

editorial
editorial

entrevista
interview

artigos submetidos
submitted papers

tapete
carpet

artigo nomads
nomads paper

projeto
project

expediente
credits

próxima v!rus
next v!rus

V!18

issn 2175-974x | ano 2019 year
semestre 01 semester



cenários de colaboração e integração de projetos com BIM

scenarios for projects collaboration and integration by using BIM

osé martins júnior
heitor silva
bianca de aráujo

PT | EN

José Valdivan Martins Júnior é Arquiteto, Mestre em Arquitetura. Membro da Coordenação de Projetos de Arquitetura do Instituto Federal da Paraíba - IFPB. Estuda processos colaborativos de projeto de arquitetura, gerenciamento de projetos e Modelagem de Informação da Construção (BIM).

Heitor de Andrade Silva é Arquiteto, Doutor em Arquitetura. Professor do Departamento de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e dos Programas de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente. Estuda processos projetuais, e ensino de projeto em arquitetura e design.

Bianca Carla Dantas de Araújo é Arquiteta, Doutora em Arquitetura. Professora do Departamento de Arquitetura e do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Estuda acústica arquitetônica, arquitetura bioclimática, e representação e linguagem.

Como citar esse texto: MARTINS JR., J. V.; SILVA, H. A.; ARAÚJO, B. C. D. Cenários de colaboração e integração de projetos com BIM. **V!RUS**, São Carlos, n. 18, 2019. [online] Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus18/?sec=4&item=11&lang=pt>>. Acesso em: 08 Jul. 2019.

ARTIGO SUBMETIDO EM 28 DE AGOSTO DE 2018

Resumo:

Atualmente, o BIM (Building Information Modelling) destaca-se como tecnologia da informação voltada à AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), contribuindo, de forma relevante para potencializar o trabalho colaborativo e otimizar os processos de projeto dos escritórios de arquitetura e engenharia. No Brasil, apesar do aumento em pesquisas sobre o tema são necessários novos estudos que reflitam experiências de aplicação da tecnologia em contextos profissionais pouco explorados, a exemplo do Nordeste do País, e especificamente em Natal-RN. Para Souza, et al. (2009), a avaliação e divulgação de experiências de implantação do BIM em escritórios de arquitetura é relevante, pois encoraja novas empresas a utilizar a tecnologia. Assim, o objetivo geral deste trabalho é caracterizar processos colaborativos visando à integração de projetos e identificar cenários de colaboração, decorrentes da implantação do BIM em escritórios de arquitetura de Natal/RN. A pesquisa exploratória qualitativa baseia-se no estudo de casos, ou seja, na análise de processos colaborativos entre escritórios de arquitetura e engenharia da Cidade. Visando enriquecer o estudo, efetivaram-se, também estudos de referência em escritórios nacionais e internacionais sobressaindo no

uso da tecnologia. Os dados foram coletados principalmente mediante entrevistas semiestruturadas e submetidos à análise de conteúdo das comunicações (BARDIN, 2011) apontam que Natal-RN apresenta dois cenários¹ de colaboração com uso do BIM.

Palavras-Chave: Projeto de arquitetura, Processos colaborativos, Integração de projetos, *Building Information Modeling* (BIM)

1 Introdução

Este artigo visa refletir acerca da ideia de colaboração laboral facilitada pela plataforma digital BIM no processo de desenvolvimento de projetos de arquitetura e de engenharia, no contexto de Natal, RN. A noção de colaboração se alia à integração de projetos, um componente essencial da discussão, visto que remete a problemáticas de ordem social, bem como a experiências práticas de aplicação da tecnologia em contextos profissionais pouco estudados, como no Nordeste do Brasil.

É desafiador projetar com uma plataforma que facilita a concepção interativa num contexto em que a apropriação das ferramentas que a constitui, por operadores (não acadêmicos) de diferentes áreas, encontra-se em processo de consolidação. Esse campo de estudo pode, por um lado, desfazer mitos referentes ao papel das tecnologias digitais na contemporaneidade; por outro, pode identificar um considerável potencial de ampliação do projeto colaborativo articulado por softwares compatíveis e articulados por um pensamento integrado, e pode ainda revelar a demanda por métodos coerentes e apropriados aos contextos em que estão inseridos.

Entre as tecnologias digitais voltadas ao projeto de arquitetura, a Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* – BIM) sobressai, cada vez mais, devido aos diversos benefícios que podem trazer não apenas aos escritórios de arquitetura, mas à ampla indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção – AEC. Assim, os sistemas de desenho assistido por computador (*Computer-Aided Design* – CAD) têm sido substituídos pela plataforma BIM, ainda que lentamente em alguns contextos, a exemplo do mercado nacional.

Uma das vantagens do BIM, em relação a outros sistemas, é o maior potencial para realização do trabalho colaborativo. Conforme Kowaltowski, et al. (2011), o BIM traz a ideia de uma prática de projeto integrado, a partir das primeiras fases de projeto, e oferece recursos que estimulam e facilitam o trabalho colaborativo, bem como a integração de disciplinas (arquitetura, estrutura, instalações elétricas, hidrossanitárias e projetos especiais), desde o início da concepção e não apenas ao final do processo, visando gerar um único modelo construtivo virtual.

Apesar das várias capacidades do BIM, Menezes (2011) indica que a plataforma, assim como ocorreu com os sistemas CAD, teve sua implantação no Brasil com, aproximadamente, 20 anos de atraso em relação ao exterior, sendo utilizado inicialmente no meio profissional e, em seguida, no campo acadêmico. Mais recentemente, “o mercado, apesar de contar com inúmeras fontes de informação, ainda está mostrando um desconhecimento do assunto” (NETTO, 2015).

Nesse panorama, inclui-se o Nordeste do país e, mais especificamente, Natal/RN, onde, preliminarmente, verificou-se que o conhecimento e a aplicação da tecnologia precisam avançar, tanto no meio acadêmico quanto no meio profissional (em escritórios de arquitetura e engenharia). Não foram identificados inclusive, estudos que refletem a aplicação do BIM em escritórios de arquitetura da Cidade.

Com base nas premissas supracitadas, considerando-se as lacunas de estudo e a necessidade de pesquisas sobre o uso do modelo único construtivo no contexto local, bem como a importância dos processos colaborativos e das práticas de projeto integrado com o auxílio da plataforma BIM, o objetivo geral deste trabalho é caracterizar processos colaborativos visando à integração de projetos, e identificar cenários de colaboração, decorrentes da implantação do BIM em escritórios de arquitetura de Natal/RN.

Conforme classificação de Gehardt e Silveira (2009), a pesquisa é do tipo qualitativa, exploratória, e baseia-se no estudo de multicase, ou seja, em processos de projeto colaborativos, decorrentes da colaboração entre escritórios de arquitetura e engenharia, visando à integração das disciplinas (arquitetura, estruturas, instalações hidrossanitárias, HVAC – aquecimento, ventilação e ar condicionado). O levantamento de dados nas empresas deu-se, principalmente, por meio de entrevistas semiestruturadas e explanação de projetos, seguido da análise de conteúdo conforme Bardin (2011).

2 Colaboração e BIM

O modelo geométrico, elaborado com o BIM, funciona não apenas como representação do edifício, mas também como construção virtual com banco de dados associado à edificação projetada, que pode ser consultado e atualizado durante todo o ciclo de vida da construção – do projeto à obra, reforma, *retrofit* e outras intervenções. Na implementação da Modelagem da Informação da Construção em escritórios de projeto, um dos relevantes pontos a ser observado é o da colaboração da equipe visando integrar projetos. Para isso, os processos devem ser revistos e os diversos especialistas (colaboradores) se ajustarem às novas práticas e ferramentas digitais de trabalho colaborativo. Segundo Manzione (2013),

a colaboração na AEC compreende complexos fluxos de trabalho em que diferentes agentes precisam ser incorporados em um conjunto comum de informações por um longo período de tempo [...]. Para o autor, [...] durante o processo de projeto, quando a tecnologia BIM é utilizada, **a colaboração acontece através da troca ou do compartilhamento dos modelos BIM ou de seus subconjuntos** (MANZIONE, 2013, p. 125, grifo nosso).

O mercado da construção dispõe de diversas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), voltadas ao compartilhamento e trocas de modelos BIM. Essas tecnologias favorecem a colaboração e comunicação entre projetistas, gerando diferentes cenários de colaboração durante a integração dos dados e modelos. As trocas e compartilhamentos “vão desde mecanismos rudimentares, como a simples troca física de arquivos, até tecnologias sofisticadas de servidores de modelo” (MANZIONE, 2013, p. 125).

Conforme Jørgensen et al. (2008), podem ser identificados diferentes cenários de colaboração sobre o desenvolvimento de modelos em um projeto de construção baseado em IFC² – *Industry Foundation Classes*. Esses autores esboçam três cenários (Modelos Separados, Modelos Separados com Modelo Agregado e Um Modelo Compartilhado), diferenciados em relação ao quanto os parceiros de projeto trabalham juntos e como as atividades de modelagem são coordenadas.

Segundo Manzione (2013, p. 3), “o estudo do trabalho colaborativo requer que sejam considerados quatro recursos-chave: pessoas, processos, tecnologia e dados”.

São diversos os agentes envolvidos nos processos colaborativos associados à elaboração do modelo de informação. Desde consultores e projetistas de diversas especialidades, a profissionais da construção, proprietário, incorporadores, construtores, fornecedores e fabricantes de componentes construtivos e equipe de obras. Quanto mais complexas as demandas e maior o porte do empreendimento, maiores tendem a ser a rede de colaboradores, a interação entre eles, e a necessidade de processos colaborativos adequados.

Com os avanços no uso do BIM, surgiram novos cargos, ferramentas e funções adaptações das práticas colaborativas e desenvolvimento de novas competências das equipes e profissionais. Diversas ferramentas foram desenvolvidas para auxiliar a comunicação e colaboração dos agentes envolvidos no desenvolvimento de projetos.

No processo de projeto colaborativo com o BIM, são inúmeros os fatores que podem limitar a colaboração entre os agentes e dificultar o desenvolvimento da construção virtual. Geralmente, é possível definir esses fatores como sendo limitações relacionadas aos processos, aos agentes ou às tecnologias, como processo fragmentado e sequencial, resistência ao trabalho colaborativo e problemas de interoperabilidade.

Kowaltowski, et al. (2011, p. 432) destacam, ainda, que, “sem eficiente interoperabilidade e efetiva colaboração, perde-se a ideia do BIM como processo de trabalho” [...] e que, “na prática, observa-se que poucas empresas e profissionais que utilizam ferramentas BIM buscam a interoperabilidade e a colaboração”.

Mas não é simples alcançar a condição de plena colaboração, pois não é um processo rápido ou automático; exige tempo e mudança cultural. Urge rever a metodologia do processo de projeto, a forma de geração e compartilhamento das informações para criação do modelo da construção e os limites de atuação, regras e responsabilidade de cada profissional, envolvido no processo. A composição e a interação da equipe multidisciplinar também precisam ser avaliadas.

3 Métodos, técnicas e instrumentos de pesquisa

A pesquisa baseou-se na análise de 6 estudos de caso em Natal/RN e 4 estudos de referência – 2 no Brasil, em São Paulo/SP e Recife/PE, e 2 na Argentina, em Buenos Aires e Rosário. Quanto aos procedimentos, a

pesquisa é do tipo **estudodecaso** – que consiste “[...] no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetivos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento [...]” (GIL, 2002, p. 54).

Neste item, é apresentado um resumo das principais etapas, procedimentos e instrumentos utilizados no estudo dos multicase. Com base em Gil (2002, p. 137), as etapas foram³:

3.1 Formulação do problema

Buscou-se garantir que o problema a ser analisado fosse passível de verificação a partir do delineamento da pesquisa.

3.2 Definição da unidade-caso

Nessa etapa, definiram-se o tipo de caso estudado e os critérios de seleção. Conforme classificação de Stake (2000 apud GIL, 2002), o tipo de caso estudado é o instrumental, desenvolvido com o propósito de auxiliar no conhecimento ou redefinição de determinado problema.

As unidades-caso estudadas foram os processos colaborativos visando à integração de projetos com uso do BIM, entre profissionais de arquitetura e engenharia em Natal-RN. Com maior foco no processo de arquitetura em relação ao de engenharia, os processos colaborativos foram mapeados com base nas descrições de cada empresa, considerando-se as disciplinas analisadas.

Os principais critérios utilizados para definição dos estudos de caso foram:

Maior possibilidade de maximização do aprendizado, conforme Stake (1995);
A unidade-caso deveria apresentar em, pelo menos, uma das etapas do processo de projeto arquitetônico, trabalho colaborativo com uso do BIM visando à integração com pelo menos, uma disciplina de engenharia, independente do estágio de implementação do BIM nos escritórios⁴.

3.3 Determinação do número de casos

Para Gil (2002, p. 139-140), não há um número ideal de casos, costumando-se utilizar entre 4 (quatro) e 10 (dez) casos. Assim, foram realizados 6 (seis) estudos em Natal-RN, visando compreender a realizada local e 4 (quatro) estudos de referência para ampliar e qualificar as análises e conclusões.

3.4 Elaboração do protocolo

O protocolo de entrevistas⁵ foi o principal instrumento de coleta de dados elaborado e aplicado. Além da caracterização do perfil do escritório, as questões envolvem três unidades de contexto: a) **Tecnologia BIM:** para verificar aspectos da implantação do BIM nos escritórios; b) **Processo de Projeto Arquitetônico:** para mapear o processo de projeto de arquitetura; c) **Processos Colaborativos para Integrar Projetos:** visando à compreensão dos processos colaborativos para integrar as disciplinas de arquitetura e engenharia.

3.5 Coleta de dados

A coleta de dados baseou-se, principalmente, em entrevistas presenciais, semiestruturadas gravadas em áudio e posteriormente transcritas, e complementadas com informações e imagens de projetos desenvolvidos. A coleta dos dados ocorreu em 2017 e 2018.

3.6 Avaliação e análise dos dados

Após a coleta de dados, apoiado em Bardin (2011), deu-se a análise conteúdo baseada em 3 (três) fases fundamentais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados – a inferência e a interpretação.

Com base em Manzione (2013), Ledo e Pereira (2004), foram definidas 10 (dez) categorias de análise: fases de projeto, ferramentas (softwares), equipe, formas de comunicação, produto, worksets, forma de compartilhamento dos modelos, coordenação, interoperabilidade, fatores que limitam a colaboração e a integração de projetos.

3.7 Conclusões

Realizadas as análises, foram apresentadas as conclusões sobre os 6 (seis) estudos de caso de Natal/RN.

4 Processos de Projeto Colaborativo com uso do BIM

Neste item, são apresentadas análises dos 6 Estudos de Caso em Natal/RN e 4 Estudos de Referência – 2 no Brasil, em São Paulo/SP e Recife/PE, e 2 na Argentina, em Buenos Aires e Rosário. Antes, faz-se uma breve descrição dos estudos de referência e de caso, bem como do perfil das empresas⁶ participantes (Quadros 1, 2, 3, e 4).

Escritórios/ Empresas/ Profissionais	Área de atuação	Clientes	Natureza dos projetos	Ano de implantação do BIM
A	Arquitetura	Pessoa jurídica	Comercial e institucional	2014
B	Engenharia	-	-	-
C	Arquitetura, Eng. e Construção	Pessoa jurídica	Residências, edifícios multifamiliares, hospitais, aeroportos, etc.	2012
D	Arquitetura	Pessoa jurídica	Residências, edifícios multifamiliares, edifícios corporativos, Fábricas, etc.	2002
E	Engenharia	-	-	-
F	Arquitetura e Engenharia	Pessoa jurídica	Aeroportos, ferrovias, rodovias.	2012

Quadro 1: Perfil das empresas participantes dos estudos de referência. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

Legenda	Escritórios/Empresas/ Profissionais	Disciplinas Analisadas
ER 1	A + B	Arquitetura, HVAC.
ER 2	C (arquitetos + engenheiros)	Arquitetura, Estruturas, Instalações (hidrossanitárias, elétricas, HVAC).
ER 3	D + E	Arquitetura, Estruturas, Instalações (hidrossanitárias, elétricas, HVAC).
ER 4	F (arquiteto + engenheiros)	Arquitetura, Estrutura, Instalações (das edificações), Terraplenagem, Urbanismo, Paisagismo e Infraestrutura (drenagem).

Quadro 2: Estudos de referência internacionais e nacionais mapeados. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

Escritórios/ Empresas/ Profissionais	Área de atuação	Clientes	Natureza dos projetos	Ano de implantação do BIM
G	Arquitetura e Construção	Pessoa jurídica e física	Residencial uni e multifamiliar (condomínios verticais e horizontais)	2015
H	Engenharia	Pessoa jurídica e física	Residenciais uni e multifamiliares, comercial (instalações e estruturas)	2017
I	Arquitetura	Pessoa jurídica	Residenciais e comerciais, instalações de combate a incêndio	2014
J	Arquitetura, Engenharia e Construção	Pessoa jurídica	Residencial, comercial e institucional (fábricas, indústrias, shoppings,	2015
K	Arquitetura e Engenharia	Pessoa jurídica	Infraestrutura, institucional (aeroportos, pontes,	2016
L	Engenharia	Pessoa jurídica	Residencial, comercial, institucional (supermercados, centro de convenções, etc.)	2017
M	Arquitetura	Pessoa jurídica e física	Residencial, comercial, ambientação, instalações	2011
N	Engenharia	-	-	-
O	Arquitetura	Pessoa física	Residencial, comercial, ambientação, instalações	2010
P	Arquitetura	Pessoa física	Residencial, comercial, ambientação	Não usa

Quadro 3: Perfil das empresas participantes dos estudos de caso. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

Legenda	Escritórios/Empresas/ Profissionais	Disciplinas Analisadas
EC 1	G + H	Arquitetura, Estruturas, Instalações (Elétricas, Hidrossanitárias)
EC 2	I + J	Arquitetura, Estruturas, Instalações (Elétricas, Hidrossanitárias)
EC 3	K + L	Arquitetura, Estruturas
EC 4	M + N	Arquitetura, Estruturas
EC 5	O (arquiteto 1 + arquiteto 2)	Arquitetura, Instalações Hidrossanitárias
EC 6	P + H	Arquitetura, Estruturas, Instalações (Elétricas, Hidrossanitárias, HVAC).

Quadro 4: Estudos de caso mapeados em Natal-RN. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

O quadro, a seguir (Quadro 5), contém uma síntese dos multicaseos analisados:

Caso	Descrição
Estudo de Referência 1 (Buenos Aires-AR)	Colaboração entre escritórios de arquitetura e engenharia. O processo de projeto arquitetônico tem duas fases principais: anteprojeto e projeto executivo. Geralmente 4 ou 5 arquitetos desenvolvem a proposta compartilhada e sincronizada em modelo central e usando worksets. Após o anteprojeto tem início a colaboração. A integração das disciplinas é realizada no Revit pelos arquitetos.
Estudo de Referência 2 (Rosário-AR)	Colaboração em construtora com equipe multidisciplinar. O processo apresenta 6 fases principais: concepção e análise de custos, anteprojeto, etapa municipal, etapa grossa, obra fina e terminações. Os profissionais trabalham em arquivos separados (arquivos locais) sincronizados ao arquivo central em rede local e cada equipe é responsável pelo andamento de uma disciplina. O coordenador usa ferramentas de revisão para enviar comentários e apontar as incompatibilidades. Os softwares utilizados na integração das disciplinas são o Revit, Navisworks e Synchro.
Estudo de Referência 3 (São Paulo-SP)	Colaboração entre escritório de arquitetura e engenharia. O processo de projeto arquitetônico tem duas fases principais: projeto básico e projeto executivo. Com todas as especialidades definidas, são realizadas reuniões semanais com os colaboradores para integração dos projetos, verificação de interferências e definição de soluções e ajustes. As compatibilizações são realizadas no Navisworks.
Estudo de Referência 4 (Recife-PE)	Colaboração interna em empresa de projetos de arquitetura e engenharia. Inicialmente é definida no Revit a arquitetura. Em seguida, o projeto é compartilhado na rede local por meio de arquivo central, com os engenheiros que definem a estrutura e instalações. Após definição de edificações, terraplenagem, urbanismo e paisagismo os arquivos são agregados no Navisworks para compatibilização e detecção de interferências.
Estudo de Caso 1	Colaboração entre empresa de arquitetura e construção e escritório de engenharia. O processo de projeto de inicia com um estudo volumétrico seguido do desenvolvimento da planta baixa, modelo 3D e detalhamento. Após detalhamento, o projeto em BIM é compartilhado com os engenheiros, que fazem os modelos estrutural e hidrossanitário e em a

Quadro 5: Quadro síntese dos estudos de referência e estudos de caso. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

Conforme procedimentos metodológicos, os multicaseos apresentados acima foram analisados a partir de categorias, cujas principais análises são descritas a seguir:

4.1 Fases de Projeto

Verifica-se, nos processos de projeto colaborativo analisados, que, de forma predominante, as empresas não têm fluxogramas ou diagramas com a definição clara das fases de projeto, tampouco definido o nível de desenvolvimento dos modelos (LOD) que deve ser alcançado em cada etapa do projeto; os escritórios, porém têm uma sequência lógica de atividades visando ao desenvolvimento das propostas.

A empresa C (ER 2), entre as analisadas, sobressai no controle dos processos colaborativos desde as primeiras fases – definindo atividades realizadas, LOD a ser alcançado em cada etapa, ferramentas utilizadas e profissionais envolvidos. Já na empresa D (ER 3), pioneira no uso do BIM no Brasil desde 2002, no processo não há mais tanta clareza em relação às fases, quando acaba por exemplo, o projeto básico e começa o executivo, visto que, nas primeiras fases, já são inseridos dados para a execução da edificação. Porém, esse escritório mantém a adoção de fases para controle de honorários e momento de definição de aprovação do projeto pelo cliente.

Verifica-se, em alguns Estudos de Caso e de Referência, que a primeira reunião entre colaboradores de arquitetura e engenharia ocorre quando a proposta de arquitetura já está definida. O processo é, principalmente, sequencial até a definição do anteprojeto de arquitetura, e, a partir de então, as disciplinas de engenharia começam a ser desenvolvidas, seguindo a lógica da prática tradicional, conforme o fluxograma do Estudo de Caso 1 (Figura 1).

Para Kowaltowski, et al. (2011), é, na prática tradicional, que a integração acontece somente após a etapa da concepção arquitetônica e que questões relacionadas, por exemplo, à engenharia e custos, em geral, são discutidas, posteriormente, à fase da concepção arquitetônica. Como consequência, há limitação na atuação dos colaboradores, já que várias decisões que poderiam ser definidas, colaborativamente, são resolvidas de forma isolada.

Por outro lado, no Estudo de Referência 2 (ER 2), o processo de projeto com o BIM se aproxima mais do ideal, ou seja, do que os referenciais teóricos descrevem. No processo ER 2, nota-se que, desde as primeiras fases, o escritório C busca integrar as soluções entre arquitetura e disciplinas complementares, antecipando, para o início do processo, os momentos de colaboração (Figura 2).

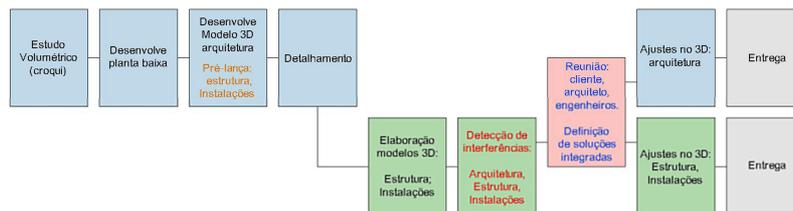


Fig. 1: Fluxograma do Estudo de Caso 1. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

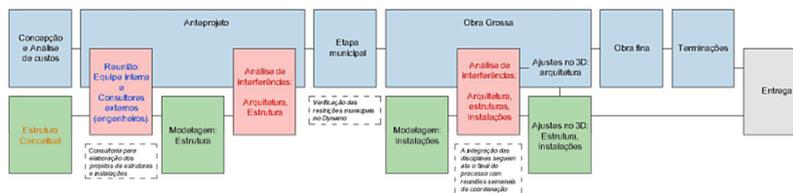


Fig. 2: Fluxograma do Estudo de Referência 2. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

Legenda:



- Momento onde inicia definição de soluções integradas pelos colaboradores
- Momento onde iniciam atividades que visam à integração de disciplinas
- Momento de integração das disciplinas

Fig. 3: Legenda das figuras. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

4.2 Ferramentas (Software)

Observa-se que, com exceção da empresa P (EC 6), que usa o Sketchup e AutoCAD em todo o processo para definir a proposta arquitetônica, os demais escritórios de projeto arquitetônico utilizaram a mesma plataforma BIM para a modelagem da arquitetura.

Nos casos ER 1, ER 2, ER 3, ER 4, EC 3 e EC 4, a utilização dessa ferramenta pelos arquitetos ocorre desde as primeiras fases do projeto, enquanto, nos estudos EC 1, EC 2 e EC 5, os arquitetos iniciam a proposta à mão para definição da volumetria/estudos preliminares; em seguida, passam a aplicar o BIM. Particularmente, a empresa G, no EC 1, após o estudo volumétrico à mão, utiliza aplicativo CAD para a definição da planta e, em seguida, o BIM no desenvolvimento do projeto. Embora alguns dos escritórios analisados ainda utilizem *softwares* CAD, a maior parte já passou o BIM.

Além das ferramentas Revit e AutoCAD, citou-se o Lumion, Photoshop e 3D Studio para representação gráfica, Enscape para definição de detalhes de acabamento, ferramentas de simulações térmica – Ecotec (Figura 4) e acústica (Ramsete), e o Dynamo – *software* de programação visual que permite, a partir de script específico, verificar se a edificação é compatível com as restrições municipais, com base na inserção de dados do município.

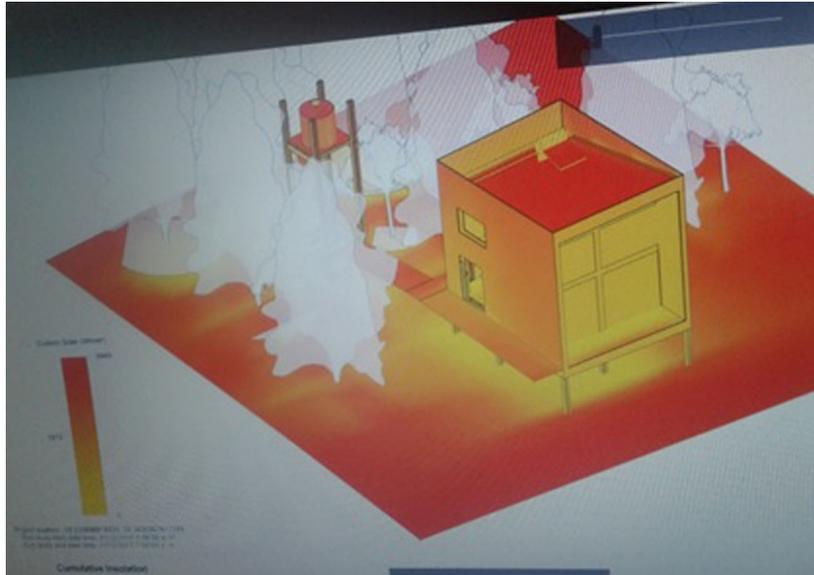


Fig. 4: Simulação térmica em edificação residencial. Fonte: Empresa C, 2017.

Quanto às ferramentas utilizadas para desenvolvimento dos projetos de engenharia, as mais recorrentes foram: Revit (para modelagem da estrutura e definição das instalações hidrossanitárias, elétricas e HVAC), Robot e Eberick (para definição da estrutura). O TQS é usado pela empresa N, no cálculo de estruturas de concreto, porém os detalhes estruturais ocorrem no AutoCad. Constatou-se, assim, que profissionais de engenharia também estão em processo de transição entre programas CAD e aplicativos de modelagem da construção.

Dos *softwares* voltados à coordenação de projetos, o mais recorrente é o Navisworks, aplicado nos processos EC 1, EC 6, ER 2, ER 3 e ER 4. Em Natal, apenas H (escritório de engenharia) usa essa ferramenta – que otimiza a integração dos dados – para compatibilizar as disciplinas, conforme observado na integração de disciplinas de projeto residencial de alto padrão (Figuras 5 e 6).



Fig. 5: Integração de disciplinas no Navisworks – Estudo de Caso 6. Fonte: Empresa H, 2018.



Fig. 6: Detecção de interferências no Navisworks – Estudo de Caso 6. Fonte: Empresa H, 2018.

Nos escritórios que não utilizam *softwares* específicos de colaboração, a integração de disciplinas ocorre nos próprios softwares de modelagem, como se vê em projeto de reforma de Edifício Corporativo de Escritórios, desenvolvido pela Empresa A (Figuras 7 e 8).

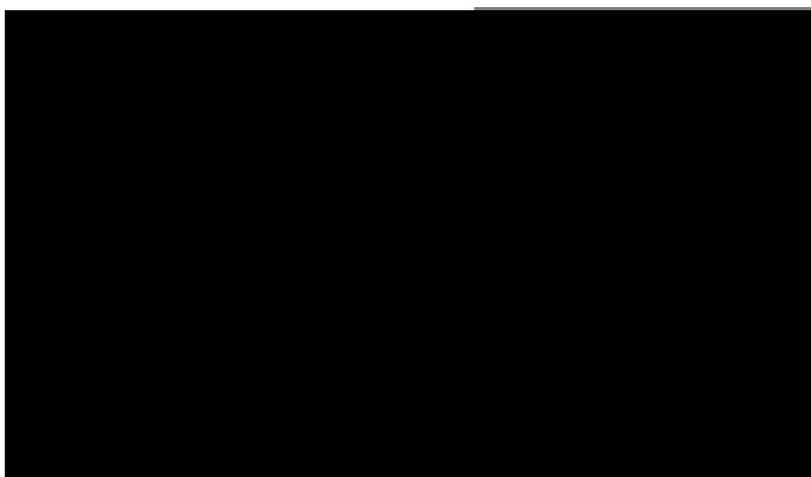


Fig. 7: Integração de disciplinas no Revit – Estudo de Referência 1. Fonte: Empresa A, 2018.

Fig. 8: Integração de disciplinas no Revit – Estudo de Referência 1. Fonte: Empresa A, 2018.

Apesar de exceções, verifica-se que recursos de revisão, detecção de interferências e comunicação, visando integrar os projetos são subutilizados pela maior parte dos escritórios. Em alguns casos, a comunicação por meio dos *softwares* é dificultada pela má qualidade dos serviços de internet e pouco conhecimento das potencialidades dos aplicativos. Importantes ferramentas de colaboração como BIM 360 Team, Teamwork, entre outras, não foram citadas.

4.3 Worksets

Nos escritórios de arquitetura de referência nacional e internacional – com projetos e equipes de maior porte – verifica-se o uso de *worksets*, favorecendo o trabalho, concomitantemente, por vários arquitetos, otimizando o tempo dos processos e favorecendo a colaboração.

Na Figura 9, é possível visualizar, em cores distintas, as várias *worksets*, criadas para elaboração de um espaço de eventos. Enquanto um projetista atua na “proposta geral” (*workset* na cor roxo), outros desenvolvem as propostas de estandes específicos (*worksets* em azul, verde e outras).

Fig. 9: Trabalho colaborativo com uso de worksets. Fonte: Empresa C, 2017.

4.4 Equipe de Projeto

Segundo Barison e Santos (2011), ao investigar o cenário da implantação do BIM, no mercado da construção civil em São Paulo/SP, nas empresas de médio e pequeno porte, os profissionais tendem a acumular atividades e funções relacionadas ao BIM. Essa realidade, também, foi constatada na maior parte dos escritórios, envolvidos neste estudo. Geralmente, tanto os membros da equipe, quanto, principalmente, os

proprietários acumulam funções, desenvolvem e modelam o projeto, coordenam a equipe, gerenciam o processo e participam da etapa de integração/compatibilização das disciplinas. Alguns profissionais atuam ainda em pesquisa sobre as tecnologias visando ao aperfeiçoamento dos processos e capacitação da equipe. Nas empresas com equipes maiores, também há o acúmulo de funções e atividades, porém a distribuição de atribuições entre profissionais é favorecida. Verifica-se, nesses casos, uma tendência de otimização na implantação do BIM.

4.5 Coordenação

Nos processos analisados, um dos profissionais que merece destaque é a figura do coordenador. Nos Estudos de Caso de Natal/RN, os coordenadores geralmente são os proprietários dos escritórios de arquitetura ou engenharia que têm maior domínio das ferramentas BIM, cabendo-lhe integrar as disciplinas. Uma exceção é o Estudo de Caso 6 em que o escritório de arquitetura exerceu maior controle na coordenação do processo de colaboração – embora ainda utilize o AutoCAD – porém a integração das disciplinas ocorreu pelo escritório de engenharia.

4.6 Formas de Comunicação

Em todos os processos analisados, a colaboração entre arquitetos e engenheiros ocorreu na comunicação presencial, com reuniões de consultoria para ajustes das propostas e compatibilização das disciplinas. O uso de e-mails, telefone e WhatsApp também é recorrente. Já a comunicação entre os profissionais por meio dos próprios softwares BIM, usando os recursos colaborativos, foi citado em, apenas, um caso.

4.7 Forma de Compartilhamento dos Modelos

O compartilhamento dos modelos e dados de projetos dos diversos colaboradores é um relevante aspecto do processo de colaboração entre arquitetos e engenheiros. A escolha adequada da forma de compartilhamento das informações agiliza e otimiza os processos colaborativos.

Nos 4 (quatro) Estudos de Referência abordados, verificam-se equipes internas, compartilhando o arquivo central de um projeto, por meio da rede local. Vários profissionais criam cópias locais que, após modificações, são sincronizadas com o arquivo central, que é atualizado. Desse modo, cada projetista desenvolve uma disciplina específica ou vários atuam a partir de *worksets* em partes diferentes de uma mesma disciplina, ao mesmo tempo. Como os projetos e as equipes desses escritórios são maiores, esse modo de compartilhamento é mais bem aproveitado.

Nos Estudos de Referência ER 2 e ER 4, os escritórios apresentam equipe interna multidisciplinar com arquitetos e engenheiros de especialidades diversas, compartilhando dados pela rede local. Enquanto, nos Estudos de Referência ER 1 e ER3, os escritórios de arquitetura A e D, formados essencialmente por arquitetos, compartilham os modelos com os colaboradores externos (engenheiros), usando, respectivamente, o Dropbox (compartilhamento de arquivos na nuvem) e AutoDoc (serviço de armazenamento de arquivos on-line com controle de *downloads* e *uploads*).

Nos estudos realizados no contexto de Natal/RN, particularmente nos casos EC 1, EC 2, EC 3 e EC 5, há o predomínio no uso dos serviços de armazenamento na nuvem para o compartilhamento de arquivos entre colaboradores de arquitetura e engenharia. Nos casos analisados os projetos das diferentes especialidades, geralmente, são compartilhados em arquivos separados e vinculados.

Manzione (2013, p. 127) classifica essa forma de compartilhamento como sendo “trocas de arquivos físicos de modelos separados”. Para o autor, esse é um dos mecanismos rudimentares de troca de modelos, com a transferência de arquivo físico gerado pelo software e depositado, por exemplo, em repositórios como o Dropbox, via *web*.

No tipo de compartilhamento via *web*, a troca de dados é assíncrona (em tempos de diferentes), é necessário o controle de *downloads* e *uploads* para evitar perdas ou redundância de informações, maior cuidado com a segurança das informações dispostas na nuvem e melhor gerenciamento das versões e revisões dos projetos. No EC 3, por exemplo, verifica-se maior retrabalho de integração quando os arquivos são compartilhados em arquivos separados. Em alguns momentos, quando o arquiteto recebe o projeto de engenharia, o arquitetonico está mais avançado e com novas atualizações, o que dificulta a compatibilização das propostas.

4.8 Interoperabilidade

Arquitetos e engenheiros têm utilizado, principalmente, ferramentas de mesmo proprietário, em especial, Revit, Robot e Navisworks. Isso decorre pelo fato de tais programas pertencerem a uma *software house* de destaque no fornecimento de programas CAD e BIM, do desconhecimento dos profissionais em relação a *softwares* similares de outras marcas, e, principalmente, da intenção em evitar problemas de interoperabilidade entre aplicativos de diferentes fornecedores.

4.9 Fatores que Limitam a Colaboração e Integração de Projeto

Conforme os entrevistados, os fatores que limitam, com maior frequência, a colaboração e integração de projetos são relacionados às pessoas. É recorrente entre os profissionais a necessidade de capacitação e resistência à adoção e uso das tecnologias BIM (Quadro 6).

Quadro 6: Fatores que limitam a colaboração e integração de projetos segundo profissionais entrevistados. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

Constatam-se, também, a colaboração, a integração de disciplinas e a falta de definição de processos colaborativos pelas empresas. Na maioria dos casos não há definição clara de fluxogramas de atividades; isso propicia a subutilização dos colaboradores, das TICs e a fragmentação dos processos.

Por outro lado, a não exigência dos projetos em BIM, para aprovação em órgãos públicos, é outro fator que dificulta a adoção e colaboração com o BIM, pois estimula a permanência no uso dos softwares CAD pelos profissionais.

4.10 Produto

Verifica-se, na integração dos projetos, maior foco na compatibilização dos dados geométricos e menor atenção a inserção dos parâmetros construtivos a serem utilizados ao longo do ciclo de vida da edificação. Isso decorre, entre outras causas, devido à forma dos contratos entre clientes e profissionais, que são firmados separadamente com cada especialista. Assim, cada escritório entrega seus respectivos modelos e banco de dados separados.

5 Cenários de Colaboração

Analisando os 10 (dez) processos de projeto abordados, verificam-se, entre eles, aspectos semelhantes e distintos, em relação à maneira de os profissionais da equipe interna e/ou externa trabalharem juntos; a forma como desenvolvem a modelagem; e o modo de integração das disciplinas. Considerando esses três aspectos, embora percebendo-se as particularidades de cada caso, os processos analisados foram categorizados em três cenários de colaboração.

No cenário de colaboração 1, os projetos complementares são modelados a partir de vínculo com a proposta de arquitetura após ser modelada. Em seguida, com base no vínculo entre os arquivos, faz-se a verificação de interferências, que não é realizada, automaticamente, a partir de recursos de clash detection, em ferramenta específica de revisão, mas no próprio software de modelagem com base na observação visual do profissional responsável pela compatibilização (coordenador)⁷. Nesse cenário, há maior possibilidade de inconsistência e redundância de dados. Os escritórios participantes apresentam equipe reduzida e os coordenadores das análises de interferências também atuam como projetistas (Figura 10). Foram categorizados, nesse cenário, os estudos de caso EC 2, EC 3, EC 4 e EC 5 de Natal-RN.

Fig. 10: Cenário de colaboração 1. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

O cenário 2 apresenta semelhanças em relação ao cenário 1, quanto aos profissionais envolvidos e ao processo de modelagem baseado em vínculos entre os arquivos. Porém, no cenário 2, os momentos de integração são mais facilmente percebidos, devido ao uso de ferramenta específica de coordenação e revisão (Navisworks), que otimiza as revisões, contribuindo para reduzir inconsistências dos dados (Figura 11). São exemplos os estudos de caso EC 1 e EC 6 também de Natal-RN.

Fig. 11: Cenário de colaboração 2. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

No cenário de colaboração 3, pelo fato de os escritórios terem equipes maiores e os projetos serem de maior porte, percebe-se um melhor aproveitamento das ferramentas de colaboração, como o uso de worksets e do modelo central, permitindo que vários projetistas trabalhem ao mesmo tempo em um ou mais modelos. A verificação de interferências é realizada com ferramentas específicas de coordenação e revisão, gerando maior

precisão do banco de dados (Figura 12). Nesse cenário, foram categorizados os estudos de referência nacionais e internacionais ER 1⁸, ER 2, ER 3 e ER 4.

Fig. 12: Cenário de colaboração 3. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

Abaixo, é possível verificar um quadro síntese dos 3 cenários de colaboração, identificados em relação aos processos colaborativos analisados (**Quadro 7**):

Quadro 7: Quadro síntese dos cenários de colaboração. Fonte: Elaboração dos autores, 2018.

Os três cenários analisados, apesar de aproximações, diferem dos propostos por Jørgensen et al. (2008), entre outros pontos, devido ao fato de os cenários, descritos por esses autores, referirem-se à colaboração com uso do IFC, enquanto poucos processos abordados, neste estudo, são caracterizados pelo uso do IFC, visto que há predomínio na aplicação de ferramentas de modelagem BIM de mesmo fabricante.

6 Considerações Finais

Foi possível analisar neste estudo como os escritórios de arquitetura e engenharia de Natal/RN e do contexto nacional e internacional têm realizado a colaboração visando à integração de projeto com auxílio da plataforma BIM. Observa-se, na maior parte dos processos mapeados, que, apenas, após a modelagem dos projetos de arquitetura, seguidos dos de engenharia, é que ocorre a integração das disciplinas, detecção da interferências e ajustes dos modelos. As atividades de integração visam, principalmente, à compatibilização dos dados geométricos.

Percebem-se as vantagens do BIM como plataforma que potencializa o processo de projeto colaborativo; mas, com exceções, nota-se que as ferramentas de colaboração e integração de disciplinas são subutilizadas, tanto pelos escritórios Natal/RN quanto por algumas empresas participantes dos Estudos de Referência. Os *softwares* de compatibilização e os de modelagem são, em geral, de mesmo proprietário; assim, há pouca interoperabilidade com uso do padrão de extensão IFC.

Os processos analisados foram identificados/categorizados em 3 cenários de colaboração; 2 deles em Natal-RN. Percebe-se, no terceiro um maior aproveitamento dos recursos e ferramentas de colaboração, potencializado pelo perfil das equipes e dos projetos.

Verificou-se, também, que escritórios com menos recursos tecnológicos, mas com maior controle do processo de projeto podem realizar a colaboração e integração de disciplinas de forma mais eficiente e desenvolver projetos com maior grau de otimização. A maior parte dos escritórios de Natal/RN, afirmou-se não haver processos definidos de colaboração tampouco utilizar recursos (*softwares*) específicos para comunicação, revisão de projetos e integração de disciplinas. Há, ainda, a necessidade de avanços no conhecimento; capacitação e aplicação de ferramentas de simulações relacionadas à sustentabilidade, à programação gráfica e à parametrização.

Com base nas análises, não é possível afirmar que os processos de projeto, analisados em Natal-RN, apresentam a totalidade de formas de colaboração com uso do BIM entre escritórios de arquitetura e engenharia desta cidade, mas a maioria delas e as práticas projetuais mais recorrentes.

Por fim, percebe-se que, a pesquisa e reflexão sobre a colaboração laboral entre arquitetos e engenheiros na contemporaneidade passa pelo entendimento de relevantes fatores como o perfil das equipes, as novas demandas sociais, os processos de projeto e as potencialidades das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). A interação entre tais fatores amplia a possibilidade de identificar diferentes formas de como projetistas multidisciplinares podem participar e colaborar na área da AEC, e assim, determinar o surgimento de cenários de colaboração e integração de projetos, conforme observa-se neste estudo.

Referências

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

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Atual cenário da implantação de BIM no mercado da construção civil da cidade de São Paulo e demanda por especialistas. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: FAUFBA, 2011.

EMPRESA A (ESARQ – ESTUDIO SWIECICKI ARQUITECTOS). **Projeto de edifício corporativo de escritórios**. Buenos Aires: ESARQ, 2016.

EMPRESA C (EDILIZIA DESARROLLOS CONSTRUCTIVOS). **Simulação térmica em edificação residencial**. Rosário: Edilizia Desarrollos Constructivos, 2017.

EMPRESA H (DIEDRO ENGENHARIA LTDA). **Projeto de Edificação residencial de alto padrão**. Natal: Diedro Engenharia LTDA, 2018.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1a ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4a ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JØRGENSEN, K. A.; SKAUGE, J.; CHRISTIANSSON, P.; SVIDT, K.; SØRENSEN, K. B.; MITCHELL, J. **Use of IFC Model Servers: Modelling Collaboration Possibilities in Practice**. 2008. Disponível em: <http://www.it.civil.aau.dk/it/reports/2008_Ifc_model_server.pdf>. Acesso em: 22 out. 2017.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. C.; PETRECHE, J. R. D.; FABRICIO, M. M. **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LEDO, R. Z.; PEREIRA, A. T. C. Análise do trabalho colaborativo síncrono à distância no desenvolvimento do projeto de arquitetura. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL - SIGRADI, 8., 2004, São Leopoldo. **Anais...** São Leopoldo: UNISINOS, 2004. v. 1. p. 272-274.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MENEZES, G. L. B. B. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 18, n. 22, sem. 2011.

MARTINS JÚNIOR, J. V. **Processos colaborativos e integração de projetos com o auxílio da plataforma BIM: uma análise no meio profissional de Natal-RN**. 2018. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

NETTO, C. C. **Autodesk Revit Architecture 2015**. São Paulo: Saraiva, 2015.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios e arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, novembro 2009.

STAKE, R. E. **The art of case study research**. Thousand Oaks: SAGE, 1995.

Referências

1 Anterior aos estudos de caso, realizou-se pesquisa survey com profissionais de arquitetura e engenharia que colaboram com auxílio do BIM, e outra on-line com arquitetos registrados no Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Rio Grande do Norte (CAU-RN). Os dados contribuíram para a confirmação dos cenários de colaboração com o BIM em Natal-RN a partir da análise de multicasos. Nesta pesquisa, o termo cenário é utilizado para categorizar as formas/níveis de colaboração e integração de disciplinas identificadas em Natal-RN.

2 Para possibilitar a interoperabilidade entre diferentes softwares BIM e garantir a manutenção e troca de dados relevantes, tem sido adotado como formato de arquivo o Industry Foundation Classes (IFC), desenvolvido pela buildingSMART.

3 Nesta pesquisa a sequência de etapas proposta por Gil (2002, p. 137) foi adaptada.

4 Quanto a esse critério, considerou-se como participantes: i. Escritórios de arquitetura e engenharia (colaboração interna); ii. Escritórios de arquitetura ou engenharia (colaboração interna) que desenvolvem pelo menos uma disciplina, integrando projeto(s) com parceiro(s) (colaboração externa); iii. Escritórios com atuação no desenvolvimento de projeto e não apenas na realização da modelagem 3D; iv. Indicação dos escritórios por representantes autorizados de softwares BIM e instrutores de BIM, com certificação; v. Localização do escritório no contexto geográfico abordado; vi. Escritórios que pudessem responder o protocolo de entrevistas e apresentar projetos que exemplificassem o processo descrito.

5 O protocolo elaborado pode ser consultado em MARTINS JÚNIOR, 2018, p. 89.

6 Das 16 empresas listadas, não foi possível entrevistar B, E e N de engenharia. Os processos de que participaram foi mapeado com base nas informações dos escritórios de arquitetura com quem colaboraram. A maioria são de pequeno porte, com exceção de A, C, D, F e K que são de médio porte. Conforme classificação de Barison e Santos (2011), as pequenas empresas têm de 1 a 10 funcionários, as de médio porte entre 11 e 100, e as de grande porte mais de 100 funcionários.

7 A integração de disciplinas e detecção de interferências geralmente é realizada pelo escritório de arquitetura ou engenharia participante do processo colaborativo, que tem maior habilidade no uso das ferramentas de coordenação e revisão dos projetos.

8 No Estudo de Referência 1 (ER 1) integração de disciplinas e detecção de interferências é realizada pelo escritório de arquitetura, mas no próprio software de modelagem e não em aplicativo específico de coordenação de projetos. O ER 1 foi categorizado no cenário 3 com base no processo de modelagem do projeto de arquitetura, cujo compartilhamento de arquivos é baseado no modelo central e na edição de cópias locais, a partir do uso de worksets. Essa é a forma de modelagem e compartilhamento do projeto de arquitetura verificada nos outros estudos de referências analisados. A forma de modelagem foi o primeiro critério adotado para definição do cenário de colaboração de cada estudo de caso.