos no processo (Guia BIM ABDI – MDIC – v4, 2017)

Os membros de uma equipe de projeto têm necessidade de se comunicar de diversas maneiras, as quais pode envolver comunicação síncrona (reuniões de projetos com participações presenciais ou virtuais, telefone, etc) e comunicação assíncrona (e-mail, mensagens instantâneas, etc).

Camada de Tecnologia

Fuks (2002a) relata que atividades mais diretamente voltadas para o trabalho colaborativo exigem sofisticados mecanismos de coordenação para garantir o sucesso da colaboração e cita o desenvolvimento de software como ferramenta que dá suporte ao gerenciamento do fluxo de trabalho. Abanda *et. al.* (2015) apresenta uma extensa lista de aplicações BIM e relata uma categoria específica para gerenciamento e coordenação de projeto. Esta categoria de aplicações BIM dá o suporte de coordenação na camada de tecnologia.

Nos Sistemas Colaborativos, a cooperação é a operação conjunta dos membros do grupo no espaço compartilhado. Em um espaço virtual de informação, os indivíduos cooperam produzindo, manipulando e organizando informações, bem como construindo e refinando artefatos digitais (FUKS, 2002a). O projeto colaborativo em BIM se utiliza de um Ambiente Comum de Dados (CDE) como espaço de compartilhamento de arquivos para a cooperação de todos os *stakeholders* envolvidos no projeto. A centralização do armazenamento de dados no CDE reduz o risco de redundância de dados e garante a disponibilidade de dados atualizados a qualquer momento. O padrão de arquivos a ser compartilhado neste ambiente é obrigatoriamente o IFC que garante a interoperabilidade entre os modelos de cada disciplina envolvida no projeto.

Durante a comunicação nos sistemas colaborativos, as pessoas almejam construir um entendimento comum e compartilhar ideias, discutir, negociar e tomar decisões (FUKS, 2002a). No projeto colaborativo em BIM, o arquivo IFC permitiu que diferentes projetistas utilizem suas próprias plataformas de projeto sem que isso impeça o trabalho conjunto e integrado e garanta o compartilhamento dos modelos desenvolvidos pelas diferentes disciplinas (Guia BIM ABDI – MDIC – v4, 2017). Desta forma o arquivo IFC serve de instrumento tanto de cooperação como comunicação.

Segundo *BIM Dictionary*, traduzido para o português como Dicionário BIM, o BCF é um esquema usado para trocar informações e pontos de vista do modelo entre indivíduos, independentemente das ferramentas de software usadas. Torna-se dessa forma o principal instrumento de comunicação da camada de tecnologia.

Percepção do Projeto Colaborativo em BIM

Perceber é adquirir informação do que está acontecendo e do que as outras pessoas estão fazendo, mesmo sem se comunicar diretamente com elas (BRINCK & MC DANIEL, 1997 *apud* FUKS, 2002a). Nos Sistemas Colaborativos a percepção, torna-se central para a comunicação, coordenação e cooperação de um grupo de trabalho e os elementos de percepção são os elementos do espaço compartilhado por onde são transmitidas as informações destinadas a prover percepção (FUKS, 2002a). No BIM, o Modelo Federado centraliza as informações dos modelos de todas as disciplinas que compõem um projeto, sendo desta forma o principal elemento de percepção do projeto colaborativo em BIM.

Com o Modelo Federado é possível perceber o desenvolvimento do projeto através do processo de compatibilização que segundo Pinto (2019) é uma forma de interação entre as diversas disciplinas do projeto com o objetivo de identificar possíveis interferência (conflitos) entre elas.

O *clash detection* evidencia conflitos entre objetos do projeto, detectados durante o processo de compatibilização, que podem gerar conflitos de interesses interpessoais para sua resolução e devem ser tratados pela coordenação.

Fuks (2002a) relata que nos Sistemas Colaborativos deve-se atentar para o fluxo de informações disponibilizadas para o coordenador. A princípio, quase todas as informações sobre o que acontece, aconteceu ou acontecerá no grupo têm alguma importância. Mas um excesso de informações pode dificultar a tomada de decisões. O Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017) relata que o LOD (Nível de Desenvolvimento) serve de referência para que as equipes de projeto possam especificar entregáveis BIM, definindo claramente o que deve ser incluído em cada uma das etapas do projeto. Dessa forma o conceito de LOD é utilizado como filtro de entregas para combater a sobrecarga de informação nas diferentes fases do projeto.

Alguns *softwares* de modelagem BIM possuem comandos internos que permitem o desenvolvimento de projetos de forma colaborativa, o que Eastman *et. al.* (2014) denominaram de ambiente multiusuário. Os autores relatam que “alguns sistemas suportam colaboração entre integrantes de uma equipe de projeto. Eles permitem que múltiplos usuários criem e editem partes do mesmo projeto diretamente em um único arquivo de projeto (cooperação), e gerenciam o acesso dos usuários a essas diversas partes de informações (coordenação)”. A comunicação é encontrada na possibilidade de troca de mensagens internas que esses comandos permitem. O Workset do Revit e o Teamwork do ArchiCAD, são exemplos desta funcionalidade.

Considerações Finais

O BIM é uma solução do uso das TIC's no setor da AEC que integra vários profissionais no desenvolvimento de um modelo virtual preciso de uma edificação no seu planejamento, construção e manutenção e tem como uma de suas premissas a colaboração intensa entre os membros da equipe de projeto no desenvolvimento deste modelo.

Devido ao que se acostumou denominar de processo tradicional de projeto, baseado em um fluxo de informações muito mais linear, onde em alguns casos o projetista de uma disciplina desconhece a solução desenvolvida pelo projetista de outra disciplina, a colaboração torna-se um dos grandes desafios, neste momento de transição para o processo de projeto em BIM. Compreender o comportamento da colaboração é fundamental para a implantação do BIM.

Os sistemas colaborativos são soluções de TIC's que permitem que um grupo de pessoas realizem uma determinada tarefa em conjunto. A colaboração nesses sistemas é realizada, em alguns casos, pela junção de ferramentas de comunicação, coordenação e cooperação, o que passou a ser denominada de Modelo de Colaboração 3C.

No âmbito deste estudo, a análise do comportamento da colaboração no processo BIM de projeto que permitiu o desenvolvimento do Modelo BIM3C de colaboração partiu do próprio significado da palavra *análise* que segundo o Dicionário Eletrônico Houaiss significa, entre outras coisas, *estudo pormenorizado de cada parte (comunicação, coordenação, cooperação) de um todo (colaboração), para conhecer melhor sua natureza, suas funções, relações, causas, etc.* Enfim, é dividir em partes para entender o processo como um todo.

Porém uma outra problemática quanto ao comportamento da colaboração no processo BIM de projeto, foi identificada. A maioria das soluções desenvolvidas para solucionar o fluxo do trabalho colaborativo em BIM está focada predominantemente em uma camada tecnológica. O modelo BIM3C propõem então que a análise do projeto colaborativo em BIM seja realizada através das 3 camadas que permeiam a implantação do BIM nos escritórios do setor de AEC, no caso: pessoas, processos e tecnologias.

A correlação dos conceitos relacionado ao referencial teórico sobre projeto colaborativo em BIM e o conteúdo das entrevistas com profissionais de AEC permitiu ratificar o valor deste referencial teórico através da identificação dos *stakeholders* e seus papéis, dos fluxos de trabalho, dos processos e documento gerados pelo projeto colaborativo em BIM. Posteriormente a correlação foi feita com o referencial do Modelo de Colaboração 3C e permitiu identificar componentes de comunicação, coordenação e cooperação nas três camadas (pessoas, processos e tecnologias) que estão presentes no processo de projeto colaborativo em BIM.

Com o intuito de um entendimento mais minucioso, os autores sugerem que novos estudos, mais detalhados, em cada um desses componentes possam ser realizados a fim de solucionar problemas e/ou melhorar o sistema de colaboração dentro do processo BIM de projeto. Tema de extrema relevância para uma perfeita adoção desta metodologia de projeto.

O BIM3C consiste no modelo que vem sendo utilizado para orientar o desenvolvimento de objetos de ensino/aprendizagem, pautados em conceitos de *serious game* e gamificação, para introdução de projeto colaborativo em BIM entre os acadêmicos

das áreas de AEC.

Referências

ABANDA, F. Henry. *et. al. A Critical Analysis of Building Information Modelling Systems Used in Construction Projects*. Advances in Engineering Software, Volume 90, December, Pages 183-201, 2015.

ANDRADE, Max Lira Veras x. de; RUSCHEL, Regina Coeli. *Interoperabilidade de Aplicativos BIM Usados em Arquitetura por Meio do Formato IFC*. Gestão & Tecnologia de Projetos, Vol. 4, n° 2, novembro, Pags 76-111, 2009.

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARISON, Maria Bernardete. *Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo – uma contribuição para a formação do projetista*. Tese - Escola Politécnica - Universidade de São Paulo, 2015.

COELHO, Sérgio Salles; NOVAES, Celso Carlos. *Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil*. In: VIII Workshop Brasileiro de Gestão de Projetos na Construção de Edifícios, São Paulo, USP, 2008.

COSTA, Ana Maria Nicolaci da; PIMENTEL, Mariano. *Capítulo 1 - Sistemas Colaborativos para uma nova sociedade e um novo ser humano*. In: FUKS, Hugo; PIMENTEL, Mariano. (Ed. Campus). *Sistemas Colaborativos*. Elsevier Editora Ltda, 2012.

DILLENBOURG, Pierre.; BAKER, Michael.; BLAYE, Agnes. & O'MALLEY, Claire. *The evolution of research on collaborative learning*. In E. Spada & P. Reiman (Eds) *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*. (Pp. 189- 211). Oxford: Elsevier, 1996.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. *Manual do BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção Para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores*. Revisão técnica Eduardo Toledo Santos – Porto Alegre/RS, Editora Bookman, 2014.

FERRARI, Fernanda Aparecida Marino. *Gestão Computacional do Processo de Projeto Colaborativo em BIM*. 2020. 160 p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

FUKS, Hugo *et. al. Inter e Intra-relações entre Comunicação, Coordenação e Cooperação*. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS COLABORATIVOS, 2007, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, 2007

FUKS, Hugo *et. al. O Modelo de Colaboração 3C no Ambiente AulaNet*. Informática na Educação: teoria & prática, Porto Alegre, jan./jun, 2004.

FUKS, Hugo; GEROSA, Marco Aurélio; PIMENTEL, Mariano. *Projeto de comunicação em Groupware: Desenvolvimento, Interface e Utilização*. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 2003, Campinas. Anais. Campinas/ SP, 2003.

FUKS, Hugo; RAPOSO, Alberto Barbosa; GEROSA, Marco Aurélio. *Engenharia de Groupware: Desenvolvimento de Aplicações Colaborativas*. XXI Jornada de Atualização em Informática, Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, V2, Cap. 3, ISBN 85-88442-24-8, pp. 89-128, 2002a.

FUKS, Hugo; RAPOSO, Alberto Barbosa; GEROSA, Marco Aurélio; LUCENA, Carlos José Pereira. *O Modelo de Colaboração 3C e a Engenharia de Groupware*. Monografias em Ciência da Computação n° 17/02, Editor: Carlos J. P. Lucena - PUC RIO - DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA – Rio de Janeiro/ RJ, 2002b.

FUKS, Hugo; RAPOSO, Alberto Barbosa; GEROSA, Marco Aurélio; LUCENA, Carlos José Pereira. *Applying the 3C Model to Groupware Development*. International Journal of Cooperative Information Systems (IJCIS), v.14, n.2-3, World Scientific, Jun-Sep 2005.

FUKS, Hugo; RAPOSO, Alberto Barbosa; GEROSA, Marco Aurélio; PIMENTEL, Mariano; LUCENA, Carlos José Pereira. *The 3C Collaboration Model*. Encyclopedia of E-Collaboration – Information Science Reference – Hershey / Now York / USA, 2008.

FUKS, Hugo *et. al. Teorias e Modelos de colaboração*. In: FUKS, Hugo; PIMENTEL, Mariano. (Ed. Campus). *Sistemas Colaborativos*. Elsevier Editora Ltda, 2012.

GEROSA, Marco Aurélio. *Desenvolvimento de Groupware Componentizado com Base no Modelo 3C de Colaboração* - Tese PUC Rio, Departamento de Informática, Orientador: Hugo Fuks - Rio de Janeiro/RJ, 2006

GIL, Antônio Carlos. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4ª Edição, Ed. Atla, São Paulo/SP, 2002.

GIL, Antônio Carlos. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6ª Edição, Ed. Atla, São Paulo/SP, 2008.

GONÇALVES JR. Francisco. *BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia*. E-book, 2018. Disponível em <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>

GU, Ning; LONDON, Kerry. *Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry*. Automation in Construction. v.19, dec. 2010.

GUIAASBEA v2. *Fluxo de Projetos em BIM: Planejamento e Execução*. Boas Práticas em BIM - Fascículo II – ASBEA / CAU-BR, 2015.

GUIA BIM ABDI – MDIC - v1. *Processo de Projeto BIM*. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. - Brasília, DF, 2017.

GUIA BIM ABDI – MDIC - v4. *Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia*. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. - Brasília, DF, 2017.

GUIA CBIC v1. *Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras*. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. (Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras v.1) - Brasília: CBIC, 2016.

GUIA CBIC v3. *Colaboração e Integração BIM - Parte 3: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras*. Câmara Brasileira da Indústria da Construção.

(Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras v.3) - Brasília: CBIC, 2016.

LEITE, Leticia Leite. *Colaboração Entre Pares Para Melhor Compreensão da Mensagem do Designer Via Sistema de Ajuda*. Tese PUC RS - Orientadora: Milene Selbach Silveira - Porto Alegre/RS, 2012.

MACHADO, Leonardo Davi Pereira. *Uma Abordagem Colaborativa Para Aprendizagem de Programação de Computadores Com a Utilização de Dispositivos Móveis*. Dissertação – Joinville/SC, 2016.

MARTINS, Magali da Rocha. *O Impacto da Aplicabilidade das Técnicas do Trabalho Colaborativo Suportado por Computador – CSCW Nas Compras do Governo Federal – Pregão Eletrônico*. Dissertação – CEFET/RJ - Rio de Janeiro, 2012.

MULBERT, Ana Luiza. *A Implementação de Mídias em Dispositivos Móveis: Um Framework Para a Aplicação em Larga Escala e Com Sustentabilidade em Educação a Distância* – Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina, 2014

ORAE, Mehran; HOSSEINI, M. Reza; PAPADONIKOLAKI, Eleni; PALLIYAGURU, Roshani; ARASHPOUR, Mehrdad. *Collaboration in BIM-based construction networks: A bibliometric-qualitative literature review*. *International Journal of Project Management* Volume 35, Issue 7, Pages 1288-1301, October 2017. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786317300790>> Acesso em 10/08/2020

PINTO, Pedro Praia Fiuza Dias. *A Plataforma BIM na Compatibilização de Projetos de Arquitetura e Estrutura: Estudo de Caso*. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília, 2019.

TAVARES JR., Edilson da Costa. *A Contribuição do Building Information Modeling para a Gestão de Projetos*. Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 7ª Edição nº 007 Vol.01/2014 julho, 2014.

WANG, Qiyun. *Design and evaluation of a collaborative learning environment*. *Computers & Education*. Oxford, v.53, Issue 4, p.1138-1146, Dec. 2009.